

**INFLUENCIA DEL MENISCO DISCOIDE SOBRE EL
TAMAÑO DEL CÓNDILO LATERAL FEMORAL EN LA
RODILLA EN CRECIMIENTO.**

por

JUAN CARLOS ABRIL MARTIN

Director: Prof. ENRIQUE GÓMEZ BARRENA

Madrid, Julio de 2009

Agradecimientos:**A los niños.**

*Esos seres tan maravillosos que nos hacen seguir siendo felices.
Sin ellos nuestro esfuerzo investigador no tendría sentido.*

“Lo maravilloso de la infancia es que cualquier cosa en ella es maravillosa”.

G. K. Chesterton

INDICE

Pág.

1. INTRODUCCIÓN	6
A. PATOANATOMIA DE LOS MENISCOS	
B. CRECIMIENTO FISARIO	
C. CRECIMIENTO DE LA CONDROEPÍFISIS FEMORAL DISTAL	
D. MENISCO DISCOIDE	
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	19
3. ESTUDIO CLINICO	21
A. MATERIAL y METODO	
1) POBLACION DE MENISCOS DISCOIDES	
2) POBLACION CONTROL	
3) ESTUDIO RADIOGRÁFICO	
4) ESTUDIO POR RNM	
5) OTRAS DETERMINACIONES	
6) ESTUDIO ESTADISTICO	
B. RESULTADOS	
1) GRUPO CONTROL	
2) GRUPO DE MENISCO DISCOIDE	
3) ESTUDIO ESTADISTICO DE LA SERIE	
I. ANGULO AOF	
II. RELACIÓN FORMA Y TAMAÑO MENISCAL	
III. MENISCECTOMIA	
IV. RESULTADOS CLINICOS	
a) PRESENCIA DE ROTURAS MENISCALES	
b) NUMERO ROTURAS	
c) EDAD A LA ROTURA	
d) INFLUENCIA DE LA ROTURA EN EL TIPO DE MENISCECTOMIA	
e) ROTURAS HORIZONTALES	
f) OSTEOCONDritis	
g) SIGNOS DE ARTROSIS	
4) ESTUDIO HISTOLOGICO	
4. ESTUDIO EXPERIMENTAL	50
a. INTRODUCCIÓN	
b. OBJETIVO	
c. HIPÓTESIS	

- d. **APLICABILIDAD Y UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS**
- e. **DISEÑO EXPERIMENTAL**
- f. **ANIMALES**
- g. **MÉTODOS**
- h. **ESTUDIO RADIOGRÁFICO**
- i. **ESTUDIO ESTADÍSTICO**
- j. **LIMITACIONES DEL ESTUDIO**
- k. **PROBLEMAS ÉTICOS Y LEGALES**
- l. **RESULTADOS**

- 1) **ANGULOS AOF POSTQUIRURGICOS INMEDIATOS EN ANIMALES OPERADOS / NO OPERADOS**
- 2) **ANGULOS AOF FINALES EN ANIMALES OPERADOS / NO OPERADOS**
- 3) **AOF POSTQUIRURGICOS INMEDIATOS / FINALES**
- 4) **AOF TRAS ROTACIONES**
- 5) **AOF AXIALES OPERADOS/ CONTROLES FINALES**
- 6) **VARIANZA CONDILAR LATERAL FINAL**
- 7) **RNM**

5. DISCUSION 68

- a. **ANATOMIA MENISCAL**
- b. **ANATOMIA PATOLOGICA**
- c. **BIOMECANICA MENISCAL**
- d. **MORFOLOGIA DISCOIDE**
- e. **FRECUENCIA DE PRESENTACION**
- f. **ETIOLOGIA**
- g. **BILATERALIDAD**
- h. **ALTERACIONES OSEAS**
- i. **ANGULO AOF**
- j. **VARIABILIDAD EN LAS MEDICIONES**
- k. **TAMAÑO Y GROSOR MENISCAL**
- l. **CAUSALIDAD Y ETIOPATOLOGIA**
- m. **ESTUDIO EXPERIMENTAL**
- n. **CONSECUENCIAS ARTICULARES DE LA PRESENCIA DEL DISCOIDE**
 1. **OSTEOCONDROITIS**
 2. **ARTROSIS**
 3. **ROTURA MENISCAL**
- o. **TRATAMIENTO**
- p. **TRATAMIENTO QUIRÚRGICO**

- a) TIPOS DE MENISCECTOMÍA
 - 1. MENISCECTOMÍA PARCIAL REMODELANTE
 - 2. MENISCECTOMÍA TOTAL
- b) TECNICAS QUIRURGICAS
 - 1. ARTROSCOPIA
 - 2. ARTROTOMÍA
- q. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

6. CONFIRMACION DE LA HIPOTESIS	120
7. CONCLUSIONES	122
8. CONCLUSION FINAL	124
9. BIBLIOGRAFIA	126

1. INTRODUCCION

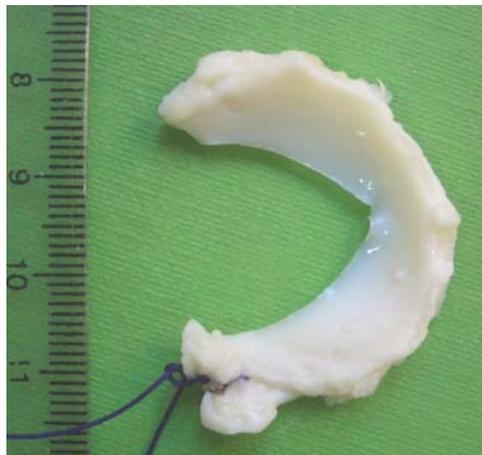
1. INTRODUCCION

A. PATOANATOMIA DE LOS MENISCOS

Los meniscos son estructuras fibrocartilagosas en forma de C que se interponen entre el fémur y la tibia con importantes funciones articulares. Su forma, grosor y composición histológica determinan las funciones que van a desarrollar (Fithian y cols 1990). Cualquier anomalía meniscal producirá cambios en la función articular y determinará lesiones articulares secundarias.

Los meniscos son estructuras que producen estabilidad primaria a la rodilla principalmente por mejorar la congruencia de las superficies escasamente congruentes, del cóndilo y la meseta tibial.

Se encargan de la transmisión y distribución de fuerzas hacia el cartílago hialino, en la absorción de cargas, en la estabilidad de la rodilla a través de su forma, de sus anclajes y de su movilidad durante la flexo-extensión articular. Además tienen un papel importante en la nutrición del cartílago articular y probablemente actúan en la producción de líquido sinovial. También juegan un importante papel en la propiocepción articular al mostrar fibras neurales tipo I y II dentro del tejido, aunque sea solamente dentro de sus cuernos anterior y posterior (Arnoczky y McDewitt 1995).



Menisco externo de la rodilla izquierda extraído por presentar un osteosarcoma, que requirió una resección articular. Obsérvese la forma y el tamaño del espécimen de un adolescente de 15 años. No se observa patología meniscal macroscópicamente.

Todas estas habilidades biomecánicas están basadas en las propiedades intrínsecas de su estructura. El contenido de agua, proteoglicanos y colágena así como sus interacciones le permiten ser un tejido poroso, permeable y elástico, muy parecido al tejido cartilaginoso hialino al que debe proteger. Sin embargo la rigidez del fibrocartílago meniscal es la mitad de la del cartílago hialino en compresión, y permite disipar las cargas en compresión más fácilmente. Además el menisco tiene una baja permeabilidad de la matriz (1/6 de lo presentado por el cartílago hialino), y

un alto coeficiente de fricción, lo que le permite absorber y disipar mejor la energía que le llega (Fithian y cols 1990).

Su composición principal en fibras de colágena y agua (70%), así como su estricta orientación fibrilar les da unas características especiales que los hacen indispensables en la supervivencia articular de la rodilla. En su composición ultraestructural además se incluye un escaso componente celular que produce y mantiene la síntesis de una matriz extracelular consistente en proteoglicanos y glicoproteínas. También se pueden encontrar fibras de elastina.

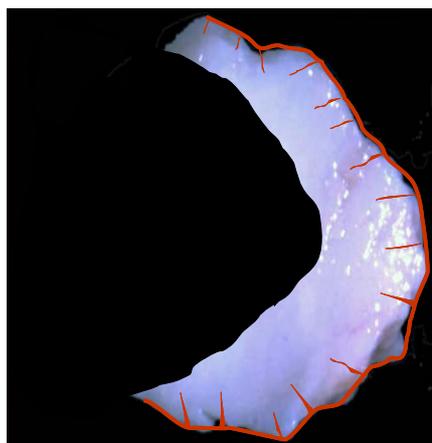
Se han determinado dos tipos celulares, los fibrocondrocitos o células poligonales de la profundidad responsables de la síntesis de la matriz, y una célula fusiforme y superficial al tejido meniscal.

Las fibras de colágeno forman el principal componente de la matriz extracelular y generan el principal componente seco del menisco. Se trata de colágeno esencialmente tipo I pero también se ha determinado la presencia de colágena tipo II,III,V,VI. El tipo VI es el único que actúa de unión entre las diferentes proteínas matriciales.

La orientación de la mayoría de las fibras es circunferencial y siguen la forma de C macroscópica del menisco. Esta forma parece estar íntimamente relacionada con la función meniscal de soporte de cargas. Las fibras de colágena tipo I orientadas circunferencialmente dan una gran rigidez tensil, de 100 a 300 megapascales (Arnoczky 1995, Bullough y Munuera 1970).

Existen no obstante un componente radial y otro vertical que actuarían a modo de entramado fibrilar aumentando su rigidez y resistencia a la compresión.

La vascularización meniscal es rica en el periodo fetal pero se va perdiendo con el desarrollo, siendo muy escasa en la época adulta. El aporte vascular se inicia en las arterias geniculadas que a través del anclaje meniscal a la cápsula, penetra en el menisco lateral entre un 10-25% de su anchura. Son vasos predominantemente circunferenciales que emiten ramas radiales a través del menisco.



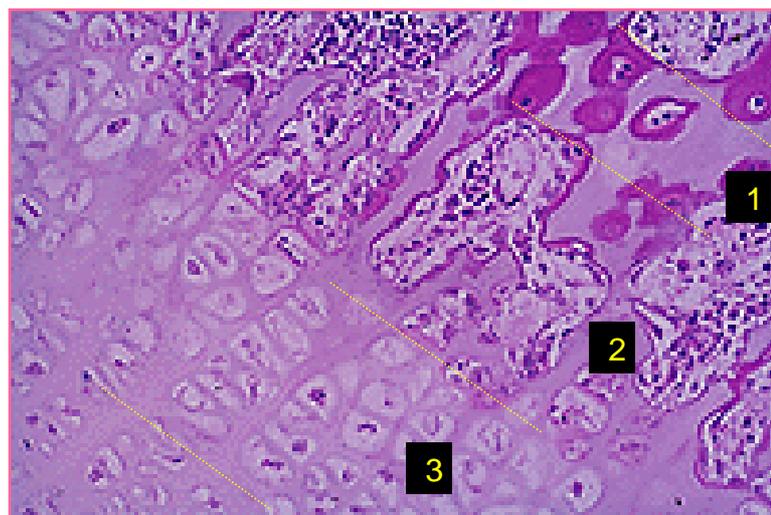
Esquema vascular sobre menisco discoide recortado mostrando la penetración vascular a partir de la rama arterial circunferencial.

B. CRECIMIENTO FISARIO

La epífisis de los huesos largos en crecimiento esta constituida por tres elementos: la fisis de crecimiento, el anillo pericondral y la condroepífisis propiamente dicha (Giménez 1988). Al crecimiento aportado por esas tres estructuras deberemos añadir también el crecimiento epifisario aportado por el cartílago hialino articular (Frost y Schönau 2001).

La placa fisaria o fisis de crecimiento está situada en cada uno de los extremos del fémur, al igual que en la mayoría de los huesos largos del organismo. La fisis femoral distal es una estructura de doble círculo ovoideo y de orientación horizontal. Cualquier fisis de crecimiento presenta varias capas histológicamente diferenciadas. Comenzando por la parte epifisaria tenemos:

1. **Capa basal de células pequeñas:** se trata de una zona de reserva celular que está en contacto con la epífisis. Sería el asiento de las células de reserva en el proceso de crecimiento endocondral.
2. **Zona proliferativa:** las células se orientan en columnas. Es la zona de proliferación y mitosis celular más intensa y de producción y síntesis de colágeno y glucosaminoglicanos. Esta multiplicación celular es más intensa en la punta o extremo metafisario de la columna.
3. **Zona de células hipertróficas y degeneradas.** Aquí las células han aumentado su tamaño hasta 15 veces y presentan vacuolización y degeneración nuclear. Es una zona donde comienza la osificación del cartílago.
4. Mas proximalmente se encuentra la **zona de osificación final** que es la zona en contacto con la metáfisis.



El crecimiento en longitud del fémur se produce en la fisis a partir de la división celular de la placa basal de células cartilaginosas. En este lugar el crecimiento se produce por osificación endocondral (Frost y Schönau 2001). Sin embargo el

crecimiento en anchura se produce por aposición ósea a partir de las células del periostio y aquí no se requiere la producción previa de tejido cartilaginoso. Sin embargo Frost implica al anillo pericondrial en el crecimiento en diámetro de las epífisis.

Desde el punto de vista clínico, en el entorno de la rodilla se produce el crecimiento corporal en longitud más intenso de todo el organismo, alrededor del 65% de la longitud de la extremidad inferior. La fisis distal del fémur aportaría cerca del 40% y la fisis proximal de la tibia el 25% restante. Si un sujeto sano normal llega a tener un fémur de 43 cm de longitud podremos calcular que 17 cm puede ser la longitud aportada por su fisis distal (Moseley 1986).

C. CRECIMIENTO DE LA CONDROEPIFISIS

La condroepífisis con el núcleo de osificación secundario en su centro, también aporta crecimiento expansivo y centrífugo al extremo distal del fémur (Moseley 1986). Se trata de un tejido cartilaginoso muy elástico y moldeable, que termina osificándose completamente al final del crecimiento, si bien el núcleo de osificación central a partir del cual comienza la osificación, está ya presente en el nacimiento. Es el primer núcleo de osificación secundario en aparecer y lo hace ya intraútero. Está presente en todos los fetos a partir de la semana 33 (Shapiro 2006).

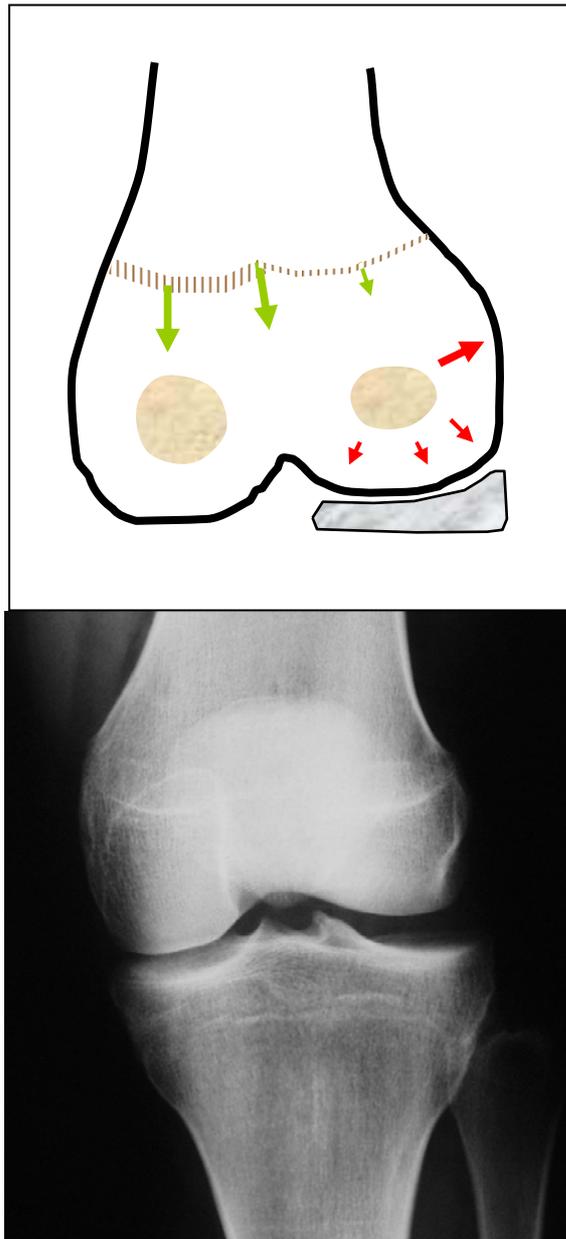
La tercera estructura de la epífisis es el anillo pericondrial que aunque para algunos autores apenas aporta crecimiento epifisario (Delgado y cols 1992), para otros como Frost 2001, sería el responsable del crecimiento en anchura de la epífisis, es decir del tamaño en diámetro de la epífisis.

El crecimiento simétrico de todo el platillo fisario produce un crecimiento armónico, y le genera la forma recta del miembro sano. La lesión en un punto de esta fisis producirá un crecimiento asimétrico del fémur que deformará el hueso y producirá alteraciones del eje del miembro inferior. Un ejemplo lo podemos observar en casos de puentes fisarios neonatales de causa infecciosa, traumática o yatrogénica, en los que la detención del crecimiento de la hemiepífisis externa produce deformidad en valgo de la extremidad por hipoplasia del cóndilo lateral femoral (Blount 1949, Peterson 1984, Beaty 1991, Tachdjian 1990).

El conocimiento de esta forma de crecimiento fisario nos ayuda a entender y planificar el tratamiento de las deformidades de los miembros inferiores en varo o en valgo. En estos casos el grapado o frenado quirúrgico de una hemiepífisis femoral puede detener su progresión, permitiendo el crecimiento de la otra hemiepífisis que corregirá la deformidad (Gil Albarova 2001).

Este crecimiento óseo longitudinal de causa fisaria puede verse afectado por fuerzas externas. Son numerosos autores que creen que la carga mecánica influye en la cantidad de crecimiento longitudinal (Haas 1948, Arkin 1956, Garcés 1993, Frost 1997). La ley de Hueter-Volkman y Delpech propone que el crecimiento epifisario puede ser retardado por la compresión mecánica de la epífisis, y acelerado por la

carga reducida o la distracción, en comparación con valores normales. Este mecanismo de modulación del crecimiento longitudinal fisario describe que las fuerzas de compresión producen retardo del crecimiento y fuerzas de distracción fisaria producen crecimiento acelerado (Garcés 1993, Ulloa 2006, Zhang 2008). En este sentido cabe destacar que la duración de la compresión también es importante. Para algunos autores las grandes compresiones aplicadas durante un corto espacio de tiempo afectan menos al crecimiento que presiones bajas durante largos periodos (Arkin 1956, Garcés 1993).



En este esquema se muestra como la compresión externa de la hemiepífisis lateral del fémur por la presencia de un menisco discoide, puede, a través del tiempo, generar un menor crecimiento de la hemiepífisis lateral y por consiguiente una hipoplasia femoral lateral. A la derecha una radiografía de rodilla que presenta un menisco discoide y que había desarrollado una hipotrofia del cóndilo externo.

La compresión crónicamente mantenida en magnitudes fisiológicas inhibe el crecimiento en el 40 % ó más (Stokes 2002). En cambio la distracción fisaria aumenta el índice de crecimiento en mucha menor medida. La explicación celular a este efecto es que la compresión sostenida reduce el número de condrocitos que se hipertrofian en la capa fisaria hipertrófica, y además es probable que la carga mecánica también reduzca la multiplicación celular en la capa proliferativa fisaria (Stokes 2002).



RNM de la rodilla en un corte sagital, de un niño de 3 años mostrando la Condroepífisis en contacto con un menisco discoide completo tipo tableta. Se puede observar la compresión ejercida por el menisco cartilaginoso sobre el cartílago condroepifisario. Se trataría de una compresión de escasa magnitud pero mantenida durante toda la infancia en los casos no operados.

Este hecho se ve confirmado ampliamente tanto en experimentos animales como en estudios clínicos sobre humanos:

- Reinicio del crecimiento de la fisis proximal de la tibia de terneros una vez desaparecida la fuerza de compresión ejercida sobre la misma por un sistema no transfisario. El crecimiento fisario responde a la ley del todo o nada ante una fuerza de compresión (Strobino 1956).
- Retardo asimétrico del crecimiento fisario en ratas en las que se aplica un mecanismo de frenado externo con polímeros reabsorbibles (Gil Albarova 2001).
- Involución fisaria y disminución del flujo vascular fisario sometido a compresión (Cañadell 1976 y Trueta 1961).
- Menor altura epifisaria en los huesos largos de los halterofílicos con respecto a otros deportistas (Quiroz Meneses 2007).

- Menor crecimiento de la hemiepífisis de la vértebra apical en su zona de la concavidad en casos de escoliosis idiopática antes del cierre fisario (Stokes 1996, Mad Ulloa 2006).
- El efecto mecánico de compresión asimétrica sobre la fisis de crecimiento también se puede vislumbrar como causante de la deformidad en varios tipos de enfermedades como la Enfermedad de Blount (Bradway 1987, Gushue 2005), el pie zambo, la cifosis de Scheuermann, el crecimiento compensatorio asociado con fracturas, y el deslizamiento asociado a la espondilolistesis o la epifisiolisis femoral proximal (Tachdjian 1990, Beaty 1991, Frost 1997, Stokes 2002,). Y recientemente se ha publicado la deformidad intensa y progresiva en genu valgo en niños con sobrepeso (Zhang 2008).

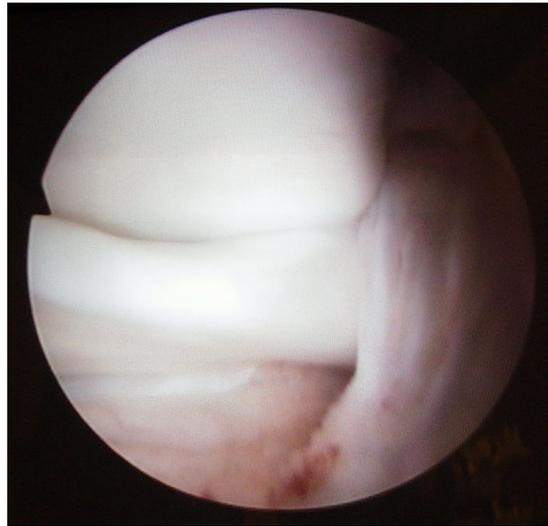


RNM de la rodilla en un corte frontal del mismo niño anterior, mostrando la Condroepífisis en contacto con un menisco discoide completo tipo tableta. Se puede observar la rotura intrameniscal existente y también el espacio sustraído al cóndilo externo por la presencia del discoide. A la derecha una radiografía de rodilla del mismo niño donde se puede observar la deformidad ósea en dicho cóndilo.

Con respecto al crecimiento y maduración del núcleo secundario de osificación de las epífisis, ha quedado demostrado que también puede ser alterado por las cargas. Así Carter (1996, 1987) describió el retardo en la aparición de estos núcleos de osificación cuando se aplicaron fuerzas de compresión mantenidas en el tiempo. Este autor realizó un estudio comparativo de análisis de tensión mediante modelos de elementos finitos basados en la forma radiológica y la densidad epifisaria. También en otros estudios de experimentación animal ha quedado patente la modulación del crecimiento de la condroepífisis tras aplicar compresión. En ellos se producían importantes cambios celulares tras la aplicación de fuerzas intermitentes (Sundaramurthy 2006). En este mismo sentido también Carter (1988) describió que las fuerzas de tensión promueven la osificación endocondral y las fuerzas de compresión hidroestática inhiben esa osificación del núcleo secundario.

D. MENISCO DISCOIDE

El menisco discoideo es una malformación relativamente frecuente del menisco humano (1-15% de las artroscopias realizadas) que se presenta de mayor tamaño y grosor, cubriendo una superficie tibial mayor a la considerada como normal. En casos extremos puede llegar a cubrir la totalidad de la meseta tibial, siendo en esos casos casi completamente circular.



Visión artroscópica de un menisco discoide completo tipo tableta, que llega hasta el espacio intercondíleo contactando con el ligamento cruzado anterior. Se puede observar el grosor aumentado del borde medial del menisco. Se trató de un tejido meniscal con consistencia dura, tipo cartilaginosa.

La frecuencia real se desconoce, dado que una gran mayoría de los meniscos discoideos van a ser asintomáticos durante toda la vida, especialmente los incompletos que presentan una menor alteración biomecánica. Kato 2004, estudió 602 rodillas (306 cadáveres) y encontró una tasa de discoideos del 33%, en población japonesa, siendo el 3,6% de meniscos discoideos completos y 29,6% de incompletos. En población caucásica las cifras varían entre el 2 y el 15% de las artroscopias realizadas (Jeannopoulos 1950, Nathan 1969, Smillie 1970, Rohren 2001, Rao 2007).

La causa de la presencia del menisco discoide se desconoce. Algunos autores postulan que sería una causa biomecánica, por falta del anclaje meniscal al platillo tibial (Kaplan 1957) que produciría un remolino de tejido en la parte opuesta a la falta de anclaje. En este supuesto la forma discoide se formaría paulatinamente a lo largo de la infancia, sería por lo tanto una causa adquirida, no congénita. Esta teoría no explica la formación de discoideos con anclajes normales ni la causa del discoide medial, que nunca presenta ligamento meniscofemoral y se encuentra siempre unido a la tibia en su cuerno posterior.



Menisco discoide extraído en 2 piezas.

Otros autores abogan por una causa congénita, secundaria a la falta de reabsorción de la parte central del menisco (Smillie 1948). En contra de esta teoría está el hecho de que hasta el momento en ningún feto ni embrión humano se ha podido encontrar la forma discoide a lo largo de su desarrollo embrionario (Kaplan 1957, Dickhaut 1982, Cáceres 1983, Klark 1983, Shapiro 2006). El menisco aparece en el estadio embriológico XXI de Streeter y en este momento ya está configurado en forma de semiluna. En el estadio XXIII, cuando el feto mide 28 mm de longitud, ya está completamente desarrollado (Cáceres 1983). En ningún momento se ha observado embriones con menisco discoide, lo que anula la teoría de falta de reabsorción central.

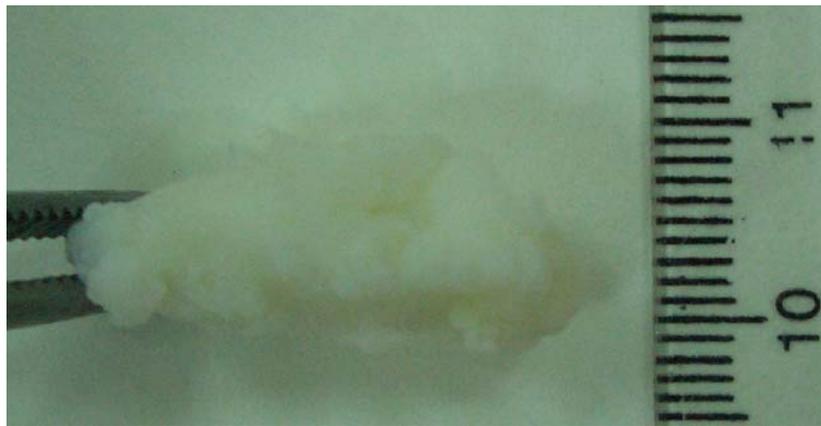
Autores como Le Minor (1990) postulan que la presencia de menisco discoideo en el hombre tendría un origen filogenético, dada su frecuente presencia en otro tipo de animales no homínidos (*Prosimii*, *Platyrrhini* y *Pongo pygmaeus*), e incluso en forma de anillo en otros no homínidos como *Catarrhini*, *Hylobates*, Gorilas y *Pan troglodytes*, y en otras especies diferentes (Kaplan 1957, Duff 1987). El menisco discoide humano sería una malformación congénita que se produce como reminiscencia atávica del discoide de especies más antiguas en la escala filogenética. Esta teoría se ve reforzada por la evolución que ha sufrido la rodilla humana con respecto a la de los antiguos primates. Su menisco externo nunca presentó anclaje posterior (no hubo unión meniscotibial) y por ello la movilidad del menisco externo fue siempre mayor en los primates. Además presentaban un ligamento menisco femoral muy desarrollado, sobretudo el fascículo posterior llamado ligamento de Wrisberg. Este ligamento estaría en franca regresión en la especie humana donde frecuentemente ya no se encuentra. Sin embargo en la rodilla humana, bipedestante, existe el fascículo anterior del ligamento meniscofemoral llamado ligamento de Humphrey, que por el contrario nunca existió en los primates. Sería una estructura progresiva en el desarrollo humano.

En resumen la presencia de un menisco discoide tendría para Le Minor un carácter ancestral en franca regresión.

Esta teoría genética se ve sustentada además por las numerosas malformaciones asociadas al discoide que frecuentemente encontramos en la rodilla humana, lo que

plantea la idea de una causa malformativa congénita (Husson 1985, Hoffmann 1997, Ozcanli 2003).

Su principal consecuencia fisiopatológica es que ocupan un mayor espacio articular entre el cóndilo femoral y el platillo tibial, y por ello se alteraría la biomecánica normal de la rodilla. Su deficiente morfología asociada a la frecuente falta de anclaje posterior, y ausencia de la unión meniscotibial produce un menisco hipermóvil en el momento de la extensión (Beaufils 2006). Sería este movimiento de medialización meniscal, producido por la tracción del ligamento meniscofemoral durante la fase de extensión, el que produce el típico sonido audible o “clunk” (Kaplan 1957).



Menisco externo discoide. Muestra meniscal postmeniscectomía en una sola pieza. Se puede observar su grosor que llega a ser de 9 mm.

Desde el punto de vista anatómico, se han descrito alteraciones óseas producidas por la presencia del menisco discoideo (Jeannopoulos 1950, Weiner 1974, Kim 2000, Abril 2001 y 2006, Otay 2003, Rebello 2006, Ha 2008). Esas alteraciones se producen en las epífisis de los tres huesos que forman la rodilla: epífisis proximal de tibia, epífisis distal de fémur y epífisis proximal de peroné. Estos autores han descrito la presencia de un ascenso de la cabeza del peroné, un aumento de la concavidad tibial, aplanamiento del platillo tibial externo o su mayor inclinación, hipotrofia de la espina tibial externa, hipoplasia de la cresta medial del cóndilo, hipoplasia del cóndilo femoral externo, aumento de la interlínea externa, aplanamiento del cóndilo lateral en la proyección lateral, o existencia de un surco en el cóndilo femoral externo. De entre todas ellas, sólo se han confirmado mediante estudios comparativos dos alteraciones, el ascenso de la cabeza del peroné y el aumento de la interlínea externa. El resto de las deformidades no han podido ser confirmadas fehacientemente mediante estudios más consistentes.

Las consecuencias clínico-patológicas a largo plazo de la presencia de un menisco discoideo en la rodilla humana según las numerosas publicaciones son:

- Aumento de la incidencia de **osteocondritis** (Irani 1984, Yoshida 1998, Mitsuoka 1999, Aichroth 1991, Mizuta 2001, Gicquel 2005, Sánchez 2005, Kim YG 2006, Kim 2007).

- Desarrollo de **artrosis** precoz en la edad adulta (Helfet 1959, Nathan 1969, Frankel 1971, Noble 1975, Cox 1977, Washinton 1995, Mitsuoka 1999, Nawata 1999, Atay 2003, Davidson 2003, Cui 2007, Good 2007,).
- Una mayor incidencia de **roturas meniscales** tanto del menisco interno como del externo (Amako1960, Wershba 1975, Hall 1977, Fujikawa 1981, Ikeuchi 1982, Arnoczky 1982, Le Minor 1990, Rohren 2001, Abril 2002, Ögüt 2003, Kato 2004, Ayala 2004, Good 2007, Cui 2007, Rao 2007, Kim 2007, Moser 2007, Hart 2008).

A pesar de todas estas complicaciones, no hemos encontrado ningún autor en la literatura que abogue por la meniscectomía remodelante o meniscoplastia de los meniscos discoideos asintomáticos de los niños, es decir desde el momento mismo del diagnóstico.



Las ventajas teóricas del tratamiento quirúrgico precoz mediante meniscectomía parcial pueden ser las siguientes:

1. **La mejoría de la biomecánica articular**, normalizando la forma y la función meniscal, hecho que previene el desarrollo de alteraciones mecánicas secundarias.
2. **La recuperación de las alteraciones óseas** de la rodilla tal como intuyó Weiner en 1974 al observar un caso de discoide medial que asoció un hundimiento patológico de platillo tibial en su zona central, y que se recuperó completamente tras la meniscectomía realizada a la edad de 13 años.
3. **La prevención de las lesiones condrales** (osteocondritis, úlceras condrales) debidas al mal apoyo que produce la presencia de un menisco discoide demasiado grueso o roto, y a su hipermovilidad en casos de menisco tipo Wrisberg.
4. La meniscectomía parcial remodelante, bien contorneada, y realizada cuando el menisco es muy celular y asocia una relativa alta vascularización (menisco

de los niños), **puede “regenerar”** y producir un pseudomenisco (Aichroth 1991). Este tejido meniscal residual tiene en los niños un gran potencial de crecimiento y remodelamiento, pudiendo generar un nuevo menisco con forma y tamaño suficiente que normalice su anatomía y función (Smillie 1944, Clark1983, Arnoczky 1995).

5. **La prevención de las roturas complejas** del discoide. La meniscectomía remodelante retira el tejido redundante y respeta el tejido periférico junto a sus anclajes, y por ello disminuye el riesgo de rotura meniscal, y el desarrollo de trazos complejos que afectan a la totalidad del menisco y que no permitan el remodelamiento quirúrgico como el que puede realizarse en meniscos íntegros. Este hecho es importante dado que la presencia de roturas múltiples y complejas son la norma en la historia natural del discoide, que nos puede obligar a realizar meniscectomías totales por imposibilidad de reconstruir anatómicamente un menisco próximo a la normalidad (Hayashi 1988, Abril 2002, Kelly 2002, Ayala 2004, Phillips 2004, Rao 2007, Kim 2007, Yoo 2008).

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Ante la comunicación de frecuentes e importantes complicaciones secundarias a la presencia de un menisco discoide en la rodilla en crecimiento, se propone en esta tesis el estudio de dicha patología, con la hipótesis nula de que el menisco discoide no afecta al desarrollo de la rodilla, y la hipótesis alternativa de que efectivamente afecta a dicho desarrollo. La verificación de la hipótesis alternativa debería llevar a revisar la recomendación actual de abstención quirúrgica en caso de meniscos discoideos asintomáticos.

Como hipótesis secundaria, se plantea la no influencia del tratamiento quirúrgico mediante la meniscoplastia remodelante en las rodillas en crecimiento con menisco discoide, mientras que se plantea como alternativa que los cambios encontrados en la rodilla tras la meniscoplastia remodelante quirúrgica son definidos, lo que llevaría a recomendar dicho tratamiento en todos los casos de discoide.

OBJETIVOS OPERATIVOS

En el presente estudio nos proponemos realizar las siguientes investigaciones:

1. CLINICAS

Estudiaremos una serie de meniscos discoides comparada con controles, haciendo hincapié en el estudio de las alteraciones óseas producidas por la presencia de un menisco discoide en el niño, y más en concreto por la presencia de la hipoplasia condilar. En este material, se pretende:

- DETERMINAR la posible relación de la forma meniscal con el grado de hipoplasia, roturas meniscales, y supervivencia meniscal.
- DETERMINAR la presencia o ausencia de osteocondritis, lesiones condrales y signos degenerativos.
- VALORAR los resultados del tratamiento realizado en estos enfermos y la recuperación de las lesiones óseas una vez se haya procedido a la meniscoplastia remodelante.

2. INVESTIGACION ANIMAL

El estudio de investigación básica consistirá en un modelo experimental con conejos neozelandeses en los que se implantará un menisco discoide sintético a la edad de 1 mes. Posteriormente se procederá al sacrificio, una vez hayan llegado a la edad adulta, con el objeto de:

- DETERMINAR la presencia o no de hipoplasia condílea
- DETERMINAR la presencia o no de complicaciones clínicas.

3. ESTUDIO CLINICO

3. ESTUDIO CLINICO

A. MATERIAL y METODO

1) POBLACION DE MENISCOS DISCOIDES

Se estudiaron todos los meniscos externos discoides vistos en su práctica clínica por el doctorando y que fueron un total de 38 casos, en 26 pacientes en crecimiento. El diagnóstico clínico de sospecha se confirmó mediante pruebas de imagen con radiología convencional de la rodilla y RNM en todos los casos. Se confirmó bajo visión artroscópica directa en 31 casos en los que se realizó tratamiento quirúrgico. En los casos diagnosticados solamente por RNM, los parámetros fueron la presencia de continuidad meniscal entre los cuernos meniscales en al menos 3 cortes consecutivos separados 5 mm de RNM (Silverman 1989, Kelly 2002).



Menisco discoide tipo completo. Visión artroscópica del discoide que casi contacta con el ligamento cruzado anterior.

Se realizó estudio mediante RNM en la rodilla contralateral en 15 enfermos del total de 26.

Se determinó la edad del paciente en el momento del diagnóstico, y en el momento de la cirugía. La indicación quirúrgica fue la meniscopatía o la presencia de complicaciones asociadas como la osteocondritis, o la condromalacia.

2) POBLACION CONTROL

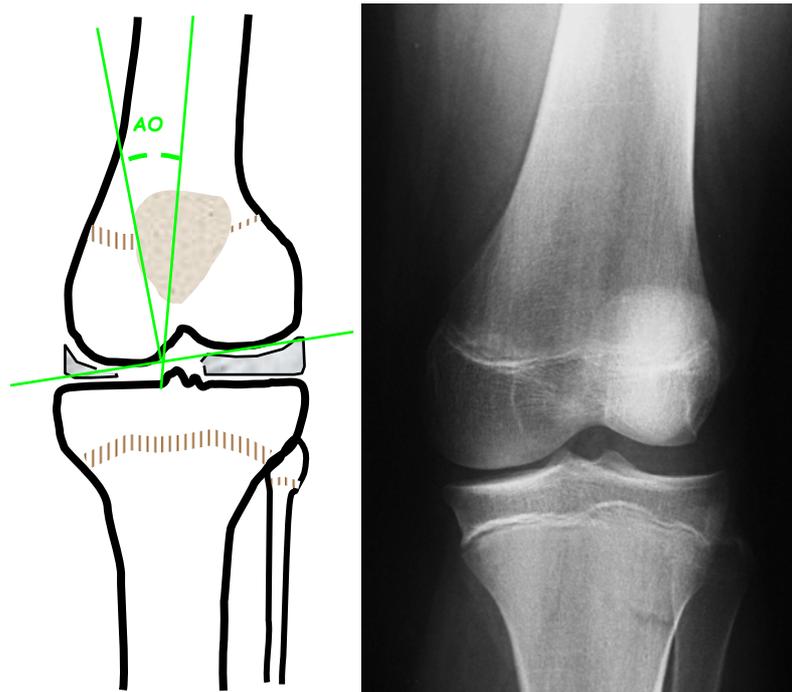
El grupo control consistió en 64 rodillas de niños sanos, sin menisco discoide ni patología de rodilla. El estudio radiográfico fue extraído de la historia clínica de pacientes que sufrieron un traumatismo o presentaron una tumoración de rodilla que requirió su estudio radiográfico.

3) ESTUDIO RADIOGRÁFICO

A. Serie de pacientes con menisco discoide

Tras el diagnóstico de menisco discoide se estudiaron las rodillas afectas mediante radiología convencional, en proyección anteroposterior y lateral en el momento del diagnóstico, durante el seguimiento a lo largo de la infancia y al final del crecimiento o del seguimiento.

Para la determinación del grado de hipoplasia condilar se eligió el ANGULO DE OBLICUIDAD FEMORAL (AOF) descrito por Tardieu, y se determinó en todos los casos de menisco discoide. La medición del ángulo AOF se realizó sobre proyecciones anteroposteriores de la rodilla con ampliación del fragmento distal del fémur, de tal forma que se pudiera observar al menos su tercio distal. La medición del ángulo se basó en la determinación de la línea media diafiso-metafisaria (eje femoral), y por otra parte la línea perpendicular que pasa tangente a la superficie de los cóndilos descrita por Tardieu en 1997:



La determinación del ángulo se realizó en:

1. **Pacientes no menisectomizados.** Las mediciones radiográficas se realizaron en diferentes momentos de la evolución: en el diagnóstico, anualmente y al final del crecimiento o del seguimiento.
2. **Pacientes menisectomizados.** Las mediciones se realizaron en el momento del diagnóstico, preoperatoriamente,

anualmente tras la meniscectomía y al finalizar el crecimiento o el seguimiento.

Debido a la variación del ángulo AOF con respecto al grado de rotación del fémur en la proyección anteroposterior, dicha rotación fue cuidadosamente controlada mediante la observación de dos puntos:

1. **Posición de la cabeza del peroné:** en la correcta proyección anteroposterior, debe verse una ligera superposición de la cabeza del peroné sobre la tibia. Si se observa la articulación tibio-peronea superior, es decir el espacio entre ambos huesos, el miembro estaría en rotación interna. Si por el contrario la cabeza del peroné se observa sobre la tibia, el miembro estaría en rotación externa.
2. **Visión de la patela:** la rotación del miembro produce traslación de su imagen radiográfica hacia dentro o hacia fuera, en la visión anteroposterior de la rodilla.

En cualquiera de estos casos, cuando existió esta rotación del miembro se realizó una corrección según lo descrito por Tardieu 1997. La rotación interna del miembro en 10°-15°, disminuye el ángulo bicondíleo en 1 grado y por lo tanto en el presente supuesto se sumó 1 grado cuando se determinó la presencia de rotación interna. Al contrario se disminuyó 1 grado en caso de detectar la presencia de rotación externa de 10°-15°, que habitualmente produce aumento del ángulo AOF en 1 grado.

La variación de la magnitud de dicho ángulo fue llamada *mejoría angular*. El signo positivo se aplicó cuando el ángulo aumentó de 90° y corresponde a valgo de la línea bicondílea, mientras el signo negativo fue aplicado cuando disminuyó de 90° que correspondió a varo.

De cualquier manera se tuvo exquisito cuidado en valorar el correcto posicionamiento de la rótula en el centro de la rodilla y la ligera superposición de la cabeza del peroné sobre la meseta tibial, signo inequívoco de la correcta proyección anteroposterior de la rodilla. Las radiografías que no cumplieron dichos criterios fueron descartadas para el presente estudio. Se hizo especial hincapié en vigilar la correcta realización de las radiografías en los casos que nos ocupan.

Las mediciones radiográficas fueron realizadas en **Sistema PACS** de gestión y visualización de imágenes (IRE), con mediciones reales en sistema digital (Alcobendas, España). Se trata de imágenes estándar en la práctica clínica del Hospital.

B. Población de control

Se determinó también el ángulo AOF de Tardieu, con el mismo método descrito anteriormente. Nunca se repitieron radiografías en este grupo control.

4) ESTUDIO POR RNM

Se realizó estudio de imagen mediante RNM en todas las rodillas con sospecha clínica de menisco discoide.

Los parámetros diagnósticos se basaron en lo descrito por Silverman en 1989, y que consisten en la presencia de un menisco de mayor tamaño al determinado como normal, para lo que fijaron como menisco discoide aquel que presenta una continuidad meniscal entre los extremos meniscales en al menos 3 cortes consecutivos separados 5 mm.

Una vez confirmado el diagnóstico, se determinó la forma y el tamaño intentando clasificar todos los discoides según lo publicado por Watanabe en 1974 en tipo completo, incompleto y de Wrisberg cuando no existió anclaje meniscotibial; Y según la clasificación de Hall 1977 modificada por el doctorando. Básicamente el doctorando simplificó la clasificación de Hall en solo 2 tipos: tipo 1 con forma de tableta y tipo 2 en forma de cuña. Dicha morfología fue determinada en la visión frontal del menisco bien durante la intervención o con la visualización de la RNM.



Clasificación del discoide según el doctorando. Dos tipos de menisco basado en la forma de su zona media en el cuerpo meniscal según una visión frontal. Tipo 1 en tableta y tipo 2 en cuña.

Mediante la RNM también se determinó el tipo y número de roturas meniscales presentes al diagnóstico. Y además sirvió para planificar el tratamiento a realizar según la morfología encontrada en cada caso.

En caso de presentar osteocondritis, la RNM aportó información en lo que respecta al tamaño, estabilidad y estado del cartílago y del hueso subcondral alterado. También determinó la presencia de cuerpos libres articulares.

5) OTRAS DETERMINACIONES

Durante el acto quirúrgico se determinó el número y tipo de roturas meniscales, siempre apoyados en las imágenes de RNM.

La indicación de la cirugía vino determinada por la presencia de sintomatología clínica: dolor, bloqueos articulares, chasquidos intensos y derrames de repetición. En ningún caso fueron operados meniscos discoides asintomáticos.

En los casos operados mediante meniscectomía se intentó realizar la resección del tejido meniscal redundante, dejando un remanente meniscal íntegro de al menos 5-8 mm. Este tejido residual debería remodelarse con posterioridad y realizar las funciones de menisco normal.

Dependiendo de la cantidad de menisco dejado, la meniscectomía se clasificó en tres tipos:

1. *Parcial remodelante o meniscoplastia*
2. *Subtotal: cuando el tejido parameniscal residual fue menor de 2 mm.*
3. *Total cuando se resecó la totalidad del menisco.*

Finalmente el tipo de resección dependió de la presencia de roturas meniscales previas, y que obligaron a realizar resecciones meniscales no recomendados, también a la calidad del tejido meniscal presente en el momento de la cirugía, y al tipo y forma de menisco presente en cada caso.

Se estudiaron la totalidad de los meniscos resecados determinando el tipo y número de roturas, su tamaño, y su relación con el tipo de meniscectomía realizada. Se estudió la repercusión de la rotura meniscal previa, en la forma que obligó a resecar el menisco redundante.

El tejido meniscal resecado artroscópicamente fue remitido al departamento de Anatomía Patológica para el estudio histológico correspondiente

Se buscó la presencia de **osteocondritis** de rodilla mediante estudio radiográfico en todos los casos y de RNM cuando se desarrolló la enfermedad con el propósito de valorar el riesgo de progresión de la lesión condral y con ello adecuar el tratamiento final. Se determinó el momento de su aparición en relación con la meniscectomía, el tiempo de curación y las secuelas.

El protocolo de tratamiento de los casos de osteocondritis consistió en el seguimiento ortopédico durante un periodo de 6 a 12 meses en todos los casos y ante la falta de evolución hacia la curación o la presencia de riesgo de desprendimiento se indicó el tratamiento quirúrgico mediante perforaciones artroscópicas.

Los resultados clínicos fueron determinados al final del seguimiento según la escala de Ikeuchi (Kim 2007) que incluye cuatro grupos:

1. **Excelente**: no existe limitación de la movilidad de la rodilla, no se detecta ningún click ni ruido audible, ni hay dolor.
2. **Bueno**: molestias o dolor ocasional leve con el movimiento, pero sin ningún tipo de síntomas con el movimiento.
3. **Regular**: dolor leve y además, un chasquido o ruido con el movimiento de la rodilla pero sin restricción de los movimientos.
4. **Malo**: dolor de reposo así como con el movimiento y limitación de los movimientos.

Las alteraciones radiológicas óseas compatibles con signos artrósicos fueron determinadas al final del seguimiento. Estos cambios evolutivos en los casos no operados o postoperatorios en los operados fueron determinados en las proyecciones anteroposterior y lateral de rodilla. La artrosis radiográfica fue clasificada según Kellgren y Lawrence 1957. Esta clasificación consta de cuatro grados:

Grado 0: no existe ningún osteofito, y el espacio articular es normal.

Grado 1: inicio de osteofitos y el espacio articular sigue normal.

Grado 2: existen osteofitos, pinzamiento inicial de la interlínea, quistes subcondrales y esclerosis del subcondral:

Grado 3: osteofitos, moderado estrechamiento articular.

Grado 4: osteofitos severos y destrucción del espacio articular.

También se buscaron otros signos radiográficos no clasificados en estos grupos como aplanamiento de los cóndilos o mesetas tibiales (Kim 2007).

6) ESTUDIO ESTADÍSTICO

El estudio estadístico fue realizado mediante el programa SPSS 15.5. Las variables cuantitativas fueron comparadas mediante el test de comparación de medias tras comprobar la normalidad de la muestra y la homogeneidad de la varianza. El nivel de significación fue 0,05. Se aplicó la regresión lineal en variables cuantitativas que así lo requirieron. Las variables cualitativas fueron comparadas mediante el test de la Chi cuadrado.

B. RESULTADOS

Se han obtenido los resultados según las dos poblaciones estudiadas:

1) GRUPO CONTROL

Consistió en 64 niños con una edad media de 9,34 años (DE=4,26 años) siendo el menor de 1 año y el mayor de 18 años. Hubo 30 niños y 34 niñas.

El resultado de los ángulos AOF en esta población control fue de 6,05° de media (rango 1°-11°, DE=2,29°).

N=64	Media	Rango	DE
Edad población a.	9,34	1-18	4,26
AOF grados	6,05	1°-11°	2,29

2) GRUPO DE PACIENTES CON MENISCO DISCOIDE

Se estudiaron 38 meniscos discoides en 26 pacientes en crecimiento. Por ello hubo 12 casos bilaterales (46%). De los 14 pacientes con diagnóstico unilateral de discoide, se estudió el lado contralateral en 3 siendo en los 3 un menisco normal. En los 11 casos restantes el lado contralateral no fue estudiado. Por lo tanto de los 15 casos en los que se estudió la bilateralidad se pudo confirmar en 12 (80% de bilateralidad estudiada). Hubo 19 rodillas derechas y 19 izquierdas.

Hubo 11 niños y 15 niñas. La edad media al diagnóstico fue de 10,2 años (DE=3,9) siendo el menor de 4 y el mayor de 17 años.

La edad media de los pacientes al final del seguimiento fue de 18,5 años siendo el más joven de 12 años y el mayor de 31. El seguimiento medio de toda la serie fue de 8,3 años (99,95 meses; rango 12 a 168 meses, DE=37,4).

Años / grados	N	Media	Rango	DE
Edad media al diagnóstico	38	10,29	4-17	3,9
Edad final seguimiento	38	18,5	12-31	4,8
Edad meniscectomía	27	10,9	4,5-18,5	4,1
AOF inicial	38	10,84	5-17	2,5
AOF final	38	9	5-10	2,5
Seguimiento	38	8,3	1-14	3,1

Todos los pacientes al final del seguimiento presentaron cierre de las fisis de crecimiento. La paciente más joven presentaba 12 años y el cierre fisario estaba prácticamente completado.

Hubo un caso menisco discoide familiar con presencia de discoide externo bilateral en madre y padre. Ambos fueron operados mediante meniscectomía parcial en la edad adulta con signos claros de artrosis a la edad de 48 y 50 años de edad.

Del total de 38 rodillas se confirmó el diagnóstico clínico de sospecha únicamente mediante RNM en 7 casos, y en los 31 restantes se realizó una artroscopia, bien por síntomas de menisco discoide o por cualquier otro motivo, siendo el más frecuente la condromalacia. La meniscectomía artroscópica fue realizada en 27 rodillas y en las 4 artroscopias restantes se realizó otro tipo de actuaciones artroscópicas articulares como la liberación del alerón externo por condropatía de rótula.

Según la clasificación del doctorando hubo 21 discoide tipo tableta y 17 tipo cuña. Y según la clasificación de Watanabe 1974, hubo 26 tipo completo y 12 tipo incompleto. Solo hubo 1 caso de tipo Wrisberg que correspondió a un menisco completo en forma de tableta. De los 12 casos de bilateralidad, hubo 8 casos con la misma forma meniscal en ambas rodillas y 4 casos con diferentes formas meniscales en cada rodilla.

Se encontraron 4 casos con malformaciones articulares asociadas en la rodilla operada: un caso presentó una anomalía de la inserción del ligamento cruzado anterior, un caso de plica sinovial muy gruesa en compartimento anterior de rodilla, un ligamento anómalo menisco tibial externo y una anomalía en la forma de la tibia proximal con presencia de pico óseo similar a la tibia vara de Blount sin otros signos de osteocondrosis.

Hubo 4 pacientes (7 rodillas) que presentaron un cuadro de dolor anterior de rodilla, en tres de ellos en ambos lados, compatible con condromalacia. Un caso fue operado mediante liberación artroscópica del alerón externo cuatro años después de la meniscectomía parcial del discoide.

Hubo 26 rodillas con las fisis abiertas en el momento de la meniscectomía en los casos operados o en el momento del diagnóstico en los casos no operados. En 12 rodillas la fisis estuvo cerrada o próxima al cierre.

3) ESTUDIO ESTADISTICO DE LA SERIE

I. ANGULO AOF

- La medición de los ángulos AOF en la población de menisco discoide tipo cuña frente al tipo tableta y frente a la población normal muestra unas diferencias significativas ($p < 0,05$):

Grados del ángulo AOF del fémur en el momento del diagnóstico

tipo de rotura	Media	N	Desviación Est.	Mínimo	Máximo
tableta	11.57	21	2.80	7	17
cuña	9.94	17	1.89	5	12
control	6.05	64	2.29	1	11
Total	7.83	102	3.33	1	17

- El ángulo AOF medido en todos los meniscos discoides, asociando el tipo tableta y el tipo cuña, fue de $10,84^\circ$ de media (DE: 2,54). Comparando esta media con el grupo control donde fue de $6,05^\circ$, obtenemos unas diferencias significativas $p < 0,05$.

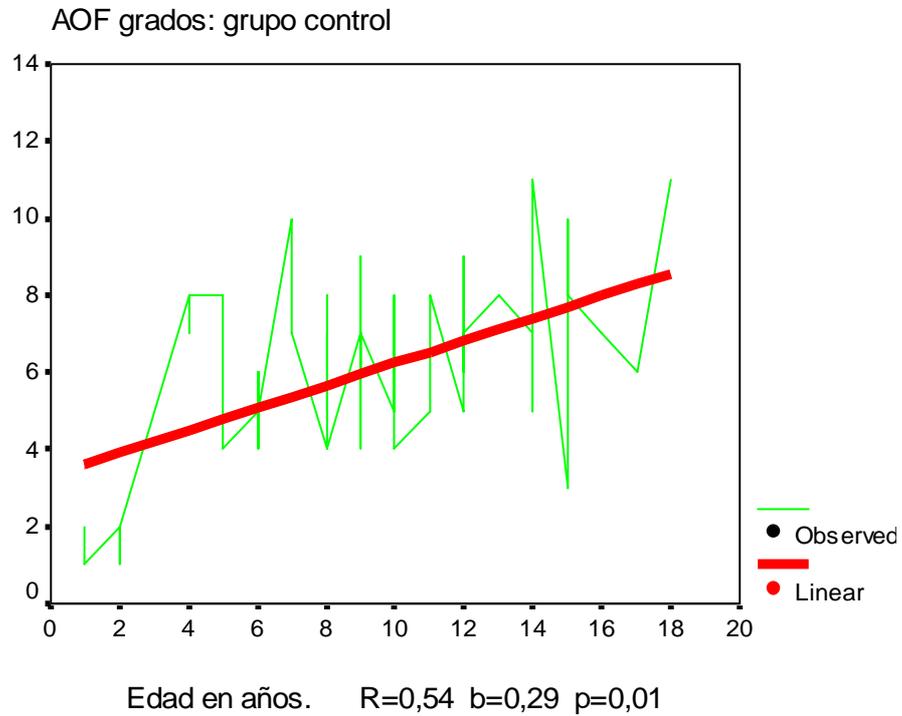
Grados del ángulo AOF del fémur en el momento del diagnóstico

	N	Media	Desviac. Est.	Error Est.	95% Intervalo de confianza de la media		Mínimo	Máximo
					Límite inf	Límite sup		
control	64	6,05	2,29	,29	5,47	6,62	1	11
discoide	38	10,84	2,54	,41	10,01	11,68	5	17
Total	102	7,83	3,33	,33	7,18	8,49	1	17

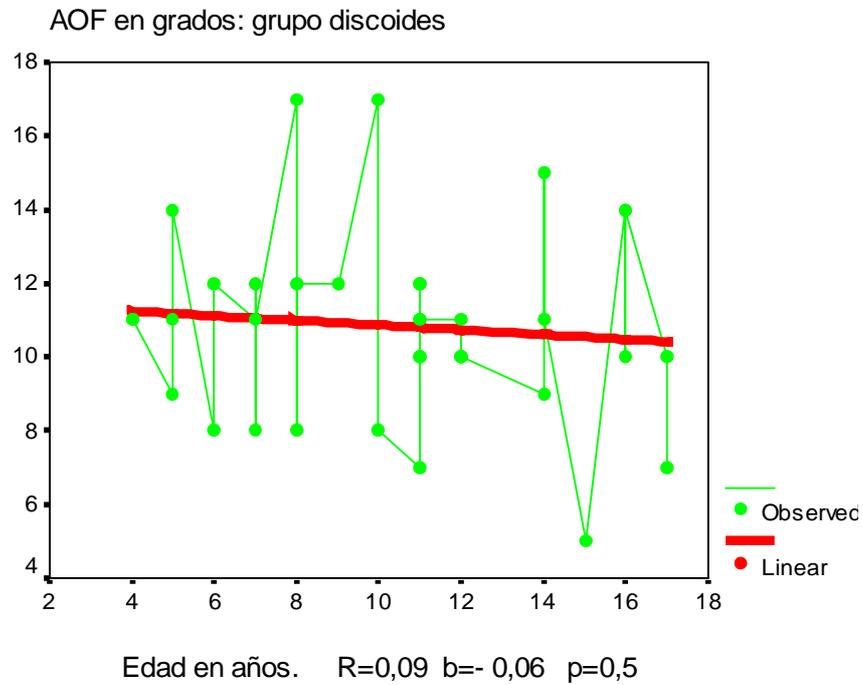
ANOVA

	Suma de Cuadrados	Df	Media cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	548,255	1	548,255	96,200	,000
Intra Grupos	569,912	100	5,699		
Total	1118,167	101			

- El estudio del ángulo AOF de la población de niños sanos muestra el siguiente desarrollo a lo largo de la infancia:



- El estudio del ángulo AOF de la población de niños con menisco discoide muestra el siguiente desarrollo a lo largo de la infancia:



- La evolución de los ángulos AOF tras la menisectomía arroja unos resultados que muestra la corrección del ángulo tras la retirada del menisco redundante. El ángulo AOF mejora 2,04 grados en los casos menisectomizados frente a los 0,73 en los no menisectomizados, $p < 0,05$.

Anova de un factor

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo confianza para la media al 95%		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
No menisectomizado	11	,73	,905	,273	,12	1,33	0	3
Si menisectomizado	27	2,04	2,028	,390	1,23	2,84	0	7
Total	38	1,66	1,864	,302	1,05	2,27	0	7

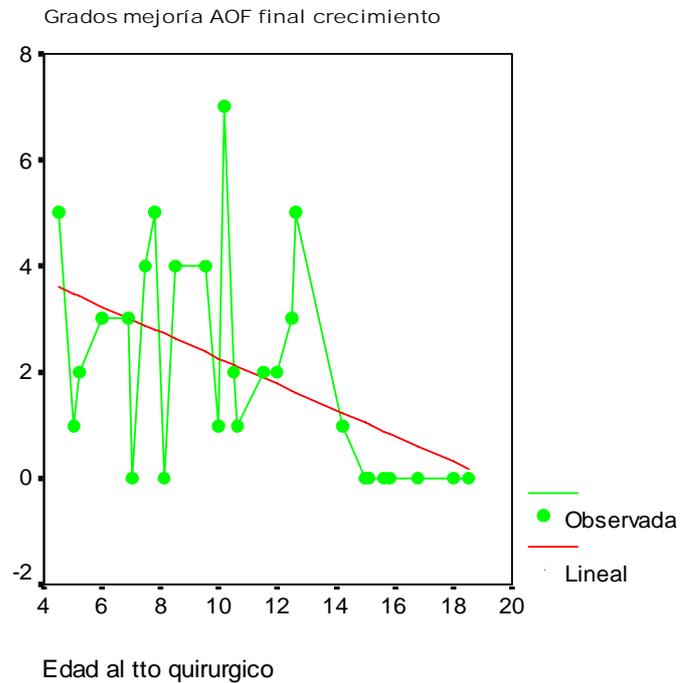
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	13,408	1	13,408	4,192	,048
Intra-grupos	115,145	36	3,198		
Total	128,553	37			

- La corrección del AOF es significativamente mayor en los menores de 14 años que en los mayores de 14 años ($p < 0,05$), tal y como se intuye en la gráfica anterior de la curva de estimación:

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Menores 14 a.	19	2,84	1,893	,434	1,93	3,75	0	7
Mayores 14 a.	8	,13	,354	,125	-,17	,42	0	1
Total	27	2,04	2,028	,390	1,23	2,84	0	7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	41,562	1	41,562	15,887	,001
Intra-grupos	65,401	25	2,616		
Total	106,963	26			

- CURVA DE ESTIMACION entre variables Edad y Grados de corrección del AOF determinado al final del crecimiento:



	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. De la estimación	
Modelo	,49798	,24798	,211790	1,79375	

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	26,52466	1	28,359	8,24379	,0082
	Residual	80,43829	25			

- Realizando el estudio de la mejoría del ángulo AOF según la presencia de fisis abierta en el momento de la cirugía, obtenemos los siguientes datos:

1. La comparación de la mejora del ángulo AOF en casos de fisis abiertas con respecto a las rodillas sin crecimiento fisario arroja los siguientes datos:

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mín	Máx
					Límite inferior	Límite superior		
No fisis	12	,42	,900	,260	-,16	,99	0	3
Si fisis	26	2,23	1,925	,377	1,45	3,01	0	7
Total	38	1,66	1,864	,302	1,05	2,27	0	7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	27,021	1	27,021	9,581	,004
Intra-grupos	101,532	36	2,820		
Total	128,553	37			

2. La comparación de la mejora del ángulo AOF en casos de **fisis abiertas** entre las rodillas meniscectomizadas y las no meniscectomizadas arrojan unas diferencias significativas:

	N	Media	Desviac. típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mín	Máx
				Límite inferior	Límite superior		
no meniscectomizado	6	,50	,548	-,07	1,07	0	1
si meniscectomizado	20	2,75	1,888	1,87	3,63	0	7
Total	26	2,23	1,925	1,45	3,01	0	7

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23,365	1	23,365	8,098	,009
Intra-grupos	69,250	24	2,885		
Total	92,615	25			

- La mejoría del AOF podría depender también de la **forma del discoide**. Así las mediciones del AOF en los meniscos operados según la clasificación del doctorando fue de 10,27° en los cuña y 11,56° en los tableta en el momento de la cirugía, estas diferencias no fueron significativas (p=0,22). Sin embargo al final del seguimiento tras 97,6 meses y cierre de todas las fisis encontramos que las rodillas con antiguo menisco cuña habían mejorado el AOF a 7,82° y los tableta solamente a 9,81°. Estas diferencias fueron significativas (p<0,05). En resumen los cóndilos que habían presentado un

menisco tipo cuña habían mejorado su AOF en 2,45°, mientras las rodillas que habían presentado una tableta solamente mejoraron 1,75° ($p < 0,05$).

Todo ello nos hace pensar que las mayores correcciones las podemos obtener cuando existe menor hipoplasia previa, caso de los tipo cuña.

		N	Media	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%	Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior	
AOF grados Inicio/preop	cuña	11	10,27	1,679	9,14	11,40	7
	tableta	16	11,56	3,162	9,88	13,25	7
	Total	27	11,04	2,696	9,97	12,10	7
AOF final cierre/seguim.	cuña	11	7,82	1,888	6,55	9,09	5
	tableta	16	9,81	2,639	8,41	11,22	6
	Total	27	9,00	2,527	8,00	10,00	5

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
AOF grados Inicio/preop	Inter-grupos	10,844	1	10,844	1,522	,229
	Intra-grupos	178,119	25	7,125		
	Total	188,963	26			
AOF final cierre/seguim	Inter-grupos	25,926	1	25,926	4,627	,041
	Intra-grupos	140,074	25	5,603		
	Total	166,000	26			

- La comparación de medias de los ángulos AOF de los menisectomizados en el momento de la cirugía frente al AOF al final del seguimiento arroja una media de 2,04° contabilizando la totalidad de los 27 casos operados ($p < 0,05$):

		Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
Par 1	AOF grados Inicio/preoperatorio	11,04	27	2,696	,519
	AOF final cierre/seguimiento	9,00	27	2,527	,486

Prueba de muestras relacionadas

N=27 meniscectomizados	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bil.)
	Media	Desv. típ.	Error típ. media	95% Intervalo confianza diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 AOF Inicio-preop / AOF final cierre-seguim	2,04	2,028	,390	1,23	2,84	5,21	26	,000

II. RELACIÓN FORMA Y TAMAÑO MENISCAL

La comparación estadística entre las variables cualitativas morfología meniscal según Watanabe frente a la forma meniscal de Hall modificada que se adopta en este estudio, muestra una correlación estadística ($p=0,002$) entre el tamaño completo y la forma tableta; y entre el tamaño incompleto y la forma en cuña. Lo que parece mostrar una relación directa entre la forma y el tamaño meniscal

Tabla de contingencia: Sección frontal según Hall-modificado / morfología discoidea de Watanabe

		Recuento		
		morfología discoidea de Watanabe		Total
		Completo	incompleto	
Sección frontal Hall	cuña	7	10	17
	tableta	19	2	21
Total		26	12	38

III. MENISCECTOMÍA

La distribución de la serie según el tipo de meniscectomía realizada arroja los siguientes resultados: meniscectomía parcial remodelante en 21 casos, subtotal en 5 casos y total en el caso restante. En 11 casos no se realizó resección meniscal.

MENISCECTOMIZADOS	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
N0	11	28,9	28,9	28,9
total	1	2,6	2,6	31,6
parcial	21	55,3	55,3	86,8
subtotal	5	13,2	13,2	100,0
Total	38	100,0	100,0	

El tipo de resección se vio obligado por diferentes circunstancias, como la rotura compleja no susceptible de reconstrucción, o la degeneración extrema del tejido meniscal en un total de 17 casos de los 27 operados (63%). En 10 casos no afectó al tipo de meniscectomía.

Tanto la única meniscectomía total realizada como los 5 casos de subtotal fueron realizados por imposibilidad de reconstruir el menisco residual debido a la complejidad de su rotura.

IV. RESULTADOS CLINICOS

- Según la escala de Ikeuchi hubo 29 casos con excelentes resultados, 5 buenos, 3 regulares y 1 malo. Por lo tanto los excelentes y buenos resultados representan el 89,5% de la serie completa, meniscectomizados y no meniscectomizados, tras un seguimiento de 8,3 años (99,95 meses; DE=37,4).

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	EXCELENTE	29	76,3	76,3	76,3
	BUENO	5	13,2	13,2	89,5
	REGULAR	3	7,9	7,9	97,4
	MALO	1	2,6	2,6	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

- Si tomamos solamente los 27 casos meniscectomizados tenemos unos excelentes y buenos resultados en 25 casos (92,6% de los operados) tras un seguimiento de 8,1 años (97,67 meses; DE=35,2 meses):

Ikeuchi de los casos meniscectomizados

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	excelente	23	85,2	85,2	85,2
	bueno	2	7,4	7,4	92,6
	regular	1	3,7	3,7	96,3
	malo	1	3,7	3,7	100,0
	Total	27	100,0	100,0	

- Los resultados son mejores estadísticamente en las meniscectomías parciales comparadas con la total y subtotal $p < 0,05$:

*Tabla de contingencia ikeuchi * tipo meniscectomía*

		tipo meniscectomía		Total
		parcial	subtotal y total	
ikeuchi	excelente	19	4	23
	bueno	2	0	2
	regular	0	1	1
	malo	0	1	1
Total		21	6	27

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,882(a)	3	,049
Razón de verosimilitud	7,350	3	,062
Asociación lineal por lineal	5,013	1	,025
N de casos válidos	27		

- Los resultados son peores cuando existe presencia de signos artrósicos en la radiología final del seguimiento $p < 0,005$:

*Tabla de contingencia ikeuchi * signos de artrosis*

		signos de artrosis					Total
		no	osteofitos	otros	aplanamiento cóndilo	1 2 3	
ikeuchi	excelente	25	1	1	2	0	29
	bueno	4	0	1	0	0	5
	regular	3	0	0	0	0	3
	malo	0	0	0	0	1	1
Total		32	1	2	2	1	38

	Valor	Gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	41,341(a)	12	,000
Razón de verosimilitud	12,513	12	,405
N de casos válidos	38		

Los resultados clínicos según la escala de Ikeuchi fueron independientes de :

- Edad a la que se realizó la cirugía según tipo meniscectomía $p = 0,07$
- Ángulo AOF pretratamiento $p = 0,58$
- Ángulo AOF final $p = 0,59$ pero varianzas no homogéneas
- Número de roturas meniscales previas $p = 0,75$
- Presencia de osteocondritis $p = 0,15$

- Tipo de forma meniscal según Hall modificada $p=0,30$
- Tamaño meniscal según tipo Watanabe $p=0,46$
- Tiempo previo de evolución de los síntomas $p=0,63$
- Grado de bilateralidad $p=0,57$
- Sexo del paciente $p=0,76$

a) PRESENCIA DE ROTURAS MENISCALES

De las 38 rodillas se hizo una artroscopia en 31 de ellas, realizando meniscectomía en 27. En las restantes 4 artroscopias se realizaron otros procedimientos no meniscales como por ejemplo extracción de cuerpo libre, liberación alerón externo en un caso y abstención terapéutica en los restantes 2. Por lo tanto se visualizaron los meniscos en 31 rodillas donde se pudo comprobar la forma meniscal y el tipo de rotura y su complejidad.

- Hubo **28 meniscos discoides** que presentaron **algún tipo de rotura** (73% de la serie), habiendo sido el diagnóstico artroscópico en 26 y en los restantes 2 meniscos lo fueron solamente mediante RNM.
- De los **10 meniscos discoides externos íntegros**, se confirmó en 5 mediante artroscopia y en los 5 restantes la RNM no mostró rotura alguna y no pudo confirmarse con visión directa.
- **No se determinó la producción de nuevas roturas meniscales en los meniscos operados mediante meniscoplastia**

b) NUMERO ROTURAS

De los 28 meniscos rotos presentaron rotura única en 13 casos, doble en 11 casos y triple en los 4 restantes. La media de roturas por cada menisco discoide fue de 1,68 (rango 1-3; DE=0,7).

No hubo diferencias ($p=0,9$) en cuanto al número o complejidad de las roturas en relación al grosor meniscal. Tampoco hubo diferencias al comparar la precocidad de la rotura y el número de ellas ($p=0,3$).

c) EDAD A LA ROTURA

La edad media de los pacientes cuando se produjo la rotura meniscal varió según fue el grosor del menisco. Así, de los 28 casos con síntomas de rotura meniscal y en quienes se pudo demostrar al menos una rotura mediante RNM y/o artroscopia, mostraron que la rotura meniscal se produjo más precozmente en los casos con mayor grosor, es decir en el tipo tableta ($x=7,61$ años edad), frente al tipo cuña ($x=10,5$ años edad):

Edad en años a la rotura del menisco / Hall modificado

	N	Media	Desviación típica	Error Típico	Intervalo confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Cuña	10	10,50	4,197	1,327	7,50	13,50	4	16
tableta	18	7,61	2,953	,696	6,14	9,08	3	13
Total	28	8,64	3,654	,690	7,23	10,06	3	16

ANOVA

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	53,651	1	53,651	4,547	,043
Intra-grupos	306,778	26	11,799		
Total	360,429	27			

d) INFLUENCIA DE LA ROTURA EN EL TIPO DE MENISCECTOMÍA REALIZADA

La rotura puede obligar al recorte meniscal por lugares a priori no aconsejados. Es decir que el tejido meniscal residual puede estar influenciado por la línea de rotura previa. Este hecho se pudo confirmar en 17 casos de los 27 (63%) meniscectomizados en esta serie ($p < 0,05$).

		La rotura meniscal previa obligó a tipo resección			Total
		no	si	No op.	
meniscectomía	no meniscectomizado	0	0	11	11
	si meniscectomizado	10	17	0	27
Total		10	17	11	38

El tamaño y la forma del menisco residual tras la meniscoplastia quirúrgica obligada por rotura previa, subdivide las tres formas de resección meniscal llevadas a cabo: total, subtotal y parcial. Su correlación con los resultados finales fue:

		La rotura obligó a tipo de resección			Total
		No	si	No operados	
resultado final	EXCELENTE	9	14	6	29
Ikeuchi	BUENO	1	1	3	5
	REGULAR	0	1	2	3
	MALO	0	1	0	1
Total		10	17	11	38

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,021	6	,319
Razón de verosimilitud	7,642	6	,266
N de casos válidos	38		

A pesar de la falta de significación, muy influenciados por el escaso número de enfermos con malos resultados, podemos observar que los dos enfermos con resultado regular y malo, están incluidos en el grupo de meniscectomías determinadas y obligadas por la forma de la rotura previa.

e) ROTURAS HORIZONTALES

Hubo 14 casos de discoide con rotura horizontal, confirmada mediante RNM y artroscopia en 12 casos y mediante RNM aislada en los 2 restantes donde no se realizó artroscopia. En 24 casos no se observó este tipo de rotura.

En 5 casos fue la única rotura existente y en los 9 restantes se asoció a otro tipo de rotura meniscal.

Hubo 11 niñas y 3 niños con una edad media al diagnóstico de 10,07 años (rango 5-17; DE=4,5) y de 12,03 años al momento de la meniscectomía (rango 5-18; DE=4,9 años). Se trataron mediante meniscectomía 11 casos y seguimiento ortopédico en 3 casos. En un caso se realizó artroscopia diagnóstica pero no se llegó a resear el menisco redundante.

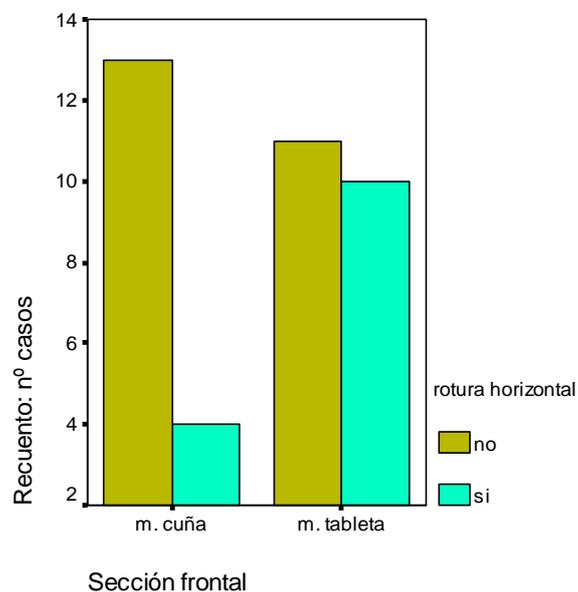
La resección consistió en meniscectomía parcial en 9 casos y subtotal en otros 2:

Meniscectomía		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No	3	21,4	21,4	21,4
	parcial	9	64,3	64,3	85,7
	subtotal	2	14,3	14,3	100,0
	Total	14	100,0	100,0	

En 10 casos la rotura horizontal se asoció a discoide tipo tableta (n=21) y en los 4 restantes a tipo cuña (n=17). Las diferencias no fueron estadísticamente significativas a pesar de la mayor asociación de rotura horizontal con el menisco discoide tipo tableta. ($p=0,11$). Ello podría ser debido al escaso número de roturas horizontales presente en la serie estudiada.

Tabla de contingencia: Sección frontal * Rotura horizontal

		Rotura horizontal		Total
		no	si	
Secc. Frontal	Cuña	13	4	17
	Tableta	11	10	21
	Total	24	14	38



f) OSTEOCONDROITIS

Hubo 7 rodillas que presentaron una lesión tipo osteocondritis de cóndilo externo, en 5 pacientes, siendo bilateral por tanto en dos casos. En cuanto al sexo hubo dos niños que correspondieron a los casos bilaterales, y tres niñas.

La aparición de la osteocondritis fue en un caso previo a la meniscectomía y en los 4 restantes apareció tras la meniscectomía:

a) Casos sincrónicos: son los casos en los que el menisco discoide y la osteocondritis se diagnostican en el mismo momento y no cabe imputación quirúrgica por no haber sido operados aún.

En este supuesto hubo 1 caso de osteocondritis del cóndilo femoral externo en presencia de menisco discoide. Fue un varón con osteocondritis bilateral que comenzó a producir síntomas a la edad de 11 años y fue diagnosticado mediante RNM de ambas patologías. La meniscectomía fue realizada a la edad de 15 años en la rodilla izquierda y a los 18 años en la derecha.

La osteocondritis por tanto apareció 98 y 60 meses antes de la meniscectomía. No se realizó tratamiento quirúrgico de la osteocondritis pero sí se realizó meniscectomía y la lesión curó tras 33 meses postratamiento en ambos lados. No hubo secuelas.

b) Casos metacrónicos: son los casos de osteocondritis de rodilla que aparecieron tras la meniscectomía y por tanto sin la presencia del discoide.

Fueron 4 casos (5 rodillas, uno bilateral). La osteocondritis apareció con un intervalo medio de 26,2 meses postmeniscectomía (rango 12-36 meses, DE=10).

El tratamiento realizado en los casos de osteocondritis fue quirúrgico mediante perforaciones artroscópicas en 2 rodillas de un mismo enfermo, y en 3 rodillas se optó por tratamiento ortopédico, aunque un caso requirió una artroscopia en fase de secuelas.

El tiempo medio de curación fue de 30 meses para 2 rodillas que siguieron el tratamiento ortopédico, y el caso restante con seguimiento ortopédico no presentó curación evolucionando hacia la formación de una úlcera osteocondral con mal resultado final.

En las 2 rodillas (1 enfermo) tratadas mediante perforaciones artroscópicas, la curación radiológica de la lesión apareció a los 4,5 meses de media para las 2 rodillas en las que se realizó ($p < 0,05$).

RELACION DE LA OSTEOCONDritis CON OTRAS VARIABLES

- a) Se encontró relación estadística entre la osteocondritis y la edad al diagnóstico del menisco discoide ($p < 0,05$). El diagnóstico fue más precoz en los pacientes con osteocondritis, que se llegó a diagnosticar el menisco discoide 3,03 años más precozmente que la media de todos los discoides:

Edad en años cuando diagnóstico de menisco discoide

	N	Media	Desv. típica	Error típico	Intervalo confianza para media al 95%		Mín.	Máx.
					Límite inferior	Límite superior		
Osteocondritis								
No	31	11,03	3,773	,678	9,65	12,42	4	17
Si	7	7,00	2,887	1,091	4,33	9,67	4	11
Total	38	10,29	3,924	,637	9,00	11,58	4	17

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	92,848	1	92,848	7,008	,012
Intra-grupos	476,968	36	13,249		
Total	569,816	37			

- b) No se encontró relación estadística entre la osteocondritis y las siguientes variables:

- *Ángulo AOF previo al tratamiento del menisco discoide*: dicho ángulo fue de $10,43^\circ$ para los discoides con osteocondritis frente a $10,94^\circ$ de los discoides sin osteocondritis ($p=0,6$).
- *Edad media a la que se realizó la meniscectomía*: fue de 9,8 años, frente a los 11,3 del resto de la población de discoides ($p=0,3$).
- *Tipo de meniscectomía realizada*: no hubo relación estadística ($p=0,1$). El caso bilateral que presentó osteocondritis previa a la meniscectomía fue incluida en el grupo de los no meniscectomizados:

	tipo meniscectomía				Total
	total	parcial	subtotal	no meniscectomía	
Osteocondritis no	0	17	3	11	31
si	1	3	1	2	7
Total	1	20	4	13	38

- *Forma y tamaño meniscal*: hubo 2 casos de meniscos tipo cuña y 5 tipo tableta (p=0,3), y en 6 casos el menisco fue completo frente a 1 caso incompleto (p=0,3):

		Morfología frontal tipo Hall		Total
		cuña	tableta	
Osteocondritis	no	15	16	31
	si	2	5	7
Total		17	21	38

		Morfología discoidea de Watanabe		Total
		completo	incompleto	
Osteocondritis	no	20	11	31
	si	6	1	7
Total		26	12	38

La media de tiempo de seguimiento fue de 83 meses para los 5 enfermos (6,9 años) tras el diagnóstico o el tratamiento artroscópico en los casos que se realizó (rango 30-132 meses, DE=33).

El resultado final de los casos fue el que sigue:

Escala de Ikeuchi

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	excelente	4	57,1	57,1	57,1
	bueno	1	14,3	14,3	71,4
	regular	1	14,3	14,3	85,7
	malo	1	14,3	14,3	100,0
	Total	7	100,0	100,0	

El caso con mal resultado fue el único que no curó mediante tratamiento ortopédico. Se trata de un caso de diagnóstico a los 5 años en quien se realizó una meniscectomía total a esa edad. La lesión osteocondral apareció 36 meses postoperatorio, y evolucionó hacia el desprendimiento y la formación de un cuerpo libre con lesión ulcerada de gran tamaño. Posteriormente se realizó una artroscopia para extraer el cuerpo libre desprendido y realizar perforaciones de la lesión ulcerada, siendo ésta mayor de 1 centímetro de diámetro. El lecho osteocondral no logró repararse y terminó con signos de artrosis precoz.

g) SIGNOS DE ARTROSIS

Atendiendo a la descripción de Kim de 2007 que describe los signos artrósicos de las rodillas con menisco discoide, encontramos los siguientes hallazgos en un total de 6 rodillas (5 enfermos):

- 2 casos de aplanamiento de cóndilo
- 1 caso de aplanamiento de ambas mesetas de tibia, bilateral.
- 1 caso de osteofito marginal
- 1 caso de artrosis con osteofitos, pinzamiento línea articular y esclerosis subcondral. Este caso fue una niña tratada de menisco discoide a los 5 años. Se realizó una meniscectomía completa y al cabo de 36 meses años sufrió una osteocondritis de cóndilo externo, en su zona posterior (C de Cahill). El tratamiento consistió en la abstención quirúrgica con la consiguiente falta de curación del proceso y terminando en una lesión con cuerpo libre ostecondral y el comienzo de un pinzamiento del compartimento externo a la edad de 20 años.

Según la clasificación de Kellgren y Lawrence (1957) encontramos una rodilla grado 1 y otra rodilla grado 3. El resto de la población no presentaban lesiones artrósicas.

El caso de osteofitos marginales fue un caso no meniscectomizado ni operado, y la presencia de su discoide podría estar implicado en la causa artrósica. Las dos rodillas (1 enfermo) con presencia de aplanamiento de las mesetas tibiales estaban presentes en el momento del diagnóstico del menisco discoide y por tanto son imputables a su presencia y no a la meniscectomía realizada posteriormente.

Las restantes 3 rodillas se pueden considerar signos artrósicos postquirúrgicos (dos casos de aplanamiento condilar y 1 caso de lesión articular y pinzamiento) fueron detectados tras un seguimiento postmeniscectomía de 141 meses (11,7 años). Todos ellos fueron seguidos, al menos, hasta completar la madurez esquelética.

La presencia de signos de artrosis no pudo ser relacionado con ninguna variable, excepto cuando se correlacionó con el tipo de meniscectomía. Hubo diferencias entre grupos pero no específicamente de un grupo con otro, dado el escaso número de complicaciones (el caso de aplanamiento de mesetas que apareció antes de la meniscectomía fue incluido en los casos no meniscectomizados):

Tabla de contingencia: Signos de artrosis * Tipo meniscectomía

		tipo meniscectomía				Total
		Total	parcial	subtotal	no meniscectomía	
signos de artrosis	No	0	18	4	10	32
	osteofitos	0	0	0	1	1
	aplanamiento meseta	0	0	0	2	2
	aplanamiento cóndilo	0	1	1	0	2
	osteofitos, esclerosis y pinzamiento	1	0	0	0	1
Total	1	21	5	11	38	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	44,695(a)	12	,000
Razón de verosimilitud	16,354	12	,176
N de casos válidos	38		

Tabla de contingencia signos de artrosis * meniscectomía

		Meniscectomía		Total
		no meniscectomizado	si meniscectomizado	
signos de artrosis	1: no	10	22	32
	2: osteofitos	1	0	1
	3: aplanamiento meseta	2	0	2
	4: aplanamiento cóndilo	0	2	2
	5: osteofitos, esclerosis y pinzamiento interlínea	0	1	1
Total	13	25	38	

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	7,454	4	,114
Razón de verosimilitud	9,075	4	,059
Asociación lineal por lineal	,021	1	,884
N de casos válidos	38		

4) ESTUDIO HISTOLOGICO

El tejido meniscal resecado artroscópicamente fue estudiado en el Departamento de Anatomía Patológica del Hospital del Niño Jesús. En total fueron estudiados **8 casos** de menisco discoide.



El grupo de meniscos estudiados incluyeron 6 meniscos discoides completos tipo tableta y 2 meniscos tipo cuña, uno completo y otro incompleto. En 7 casos hubo rotura meniscal en el momento de la cirugía.

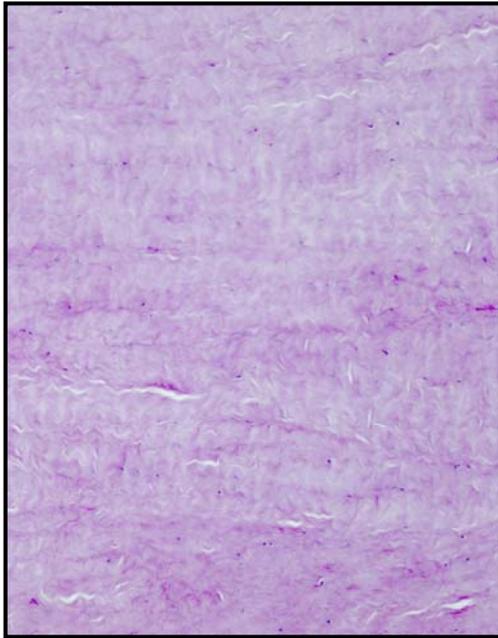
La **descripción histológica** incluye piezas con tejido fibrocartilaginoso y hialino, con zonas de tejido sinovial y proliferación vascular. El tejido meniscal incluye abundante fibra de colágeno denso, con escasas células en su interior, paucicelular, y de aspecto hialino. La orientación de las fibras es irregular y asocia focos angiomatosos. En el 50% de los casos (4 casos) presenta una extensa degeneración mixoide con formación de microquistes de diferentes tamaños. En otros 3 casos existen pequeños focos de degeneración mucinosa con mayor o menor número de hendiduras y repliegues tisulares en zonas periféricas.

Existe hiperplasia vascular en la mayor parte de los meniscos resecados.

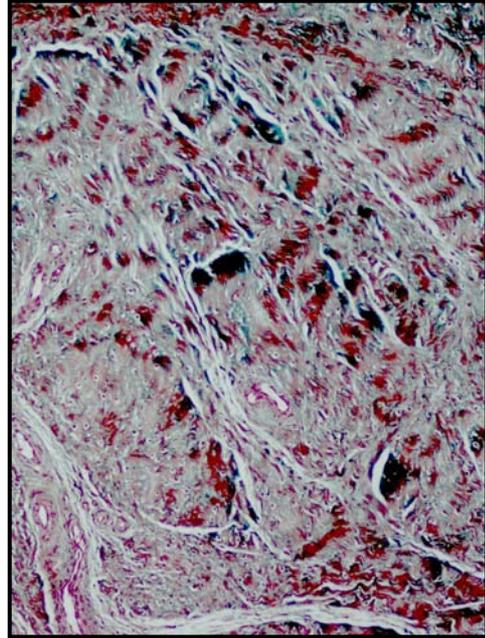
Hubo dos grupos bien diferenciados:

- El primer grupo formado con 5 meniscos presentó una degeneración mucoide global, con presencia de microquistes en la mayoría de los campos observados y correspondió con una media de edad de 5 años.
- El segundo grupo de 3 meniscos presentaba degeneración mucoide menos intensa y mas irregular. Su edad media fue de 10 años.

En ningún caso fue observada metaplasia condral como los discoides descritos por Washington (1995).

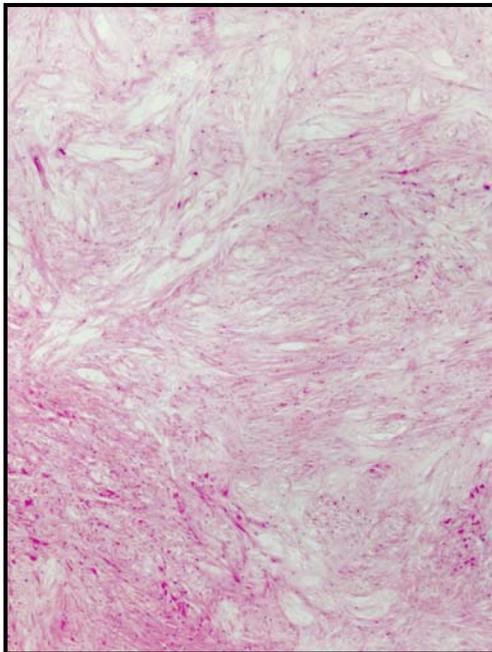


PAS

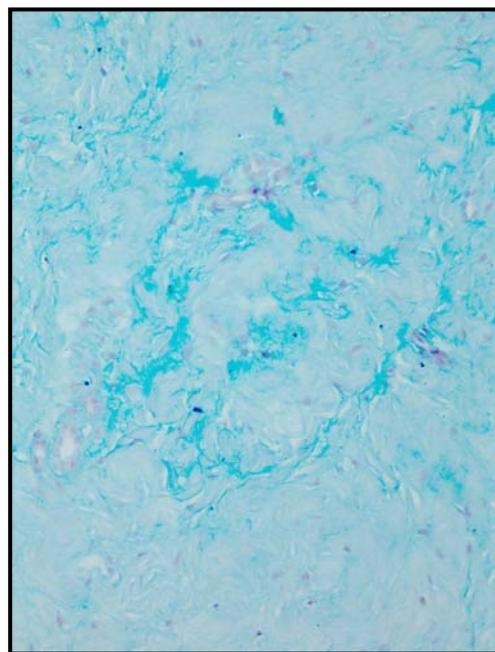


T. Masson

Preparado histológico de un tejido meniscal normal. Se puede observar la orientación y homogeneidad de las fibras de colágeno y la densidad celular. No existe degeneración mucinosa.



Hematoxilina-Eosina



A. Alcian pH 2'5

Preparación histológica de un menisco discoide donde se puede observar la degeneración mucinosa del tejido meniscal. Se pierde la orientación de las fibras de colágeno y la escasez celular. Existen zonas angiomasas al lado de lagunas mucinosas.

4. ESTUDIO EXPERIMENTAL

4. ESTUDIO EXPERIMENTAL

a. INTRODUCCIÓN

Se ha descrito la presencia de *menisco discoideo en la rodilla animal* de varias especies, sin embargo no se han descrito las consecuencias clínico-morfológicas de su presencia.

De entre las diferentes especies animales donde se puede encontrar un discoide, se han descrito en varios tipos de homínidos, primates, perros, gatos, conejos, aves y numerosos reptiles. De entre todos ellos, es frecuente encontrarlos en primates no humanos (Le Minor 1990), y a veces se detecta la forma anular de menisco, consistente en una excavación central, en Gorilas, en *Catarrhini* o en *Pan Troglodytes*, y en otras especies no homínidas (Kaplan 1957, Duff 1987). Por lo tanto la presencia de discoide en animales, dada su alta frecuencia, podría tratarse de una variante anatómica de normalidad, y no de una patología propiamente.

La **rodilla animal**, desde un punto de vista funcional, se comporta de una manera muy diferente a la humana (Gómez Barrena 1991). Su morfología se beneficiaría de una forma discoide de menisco. Ninguna rodilla trabaja en extensión a excepción de los homínidos bípedos. En el género homo, y especialmente en el sapiens, la rodilla soporta la carga en extensión completa, debido a su marcha bípeda. En la especie homo la anatomía articular se adapta más fácilmente a la presencia a una forma meniscal cuneiforme que a una forma discoide. Su presencia en humanos debería ser siempre considerada una patología.



Especimen anatómico de rodilla de conejo donde se puede observar la enorme incongruencia femorotibial. Así mismo se puede observar el contacto femorotibial en la zona posterior de los cóndilos.

Tanto en humanos como en animales, el menisco aumenta la superficie de contacto entre la epífisis femoral y la tibial, dando mayor congruencia a la articulación. Este hecho es más importante en algunas especies como por ej. el conejo, debido a la mayor incongruencia epifisaria de rodilla, que presenta una superficie tibial extremadamente inclinada, frente a una epífisis femoral distal muy convexa.

Funcionalmente estas rodillas que trabajan en flexión, y que en ningún momento de la marcha adquieren la extensión completa, el contacto femorotibial se realiza en el tercio posterior del cóndilo femoral (Sisson 1974, Gómez Barrena 1991).

El desarrollo de la bipedestación a lo largo de la escala filogenética moldea de forma notable la estructura ósea de los seres vivos. También desde el punto de vista ontogénico se produce este moldeamiento óseo. Así desde el nacimiento y hasta el final del crecimiento se producen cambios en la forma de los huesos que dependen del desarrollo paulatino de la bipedestación. En este sentido se ha descrito la inclinación progresiva a lo largo de la infancia, de la línea articular de los cóndilos. Esta línea forma con el eje femoral el ángulo bicondilar. Este ángulo evoluciona desde los 0° en el nacimiento (tanto en humanos como en primates bípedos) hasta los 6-8° al final del crecimiento (Tardieu 1997).

La presencia de un menisco discoide que cambia las zonas de carga femorales, podría alterar dicha evolución ontogénica. Así, se ha descrito un menor tamaño del cóndilo externo (mayor ángulo AOF) en humanos que presentan menisco discoide (Abril 2001 y 2002, Jeannopoulos 1950). Pero estos hallazgos de la rodilla humana no se han estudiado en animales, y ningún autor hace referencia a las consecuencias de su presencia en este tipo de rodillas.

Nos proponemos estudiar las alteraciones morfológicas producidas en la rodilla del conejo en crecimiento, debidas a la presencia de un menisco discoideo, intentando reproducir en un modelo animal lo encontrado en la rodilla humana con menisco discoide.

b. OBJETIVO

Reproducir la hipotrofia femoral del cóndilo externo, descrita en casos clínicos de menisco discoideo humano, en la rodilla del conejo albino de raza neozelandesa mediante la colocación de un menisco discoideo artificial de material de interposición, similar al menisco fisiológico en cuanto a su consistencia.

c. HIPÓTESIS

Si el menisco discoideo produce alteraciones morfológicas del cóndilo femoral en la rodilla humana, podremos igualmente producir dichas alteraciones en animales de experimentación. Para ello elegimos el conejo albino de raza neozelandesa por su fácil manejo y accesibilidad. La colocación de un menisco discoideo sintético debería producir la hipotrofia femoral de la rodilla por un efecto de compromiso de volumen, al igual que ocurre en la rodilla humana.

d. APLICABILIDAD Y UTILIDAD PRÁCTICA DE LOS RESULTADOS

Se ha podido demostrar la presencia de una hipoplasia del cóndilo femoral externo, asociada a un aumento del tamaño de la interlínea externa en rodillas de niños con menisco discoideo. Sus consecuencias están poco estudiadas, pero se ha observado una mayor incidencia de artrosis y a una edad temprana de la vida.

Poco se ha estudiado de la etiología de esta artrosis asociada a menisco discoide en la especie humana, pero se han barajado varios factores que pudieran estar implicados: alteración de la biomecánica de la articulación, lesiones cartilaginosas secundarias a la rotura meniscal crónica, presencia de lesiones osteocondríticas o condropatías de origen no conocido aún. De todas ellas la más comúnmente aceptada es la alteración en la biomecánica de la rodilla asociada a la hipoplasia condilar.

La importancia práctica de este estudio radica en su aplicación a la clínica ortopédica pediátrica. En la actualidad solamente existe consenso en cuanto a la indicación quirúrgica en aquellos casos que son sintomáticos, es decir los que presentan dolor, bloqueo, resalte o alteraciones de la movilidad de la rodilla, pero no existen autores que aboguen por la menisoplastia en casos asintomáticos.

La confirmación experimental del desarrollo de hipoplasia condilar en animales en casos de menisco discoideo, podría replantearnos la meniscectomía parcial remodelante como tratamiento de prevención en la aparición de lesiones óseas de rodilla, aún en casos asintomáticos.

e. DISEÑO EXPERIMENTAL

Estudio comparativo entre la rodilla operada mediante la implantación de un menisco discoideo y la contralateral sana, en conejos albinos neozelandeses en crecimiento.

Se emplearon individuos en crecimiento con una edad aproximada de 1 mes. Se implantó un menisco externo discoide artificial en una de las rodillas. La rodilla contralateral hizo de grupo control y no se intervino. Se mantuvo la prótesis hasta completar el crecimiento a los 8 meses, momento en el que se realizó el control radiográfico para determinar la hipoplasia ósea según las mediciones descritas en el apartado de método. El conejo de 8 meses de edad presenta un cierre completo de las fisis y no se producen cambios posteriores.

MENISCO DISCOIDE SINTETICO

El componente protésico fue de un material sintético (**EVA o etilo vinilacetato, ERKOFLEX^R**). Se trata de un material termoplástico listado por la Oficina Federal de Salud Alemana, con biocompatibilidad contrastada (material usado en clínica humana), no biodegradable, insoluble en agua, inactivo, transparente, reciclable similar el plástico general y no produce sustancias nocivas en la combustión.

El citado material es flexible, con alta elasticidad y muy resistente a la deformación, con una dureza aproximada de 82 Shore A. Su consistencia es similar al menisco

fisiológico, y tiene posibilidad de suturar sin riesgo de desgarro, fácil manejo con posibilidad de recorte intraoperatorio, esterilizable en antisépticos habituales. Se fabrica por Kraemer ERKODENT Erich Kopp GmbH (Pfalzgrafenweiler, Alemania) en planchas de diferentes grosores, pero para el estudio se eligió un grosor de 1,5 mm.

f. ANIMALES

Se realizó el estudio en 8 conejos de 1 mes de edad debido especialmente a dos hechos:

- A partir de los 30 días el conejo se desteta pesando entonces unos 500 gramos. A esta edad ya presenta todos los núcleos de osificación tibial, femoral y rotuliano, y el crecimiento no es tal exponencial como en etapas anteriores. Este hecho es importante dado que el material que implantaremos como menisco discoideo no puede crecer y podría quedarse pequeño si el conejo tuviera un crecimiento desmesurado después de colocar el menisco artificial. El crecimiento ulterior de la rodilla no debe alterar de forma notable la relación proporcionada de tamaños prótesis-cóndilo.
- Para determinar la hipótesis del estudio precisamos de un tiempo mínimo de crecimiento de la rodilla de 6 meses. El tamaño de la epífisis femoral distal depende del crecimiento fisario a ese nivel, y estas fisis presentan su cierre a los 7-8 meses de edad (Widmer 1978). Este fue el momento de realizar los controles finales de la morfología de la rodilla. A pesar de que los conejos son ya adultos a los 3-4 meses (peso aprox. 2,5 Kg.), siguen manteniendo aún abiertas las fisis de crecimiento de la rodilla hasta el octavo mes (Seinsheimer 1981, Schebitz 1989).

Por todo ello la población de conejos objeto del estudio se mantuvo desde la edad de 4-5 semanas, hasta la edad adulta de 8 meses.

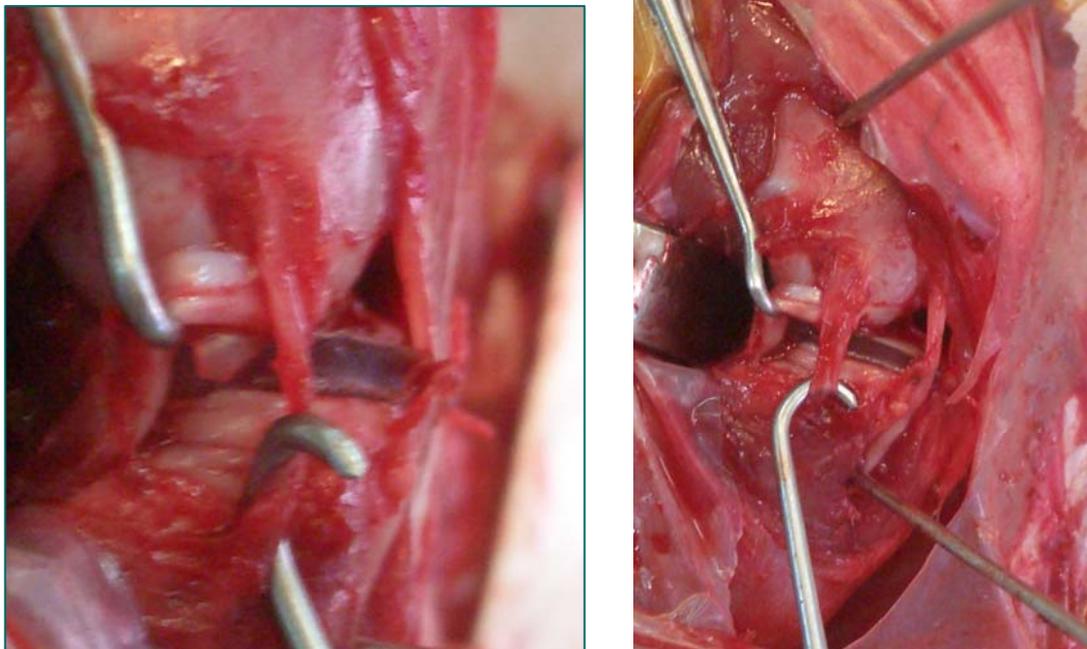
g. MÉTODO

La implantación del menisco discoideo se realizó mediante cirugía abierta en una de las dos rodillas del animal. El lado se asignó aleatoriamente, realizando alternativamente en el lado derecho y en el siguiente animal en el izquierdo. El implante fue un menisco en forma y tamaño de menisco discoideo animal.



Menisco animal de conejo al lado del menisco sintético a implantar. Véase el tamaño similar pero con forma discoide.

Dicho menisco fue anclado mediante tres puntos de hilo no reabsorbible, en su zona posterior, zona lateral y zona anterior según lo descrito por Mikic en 1990. Se respetó el propio menisco animal, colocando sobre él, el menisco sintético de 1,5 mm de grosor. La vía de abordaje de la rodilla fue la antero-externa, a través del tendón extensor de los dedos que anatómicamente se ancla en el cóndilo femoral externo (Sisson 1974, Piermattei 1997).



Para facilitar la inserción del implante se colocó temporalmente (durante la cirugía) un minifijador externo con dos Kirschner anclados en fémur y en tibia lo suficientemente alejados de la rodilla como para no interferir en el campo quirúrgico y en la vascularización del fémur. Dicho fijador nos permitió abrir la articulación

unos mm. para facilitar la colocación de la prótesis. Tras la implantación meniscal, el fijador se retiró en el mismo acto quirúrgico.

ANESTESIA

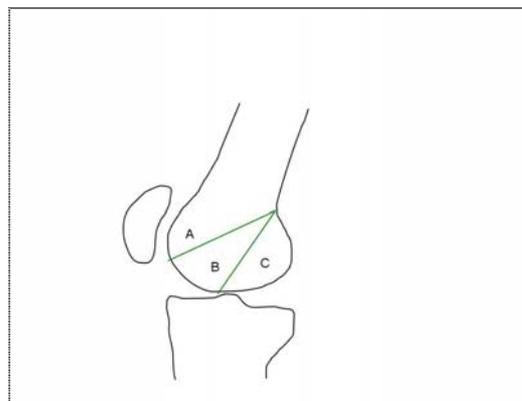
Se utilizó anestesia general con respiración espontánea, sin intubación endotraqueal. Se administró Xilacina (Rompon®, Bayer), 0,5 cc/im. en dosis única en zona de muslo y Ketamina (Imalgene®) 1 cc conjuntamente, para conejos de 600-700 gr. El despertar del animal se realizó de forma espontánea. El sacrificio se produjo tras la administración de 2 cc de Tiopental (Pentothal sódico ®) intracardíaco.



Animal anestesiado con respiración espontánea y rasurado para la intervención quirúrgica. Sólo se implantó el menisco en un lado.

h. ESTUDIO RADIOGRÁFICO

Los controles radiográficos consistieron en radiografías simples mediante proyecciones **antero-posterior, lateral y axial-posterior** de cóndilos. En esta última se intentó visualizar la zona C de la rodilla según la división de Cahill-Berg (1983).

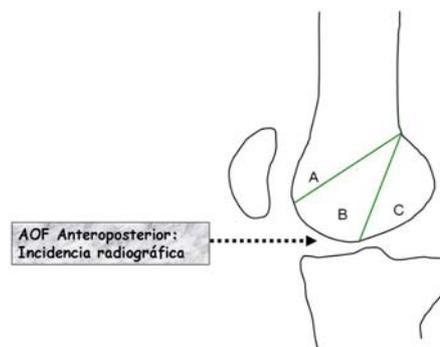
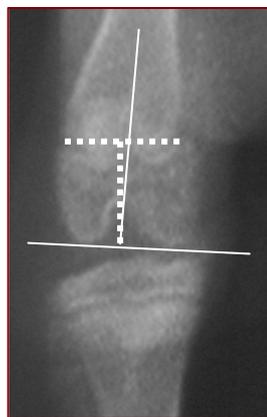


Zonas condilares de Cahill y Berg en proyección lateral.

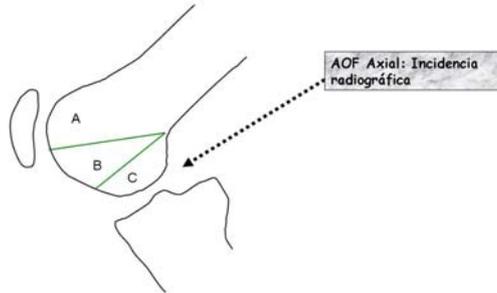
Los parámetros radiográficos determinados fueron los siguientes:

1. Ángulo AOF postoperatorio inmediato, en proyección anteroposterior de la rodilla animal. Dado la enorme incurvación del fémur en el conejo inmaduro en crecimiento, la referencia del eje femoral se tomó como la línea perpendicular a la fisis femoral distal. Dicha medición se realizó tras la intervención quirúrgica.

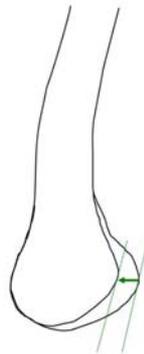
La medición de dicho ángulo en el espécimen postmortem tomó como referencia el eje femoral, tal como lo descrito por Tardieu.



2. Angulo AOF axial condilar: se trata de una proyección que intentó determinar la morfología condilar en su zona de apoyo posterior, en rodillas que trabajan en flexión como las que nos ocupan.



3. Varianza Condílea, en la proyección lateral estricta, intentó determinar la diferencia de tamaño entre ambos cóndilos en su incidencia lateral:



La rodilla contralateral no operada sirvió de población control, indispensable para determinar los valores de normalidad en cuanto a la forma y tamaño de la rodilla en el conejo en crecimiento.

El ángulo AOF anteroposterior se determinó al inicio del estudio en las 16 rodillas, y el resto de los ángulos se midieron en la pieza postmortem.

La determinación de los ángulos AOF axial y varianza lateral no pudieron ser determinados al comienzo del estudio por imposibilidad técnica de realización al ser de muy difícil medición en el espécimen vivo, y el consiguiente error que conllevaría.

Para valorar la repercusión de las rotaciones del miembro inferior en el ángulo AOF se realizó una serie radiográfica de rodillas de conejos donde se rotó 15° el miembro estudiado tanto en rotación interna como en externa, y se realizó una radiografía para cada ángulo y también en neutro con la rótula al cenit. El estudio determinó el grado de variación del ángulo AOF con la rotación del miembro.

Estas mediciones radiográficas se realizaron en Sistema PACS, de gestión y visualización de imágenes (IRE), con mediciones reales en sistema digital (en mm).

Los datos fueron comparados entre el grupo de meniscos discoideos y el grupo control (rodilla operada y rodilla contralateral no operada).

Se determinará la aparición de complicaciones debidas a la implantación de una prótesis en la rodilla animal.

RESONANCIA NUCLEAR MAGNETICA

Se realizó una RNM de control en los conejos nº 2 y 6 a la semana 4ª postoperatorio (2 meses de edad), y siempre después de la cicatrización de la herida quirúrgica.

El objetivo fue determinar el correcto posicionamiento del menisco implantado en el compartimento externo.

La prueba se realizó con una RNM Philips *Potencia Intera Achieva* de 1,5 teslas y *Anterna Sense Flex-P* (similar a la empleada en casos de muñeca de humano adulto). La prueba se realizó con ayuda de anestesia general intraperitoneal mediante una dosis única de Ketamina de 2 cc (conejos de 1-1,5 Kg.)

Los resultados fueron informados por un radiólogo especialista en rodilla, determinando la localización anatómica del menisco discoide y su relación con las estructuras vecinas.

i. ESTUDIO ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se procesaron en un PC con el programa estadístico SPSS 15.5 (Chicago IL, USA). Se analizaron los datos mediante la comparación de medias intentando mostrar las diferencias entre ambos grupos. Usamos el test de la Chi cuadrado para comparación de las variables dicotómicas y se realizó la comparación de medias en las variables cuantitativas tras comprobar la normalidad de la muestra (Test de K-S) y la homogeneidad de las varianzas. Cuando la muestra no siguió la normalidad se aplicó la T de Student en la comparación de variables cuantitativas. También se aplicó el test de Wilcoxon en la comparación de medias de muestras no paramétricas y relacionadas.

Se realizó la regresión lineal simple de las variables cuantitativas de los dos grupos de estudio.

j. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La principal limitación es la inserción de un menisco discoideo similar al que se encuentra en la rodilla animal, que no altere el ambiente articular normal. El hecho que sea una malformación de diagnóstico tan extremadamente rara hace muy difícil un estudio con meniscos discoideos biológicos. Dada la imposibilidad de obtener una población de crías de conejos con dicha malformación nos ha llevado a diseñar el estudio con meniscos sintéticos. Por todo ello no podemos afirmar que se reproduzcan las alteraciones morfológicas óseas vistas en casos de rodillas de niños.



Tibia de conejo mostrando su morfología. Se puede observar la inclinación posterior de los platillos así como su convexidad. A la derecha espécimen fresco de la misma rodilla donde se observa el contacto femorotibial en la zona posterior de los cóndilos cuando se realiza la extensión completa, forzada. En el animal vivo, el apoyo será en una zona más posterior aún.

Otro aspecto limitante es la diferente morfología de la rodilla humana con respecto a la del conejo, debido a la bipedestación del primero. Esta diferencia pudiera tener efecto negativo sobre la respuesta de la fisis a la presencia del menisco discoideo por una menor carga de las sollicitaciones que debería soportar el compartimiento externo de la rodilla.

La rodilla del conejo trabaja en flexión, siempre mayor de 90°, y la zona de carga del cóndilo femoral externo es la posterior. También presenta una inclinación posterior en el platillo tibial, y una forma cóncava muy acusada. Esta incongruencia anatómica hace difícil la implantación del menisco sintético y su estabilidad posterior.

Las cargas sobre la superficie posterior del cóndilo externo nos obligó a buscar la hipoplasia solamente en el plano posterior de dicho cóndilo. El ángulo AOF se midió en la zona correspondiente al tercio posterior del cóndilo externo (zona C de Cahill y Berg). Para ello el foco radiográfico se proyectó de tal forma que se obtuvo una imagen axial de la zona condilar posterior, haz de rayos en zona posterior de rodilla.

Las radiografías anteroposteriores, tanto en el primer control preoperatorio como las realizadas al final del estudio se realizaron con la rodilla del conejo en extensión no

forzada. Lo que significa que la rodilla se encontró a unos 20 a 25° de flexión. Dicha rodilla no pudo extenderse completamente como la humana por imposibilidad articular.

Las mediciones radiográficas se realizarán en Sistema PACS, de gestión y visualización de imágenes, con mediciones reales en sistema digital (mm).

k. PROBLEMAS ÉTICOS Y LEGALES

El presente trabajo, se ajustó a la normativa vigente, siguiendo las normas de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas, 86/609 CEE; así como el desarrollo posterior de la misma.

Hemos empleado conejos sanos tipo Neozelandés especialmente indicados para este tipo de investigación, y que fueron conformados en 1920 en EE.UU., para investigación animal.

Todas las normas y directiva del consejo de las comunidades Europeas han sido respetadas minuciosamente.

APOYO VETERINARIO

El personal veterinario y auxiliar **del Servicio de Medicina y Cirugía Experimental de la Fundación Jiménez Díaz (Clínica de la Concepción)**, acreditado para la práctica de dicha Cirugía Experimental, ha coordinado la preparación de los animales previo a las intervenciones, y se ha encargado de los cuidados postoperatorios, así como de la posterior vigilancia y sacrificio de los mismos.

I. RESULTADOS

De las 8 rodillas operadas según el método descrito con anterioridad, solamente una presentó signos de infección superficial y fue tratada mediante la administración de antibióticos intramusculares (cefonicid cada 24 horas) durante 1 semana, con resultado satisfactorio. En otro caso se produjo una fractura de tibia en tallo verde al intentar distraer la rodilla mediante el fijador externo. No requirió tratamiento dada la ausencia de desplazamiento. No hubo pérdidas de animales y todos pudieron ser sacrificados al final del estudio.

De los 8 conejos 5 fueron hembras y 3 machos. En 4 casos se implantó el menisco en la rodilla derecha y en 4 en la izquierda de manera aleatoria. La operación fue realizada a una edad mínima de 36 días y máxima de 48 días (media 44 días).

Estadística descriptiva

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Edad en días	16	36	48	44,63	3,964
Peso gr. al tratamiento	16	540	900	747,50	142,056
Peso gr. final	8	2980	4120	3670,00	389,542
N válido	8				

Se realizó el estudio radiográfico postoperatorio mediante una radiografía en proyección antero-posterior. La figura siguiente muestra la mayor amplitud de la interlínea externa en la rodilla derecha operada mediante la colocación del menisco discoide, conejo número 3.



Radiografía anteroposterior de ambas rodillas del conejo número 3. Se puede observar el efecto del menisco discoide en la rodilla derecha que presenta un aumento de la interlínea externa, signo inequívoco de su presencia.

1) ANGULOS AOF POSTQUIRURGICOS INMEDIATOS OPERADOS / NO OPERADOS

Las mediciones del ángulo **AOF postquirúrgico inmediato** al comienzo del estudio de las 16 rodillas, arrojan unos ángulos de media 5,25° (DE=2,71) (los valores negativos corresponden a ejes en varo), y la comparación entre la rodilla operada y la de control no arroja diferencias significativas:

AOF postratamiento inmediato (el - es angulación en varo)

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
No op.	8	5,6250	2,77424	,98084	3,3057	7,9443	1,00	10,00
Si op.	8	4,8750	2,78709	,98538	2,5449	7,2051	1,00	10,00
Total	16	5,2500	2,71416	,67854	3,8037	6,6963	1,00	10,00

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2,250	1	2,250	,291	,598
Intra-grupos	108,250	14	7,732		
Total	110,500	15			

2) ANGULOS AOF FINALES OPERADOS / NO OPERADOS

Las mediciones comparativas del ángulo **AOF al final** del crecimiento (postmortem) entre las rodillas **operadas frente a las no operadas**, muestran un ángulo en la rodilla operada de media $-0,23^\circ$ (DE=5) (los valores negativos corresponden a ejes en varo), mientras en la rodilla de control fue de $4,42^\circ$ (DE=4,1). Estas diferencias fueron significativas ($p < 0,05$).

	N	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
AOF final operados 8	8	-0,23	5,09	-11,000	5,00
AOF final no operad 8	8	4,42	4,11	-4,00	9,00
Total	16				

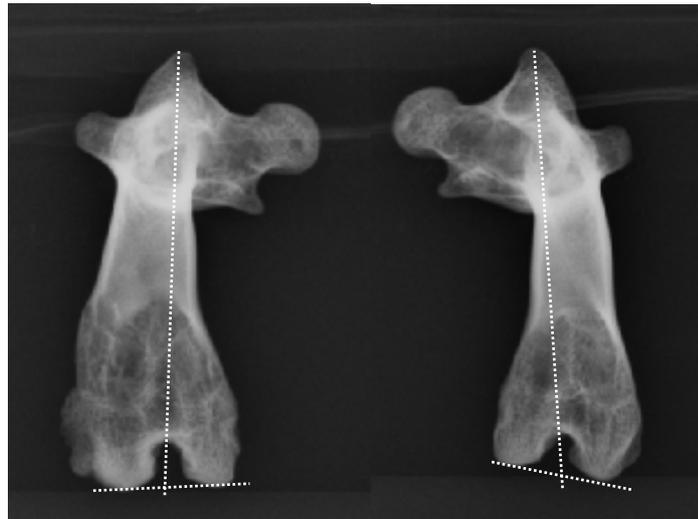
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo confianza para diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Super.			
Par 1 Operados AOF final - NO operados AOF final	-4,655	3,5857	1,2677	-7,652	-1,657	-3,67	7	,008

3) AOF POSTQUIRURGICOS INMEDIATOS / FINALES

La comparación de los ángulos **AOF postquirúrgicos inmediatos** al comienzo del estudio de las **16 rodillas**, fue de media $5,25^\circ$ (DE=2,71) frente a los ángulos **AOF postoperatorios al final** del estudio de las 16 rodillas fue de $2,09^\circ$ (DE=5,07), ($P < 0,05$).

	N	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
AOF comienzo 16-	16	5,25	2,71	1,00	10,00
AOF final 16	16	2,09	5,07	-11,00	9,00

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig bil.
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 aof pretto qco- aof final	3,152 5	5,61582	1,40395	,1600	6,1450	2,24	15	,040



Aof operado: -4,6° (Conejo nº 5) Aof control -10,1°

4) AOF TRAS ROTACIONES DEL MIEMBRO

Los resultados mostraron que una rotación del miembro inferior de 15° produce una variación del ángulo AOF en 1° con respecto a la posición neutra. La rotación interna del miembro disminuye el Angulo AOF en 1°, mientras que la rotación externa le aumenta en 1°.

5) AOF AXIALES FINALES OPERADOS/ CONTROLES

El ángulo **AOF axial** en las rodillas operadas fue de 5,7 ° (DE=5,3) mientras en las rodillas control fue de -2,1° (DE 5,3) (las cifras negativas corresponden a ejes en varo) con diferencias significativas ($p < 0,05$)

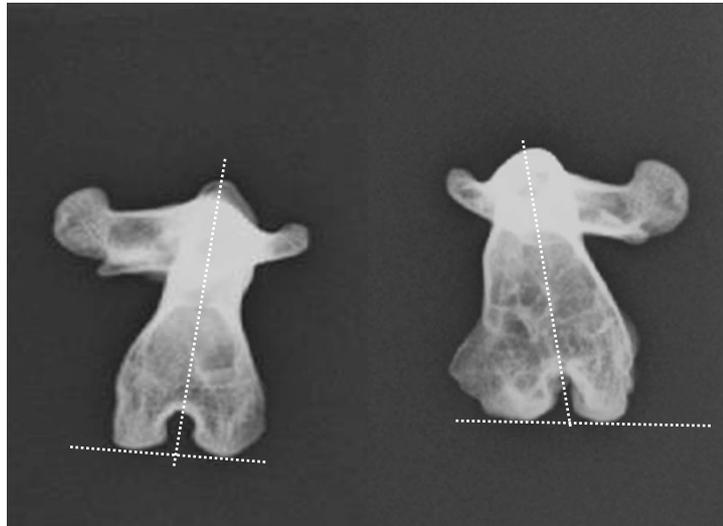
	N	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
AOF axial operados	8	5,74	5,37	-6,00	11,60
AOF axial no operados	8	-2,10	5,33	-13,50	2,95
Total	16				

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
aof axial NO operada - aof axial posterior operad	Rangos negativos	8	4,50	36,00
	Rangos positivos	0	,00	,00
	Empates	0		
	Total	8		

Estadísticos de contraste

	aof axial NO operada - aof axial posterior operad
Z	-2,524
Sig. asintót. (bilateral)	,012



Angulo AOF axial del fémur control en primer término con 4°, y el fémur operado con 7° de hipoplasia.

6) VARIANZA CONDILAR LATERAL FINAL

La **varianza condilar** en una visión lateral fue de 2,37 mm (DE=1,2) en la rodillas operadas, mientras que fue de 0,22 mm (DE=1,7) en las rodilla contralateral de control, con diferencias significativas ($p < 0,05$).

	N	Media	Desv. típica	Mínimo	Máximo
Varianza Operados	8	2,37	1,26	1,40	5,20
Varianza no operados	8	0,22	1,701	-3,00	2,70
Total	16				

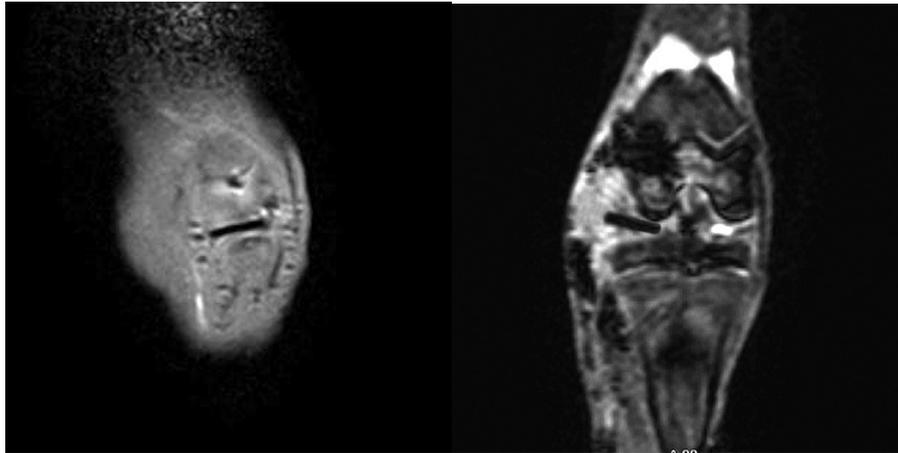
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	18,490	1	18,490	8,215	,012
Intra-grupos	31,510	14	2,251		
Total	50,000	15			



*Fémur operado: Varianza 5,1 mm. Conejo n° 7.
Fémur no operado: 2,3 mm*

7) RNM

El estudio mediante RNM de la rodilla se realizó en 2 casos para determinar la correcta colocación del menisco tras la operación. Dicha prueba se realizó en los conejos numero 3 y 6 y se realizaron al mes de dicha colocación quirúrgica.



RNM de rodilla perteneciente al conejo n° 3: muestran la correcta colocación del discoide sintético y la correcta interposición del discoide entre el cóndilo femoral externo y la meseta tibial. Dicho posicionamiento fue observado al mes de su colocación y debido al anclaje mediante puntos no reabsorbibles se mantuvo hasta el final del estudio. El estudio postmortem así lo confirmaría.

Los resultados del estudio mediante RNM confirmaron la correcta colocación del menisco sintético en el compartimento externo de la rodilla del conejo.

5. DISCUSSION

5. DISCUSION

a. ANATOMIA MENISCAL

Los meniscos son estructuras articulares que actúan como estabilizadores primarios de rodilla, a la vez que absorben, transmiten y distribuyen la carga que pasa a través de la articulación. Su forma, grosor y composición histológica determinan las funciones que van a desarrollar en la rodilla (Fithian 1990). Cualquier anomalía producirá pérdida de su función y favorecerá el desarrollo de la degeneración temprana, a la vez que determinará una mayor predisposición a lesionarse.

Los meniscos además tienen otras funciones, como la de aumentar la congruencia de las superficies articulares, la de estabilizar la rodilla, nutrir el cartílago articular y probablemente actuar en la producción de líquido sinovial.

En cuanto a la **estructura histológica**, el menisco es un tejido fibrocartilaginoso en la zona periférica o unión del menisco al platillo tibial, y un tejido fibroso en el resto. Ambas zonas presentan un escaso componente celular (fibroblastos) y una matriz extracelular a base de fibras colágenas y no colágenas, con canales vasculares en su tercio periférico, siendo avascular en sus 2\3 internos. Se trata además de un tejido aneural.

Durante el periodo fetal, el menisco se encuentra ricamente vascularizado, sin embargo los vasos se van retrayendo a lo largo del periodo perinatal conforme el niño va creciendo. La vascularización del menisco del adolescente se va pareciendo cada vez más a la del adulto presentando vascularización solamente en el tercio externo o zona parameniscal (Clark 1983).

El menisco del niño presenta una mayor celularidad y un menor cociente en la relación de proteínas colagénicas/no colágenas, con respecto al adulto (Ingman 1974, Clark 1983). La consecuencia clínica es que se pierde fuerza tensil a lo largo de la vida y se favorece la rotura. Además estas características histológicas le dan un mayor potencial reparador con respecto al adolescente y al adulto (Arnoczky 1982, Danzig 1983, Aichroth 1991). Este hecho es importante dado que la meniscectomía realizada a temprana edad tiene un mayor potencial de remodelación, describiéndose incluso casos de regeneración.

El menisco residual dejado tras la meniscectomía, sigue su crecimiento paralelo al de la rodilla, normalizando la relación de tamaños y áreas entre las superficies tibial y femoral y la del propio menisco. Por ello cabría esperar que la meniscectomía realizada a temprana edad supusiera mejores resultados que la realizada a una edad más tardía, bien durante la adolescencia o en la edad adulta joven.

La **composición ultraestructural** también favorece esa función protectora. El contenido en agua, en proteoglicanos y fibras de colágena, le permite ser una estructura permeable, porosa, y elástica, muy parecida al tejido cartilaginoso hialino al que debe proteger. Sin embargo el tejido meniscal tiene la mitad de rigidez que el hialino en cuanto a fuerza de compresión, que le permite disipar más fácilmente las cargas. Además el menisco tiene una baja permeabilidad de la matriz (1/6 de lo presentado por el cartílago hialino), y una alta tasa de fricción, lo que le capacita para

absorber y disipar mejor la energía que le llega (Fithian 1990). Su rigidez tensil viene dada por la presencia de fibras de colágena tipo I orientadas circunferencialmente al tejido meniscal (de 100 a 300 megapascales). Esta orientación ultraestructural del colágena hace al tejido anisótropo bajo las fuerzas de carga.

Tan importante como la composición tisular, es la ordenación de sus componentes. Las fibras de colágena en su mayor parte presentan una disposición circunferencial que facilita el soporte de tensiones en carga, mientras que las fibras radiales aguantan más fácilmente las fuerzas de aplastamiento. Estas fibras radiales se sitúan en la zona más superficial (Bullough 1970), y algunas de ellas toman después una dirección vertical a través del tejido meniscal. También existen abundantes proteínas no colagénicas en el menisco infantil que le hacen especialmente resistente a la rotura.

Es por todo ello que el menisco es una estructura indispensable para el correcto funcionamiento y supervivencia de la articulación, y el tratamiento quirúrgico debería evitar la meniscectomía total para así prevenir las graves consecuencias que puede tener la ausencia de menisco (Dickhaut 1982, Clark 1983). Todo ello sabiendo que desde el punto de vista biomecánico, el menisco normal soporta y transmite el 60-70% de la carga que pasa a través de la articulación, protegiendo así al cartílago articular de un rápido deterioro (Clark 1983, Kim 2007).

b. ANATOMIA PATOLOGICA

La composición de los discoides difiere enormemente de lo descrito para casos de menisco normal. Si observamos la composición histológica de los ocho discoides aportados en el presente estudio vemos que las fibras de colágena tienen una orientación irregular, heterogénea y una escasa celularidad para lo esperado en el menisco infantil. Además presentan una intensa degeneración mucinosa en su interior.

Estos hallazgos también los confirmaron otros autores (Atay 2007), que describen una menor densidad de fibras de colágena, con una disposición heterogénea e irregular, cuando se compara con el tejido meniscal normal.



RNM de rodilla, corte frontal, con menisco discoide tipo cuña y que presenta un degeneración mucinosa intensa en su interior. Se puede observar la enorme atrofia y aplanamiento del cóndilo externo por compromiso de espacio con el discoide.

Estas anomalías hísticas alteran las propiedades biomecánicas del menisco discoide y le hacen más susceptible a la rotura (Atay 2007). Se trataría de tejidos meniscales más friables y con menos capacidad de regeneración que facilitan la rotura precoz y un menor índice de supervivencia. Así los cuatro casos de máxima degeneración mucinosa descritos en la presente serie, presentaron síntomas de rotura antes de los cinco años, y requirieron reparación quirúrgica a una edad media de 5 años.

Estos hallazgos histopatológicos también los han descrito otros autores. Una de las primeras series publicadas fue descrita por Nathan en 1969 que estudió 18 discoides mediante técnicas de tinción y encontró una clara degeneración mucoide en la mayoría de los especímenes. En 5 casos llegó a describir quistes meniscales con un contenido mucinoso que correspondieron a los pacientes de mayor edad. Este hecho podría indicar el carácter progresivo de la degeneración meniscal a lo largo del tiempo. Así, encontró que los casos con mayor degeneración fueron los pacientes de mayor edad. También determinó que la mayor intensidad degenerativa fue detectada en la parte central del menisco o cuerpo meniscal, lo que puede indicar su relación con la mayor cantidad de masa meniscal.

En la serie de Jeannopoulos en 1950, también se describe la degeneración tisular intensa en casos de discoide. Su incidencia llega a ser del 42,8% de los meniscos de su serie. Esta degeneración mucoide lo encuentra tanto en su zona central como en la periferia, asociado además a la presencia de quistes mucoides.

Una de las consecuencias de la degeneración tisular es el desarrollo de planos de clivaje intrameniscal que remedan roturas intrasustancia. La presencia de una rotura horizontal intrameniscal fue muy frecuente en la presente serie. Encontramos 14 meniscos con rotura horizontal del total de 38 casos (36%), y fue confirmado en 5 de los 8 casos estudiados con microscopía (62%). En todos ellos se describió como una

rotura degenerativa, asociada a degeneración mucoide y esfacelamiento meniscal. Ninguno de ellos tuvo relación con traumatismos que pudieran ser la causa etiológica inicial.



RNM de rodilla en un corte sagital y secuencia T1, de un paciente de 12 años que presenta una rotura horizontal de su menisco discoide.

Estas roturas horizontales intrasustancia han sido estudiadas por numerosos autores en meniscos no discoideos. Noble en 1975, describió su incidencia en el menisco normal tras estudiar 100 cadáveres de adultos con una edad media de 65 años. Describió la íntima relación que existía entre este tipo de roturas y la presencia de signos artrósicos de rodilla en relación con la degeneración etaria. Es decir que a mayor intensidad de signos artrósicos, mayor fue la incidencia de lesiones horizontales degenerativas. Concluyó que este tipo de lesión es un hallazgo anatómico frecuente que aunque no se traduce clínicamente, sin embargo se podría tratar de una lesión con marcado componente degenerativo.

A diferencia de la serie de meniscos normales de Noble, todos ellos adultos, en nuestra serie la totalidad de las roturas horizontales se produjeron en niños (edad media de 10,05 años (DE =4,5) y por lo tanto su etiología no puede estar relacionada con la edad sino con una eminente predisposición tisular a padecerlo.

La presencia de degeneración mucinosa podría ser la causa principal de este tipo de falla intrasustancia. Todas las características metaplásicas descritas estarían presentes desde su formación embriológica y así la degeneración mucoide, la alteración de la orientación de las fibras de colágena y su fibrilación, favorecerían la alteración biomecánica en la función meniscal. Su falta de consistencia además de su escasa elasticidad facilitarían la rotura y la pérdida de la capacidad de transmisión de cargas. Este tejido mucinoso predispondría a la rotura temprana por no soportar los movimientos de presión y cizalla, y fácilmente se produciría un plano de deslizamiento entre capas. Además facilitarían la lesión del cartílago articular por alterar la correcta distribución y transmisión de las fuerzas. Si a estos hallazgos histológicos añadimos la forma anómala del menisco tendremos la causa de la

artrosis precoz que sufren estos enfermos. Pero es que además en algunos casos se han detectado calcificaciones intrameniscales con formación incluso de osículos que alterarían más si cabe su función (Mine 2003).

c. BIOMECANICA MENISCAL

La morfología meniscal macroscópica en una rodilla normal presenta una forma cuneiforme en su plano frontal, y una forma semilunar en un plano horizontal, que lo hacen más apto para el medio articular donde se desenvuelve, favoreciendo las funciones articulares (Fithian 1990).

Su colocación periférica en la articulación y sus fuertes anclajes tibiales en ambos cuernos anterior y posterior, le impiden extruirse completamente durante el recorrido articular, permitiendo solamente pequeños desplazamientos fuera de la articulación cuando soporta cargas en el eje axial de la rodilla. Este movimiento de extrusión controlado se pierde cuando faltan los anclajes menisco-tibiales. Tanto su ausencia como la presencia de roturas generarán movimientos anómalos que facilitan la lesión meniscal.

Desde el punto de vista morfológico, el menisco externo es más grande que el interno y cubre una mayor superficie tibial. Su anclaje posterior se produce por una doble unión: la primera es la **unión menisco-tibial** en la zona del tubérculo lateral intercondilar con la zona meniscal del cuerno posterior; Y la segunda unión se establece por la existencia del **ligamento menisco femoral**, que es cordón fibroso que va desde el cuerno posterior meniscal hasta el cóndilo medial y discurre por debajo del ligamento cruzado posterior.

Los meniscos que carecen del primer anclaje o unión menisco-tibial se los denomina "*tipo Wrisberg*" y presentan una hiper movilidad del cuerno posterior del menisco externo. Esta falta de anclaje puede producir sintomatología dolorosa por interponerse de forma patológica entre el cóndilo femoral y la tibia en el movimiento de flexoextensión.

Durante el movimiento de extensión completa de rodilla, el menisco externo tiende a moverse hacia delante y se ve retenido por la unión meniscotibial. Su ausencia implica un movimiento anterior más acusado, causando una inestabilidad meniscal. La rodilla humana mantiene la extensión completa durante la bipedestación y la marcha, y ningún animal posee dicha capacidad extensora. La rodilla animal trabaja siempre en cierto grado de flexión, dependiendo de la especie, y no posee además el anclaje menisco-tibial lo que produce un menisco externo hipermóvil y permite más grado de rotación. En el conejo neozelandés la rodilla habitualmente se encuentra flexionada a 100°, lo que la diferencia claramente de la humana (Kaplan 1957, Sisson 1974, Gómez Barrena 1991).

La consecuencia general de estas alteraciones biomecánicas es la mayor predisposición a padecer lesiones meniscales tanto internas como externas y lesiones cartilaginosas por movimientos anómalos repetidos de la rodilla.

d. MORFOLOGIA DISCOIDE

El menisco discoideo es una variante anatómica de menisco consistente en una morfología circular, con un mayor tamaño y área a la vez que un mayor grosor. Su borde libre medial puede llegar incluso a contactar con las estructura del pivote central. En los casos de discoide completo, toda la superficie tibial externa se encuentra cubierta por el menisco, y el cóndilo femoral no llega a contactar con la meseta tibial.



Menisco discoide tipo tableta donde el cóndilo femoral y la meseta tibial no llegan a contactar, es decir se trataría de un discoide completo.

El primer autor en describir la deformidad fue Young quien encontró un menisco discoide en un cadáver en el año 1889, pero no fue hasta 1910 cuando se describió el síndrome del chasquido de rodilla, como una patología secundaria al menisco discoideo (Kroiss 1910).

Posteriormente han sido muchos los autores que han publicado casos de discoide, tanto en menisco interno como en externo, así como malformaciones asociadas de los ligamentos cruzados, e incluso del menisco sano ipsilateral.

e. FRECUENCIA DE PRESENTACION

La anomalía presenta una frecuencia que varía desde el **2 al 17%** según la zona geográfica de donde procede la población. Así encontramos incidencias del 2,4% en la serie de Nathan (n=1219), o del 2,2% en la serie de Smillie de 1970 (n=1300 artroscopias), y del 17% en la serie de Ikeuchi de 1982.

Pero la incidencia de discoide puede ser estudiada referenciando su presencia a múltiples factores epidemiológicos:

- I. Con respecto a las artroscopias realizadas en niños: Rao en 2007 describe que el **5,5%** de sus artroscopias se realizaron por presentar un discoide infantil, mientras en la serie de los autores, el 17% de las

artroscopias infantiles realizadas lo fueron por la presencia de un discoide.

- II. Con respecto al número de menisectomías realizadas: Jeannopoulos en 1950 describió que el **15,5 %** lo fueron por discoide. En la población asiática el porcentaje aumenta hasta cifras del **17%** de los meniscos retirados quirúrgicamente.
- III. Con respecto al número de necropsias: Noble en 1975 estudió 100 necropsias y encontró que el **5%** de los cadáveres presentaba un menisco discoide. Y Kato en 2004 que encontró un menisco discoide en el **33%** de las rodillas de cadáveres estudiadas en la población japonesa.
- IV. Con respecto a las RNM realizadas: Rohren en 2001 encontró que el **4,5%** de las RNM realizadas en rodilla mostraron un discoide.

Se tome una serie u otra, tenemos una incidencia lo suficientemente alta como para tener presente esta patología en casos de sospecha de meniscopatías, especialmente cuando se trate de niños.

La frecuencia del menisco discoide para la zona geográfica donde nos encontramos, varía de unas series a otras pero puede estar en torno al 5%, de la población caucásica. Es por lo tanto una incidencia lo suficientemente alta como para que cualquier cirujano artroscopista se encuentre a lo largo de su vida con varios casos en su práctica clínica.

Con estas cifras incidenciales descritas, existen claramente diferencias raciales en la frecuencia de presentación. Así en Europa la incidencia es claramente menor que en Asia donde llega hasta el 17%. En las series europeas la incidencia está en torno al 5% de las artroscopias realizadas.

f. ETIOLOGIA

La etiología del discoide sigue siendo desconocida, pero en la actualidad se piensa que se trata de una malformación congénita (Clark 1983, Cáceres 1983, Le Minor 1990, Woods 1990, Aichrothm 1991, Fleissner 1999).

Una serie de hallazgos clínicos nos hacen pensar que puede existir una base genética del proceso:

- a) Existencia de **casos familiares** de discoide como los 3 pacientes descritos por Dashefsky en 1971 con diagnóstico artroscópico, los casos en hermanos gemelos de Gebhart en 1979, o los casos familiares madre e hijo de Jones en 1931 y de Ross en 1958.
- b) **Variaciones interraciales** en su incidencia. Se trata de una patología mucho más frecuente en la población oriental que en la centroeuropea.

- c) Asociación del discoide a **numerosas malformaciones** de los elementos que componen la rodilla. Así se han relatado variaciones en la inserción del ligamento cruzado anterior, anomalías en el anclaje posterior del menisco externo (menisco discoide tipo Wrisberg), anclajes anómalos del cuerno anterior de los meniscos en el LCA, plicas sinoviales, obliteración del hiato poplíteo (Hoffmann 1997, Kim 1998), o presencia de un fuerte ligamento intermeniscal anterior (Ozcanli 2003). Todos ellos pueden ser un indicio del origen genético del problema (Husson 1985).
- d) Presencia de meniscos con forma de disco **en numerosos animales no homínidos** como los *Prosimii*, *Platyrrhini* y *Pongo pygmaeus* (Le Minor 1990), e incluso en forma de anillo en otros no homínidos como *Catarrhini*, *Hylobates*, *Gorilas* y *Pan Troglodytes* y en especies diferentes como en los reptiles actuales en concreto la lagartija (Kaplan 1957, Duff 1987), que nos hacen sospechar que el menisco discoide pudiera ser un resto atávico en la evolución filogenética.

El resultado es que el discoide podría presentarse como una reminiscencia atávica del discoide de especies animales más antiguas en la escala filogenética. Esta teoría se ve apoyada por la evolución que ha sufrido la rodilla humana con respecto a la de los antiguos primates. El menisco externo del primate nunca presentó anclaje posterior (no hubo unión menisco tibial) y por ello su movilidad fue siempre mayor. Además presentaban un ligamento menisco femoral muy desarrollado, sobretodo el fascículo posterior llamado ligamento de Wrisberg. Este ligamento estaría en franca regresión en la especie humana donde frecuentemente ya no se encuentra. Sin embargo en la rodilla humana, bipedestante, existe el fascículo anterior del ligamento meniscofemoral llamado ligamento de Humphry, que por el contrario nunca existió en los primates. Sería una estructura progresiva en el desarrollo humano.

g. BILATERALIDAD

El menisco discoide presenta una alta tasa de bilateralidad a pesar de no haberse buscado en profundidad. Es un evento apenas estudiado por los cirujanos una vez que se diagnostica en una rodilla, pero que dada su elevada frecuencia debería ser investigado de entrada, cuando se tenga la sospecha diagnóstica de discoide.

La ***bilateralidad encontrada*** en nuestra serie fue alta, tanto como el 46% de los enfermos (12 rodillas en 26 niños). En las series publicadas varía en un amplio rango, posiblemente debido a la falta de estudio. Así en la serie de Bellier en 1989 fue de un 20%, Staniski en 2006 describe hasta un 20%, para Ikeuchi fue del 9% o para Davidson en 2003 de un 6%. En la serie de Hayashi en 1988 encontró 13 casos bilaterales de 46 enfermos (28%), y el 7% de la serie de Good en 2007 sobre 28 casos, o en la de Yoo en 2008 que fue de un 6%.

Recientemente Vaquero en 2005 presentó 5 casos de discoide en niños siendo en 3 casos bilaterales (60% de bilateralidad) y todos requirieron tratamiento por ser sintomáticos.

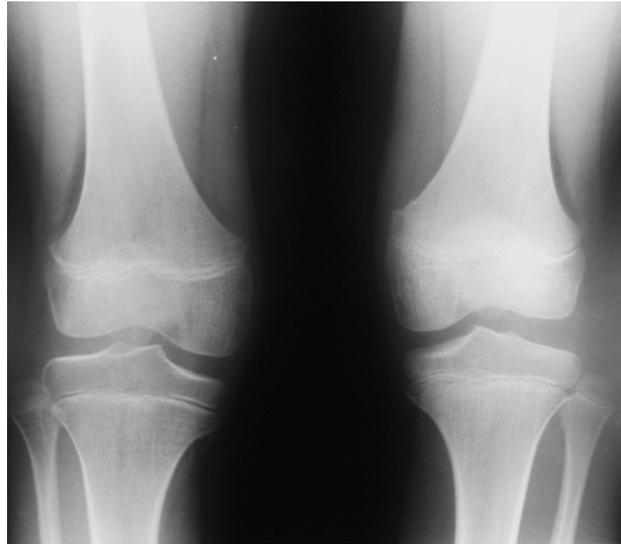
En series antiguas también se describe este hecho. Jeannopoulos en 1950 encontró un 11% de sus 22 discoideos descritos. El diagnóstico por aquel tiempo se hacía con artrografía y solamente se realizaba cuando el paciente presentaba síntomas meniscales en la rodilla contralateral.

La serie de Rao (2007) que aporta 177 casos de discoide, encontró 12 casos bilaterales (7%). Esta serie muestra la bilateralidad sintomática pues fue una revisión de los discoideos sintomáticos operados mediante artroscopia. No revisaron las restantes 153 rodillas contralaterales que estuvieron asintomáticas, y ninguna prueba fue realizada para buscar el discoide en el lado sano. Se trata del único autor que a partir de sus hallazgos recomendó siempre el estudio de la rodilla contralateral una vez que se diagnostica un menisco discoide.

La incidencia real de bilateralidad no se ha llegado a establecer por falta aún de indicación de estudio del lado contralateral asintomático. Pero dicha investigación debería llevarse a cabo ya inicialmente cuando se sospecha un menisco discoide. La incidencia real podría ser tan alta como en nuestra serie, 46%, pues la bilateralidad no buscada varía del 5 al 60% a tenor de lo publicado.

h. ALTERACIONES OSEAS

La morfología de la rodilla con menisco discoideo estudiada mediante radiología simple ha mostrado numerosas alteraciones, que incluyen el aumento del espacio del compartimento externo (Dickhaut 1982, Bellier 1989, Aichroth 1991, Staheli 1992, Lefort 1993, Reitinger 1998), o un crecimiento proximal de la cabeza del peroné (Burman 1950, Kim 2000). Otras mediciones morfométricas, aunque descritas en la literatura, no han podido ser confirmadas en estudios comparativos entre rodillas normales y otras con menisco discoideo: hipoplasia de la espina tibial lateral, aumento de la concavidad del platillo tibial o su aplanamiento o aumento de su inclinación lateral, aplanamiento del cóndilo femoral externo en un plano lateral, hipoplasia del cóndilo externo o la presencia de una muesca en dicho cóndilo (Bellier 1989, Aichroth 1991). También la hipoplasia de la espina tibial fue detectada en algunos enfermos de la serie de Rebello en 2006, pero fue un hallazgo inconstante y poco estudiado.



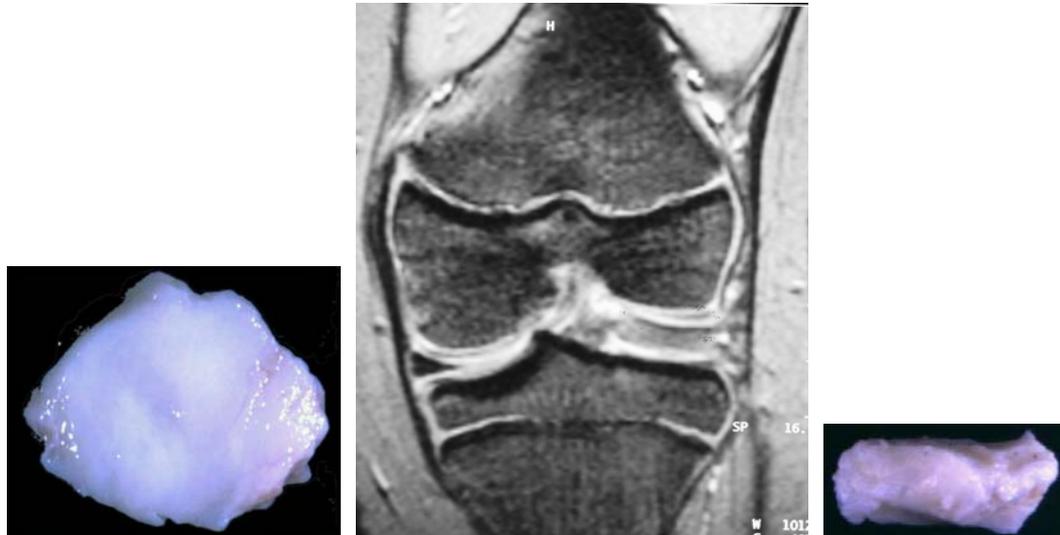
Radiografía anteroposterior de ambas rodillas de un paciente de 12 años que presenta un cóndilo externo claramente menor que el interno en ambos lados, así como un aumento de la interlínea externa. No se observan otras alteraciones óseas. Véase la rótula correctamente centrada en la rodilla.

Weiner en 1974 encontró la depresión del platillo tibial en un caso publicado de menisco discoide medial. Este caso aislado es más interesante porque la meniscectomía realizada hizo revertir dicha alteración en un niño de 13 años. Bellier en 1989 también observó la oblicuidad del platillo tibial externo en 5 de sus casos, aunque nada observó de la recuperación de la deformidad ósea una vez resecado el menisco redundante.

Recientemente, Ha y cols en 2008 describen un nuevo signo radiográfico que podría servir de diagnóstico en casos de menisco discoide. Se trata del signo del “cutoff” que traduce una hipotrofia de la zona medial o cresta medial del cóndilo externo, visto en la radiografía en proyección del túnel transcondíleo. Se trata de una proyección poco usada en las consultas de ortopedia y menos aún en servicios de urgencias, por lo que se trata de un signo radiográfico poco práctico desde el punto de vista diagnóstico, y tiene además una enorme variabilidad según la colocación del enfermo en el momento de realizar la radiografía. Su principal inconveniente es que no es útil en rodillas en crecimiento y por ello en ortopedia infantil, y además sólo es visible en casos de menisco discoide completo. Se trata en suma, de un signo radiográfico diagnóstico poco práctico para el especialista en el momento de la consulta. En contraposición, el ángulo AOF descrito por Tardieu para medir la hipotrofia condilar es una medición fácil de realizar con radiografías con menos exigencias técnicas, fácilmente medible y reproducible, usado también en rodillas inmaduras, efectivo en casos de meniscos incompletos y detecta de manera más amplia la hipotrofia del cóndilo externo.

Poco se ha estudiado de las consecuencias morfológicas de la presencia de un discoide en la rodilla. El espacio que ocupa dentro de la articulación debe

obligatoriamente retraerse de otras estructuras dado que la rodilla no sufre alteraciones del eje (Nawata 1999). Esta ocupación de espacio puede llegar a ser importante cuando se trata de grosores meniscales importantes. En nuestra serie hemos obtenido discoide de hasta de 14 mm en su zona central y borde libre medial.



Menisco discoide completo de 12 mm de grosor. Visión en RNM en imagen central, y pieza postquirúrgica en dos proyecciones, horizontal y frontal.

La ampliación de la interlínea externa ha sido conocida desde hace años por la mayoría de los cirujanos en casos de discoide externos. Sin embargo solamente Jeannopoulos ha descrito la hipotrofia del cóndilo externo. Este autor describió dos casos de discoide con un menor tamaño del cóndilo externo de su serie de 21 enfermos. Fue meramente una descripción radiográfica de hallazgos. Ningún autor ha vuelto a estudiar dicha alteración ni tampoco se ha detectado la hipoplasia en las mesetas tibiales.

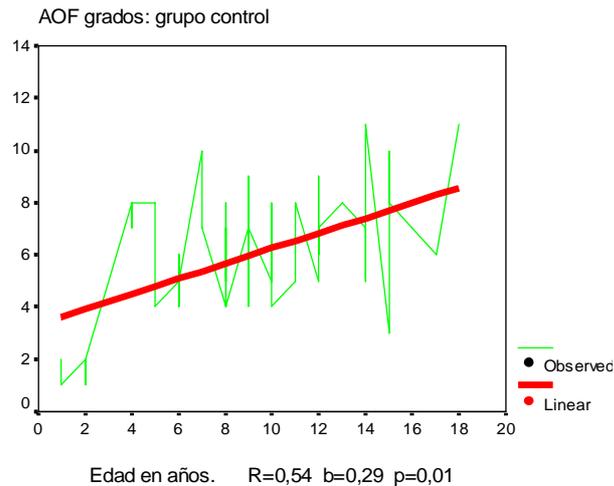
El hallazgo de una eminente hipoplasia de cóndilo externo en uno de los casos de nuestra serie nos hizo estudiar el problema (Abril 2001 y 2006). Sin embargo si observamos las imágenes radiológicas publicadas en numerosos estudios sobre menisco discoide, se puede observar claramente esta hipoplasia (Irani 1984, Davidson 2003, Youm 2004, Hashimoto 2007, Rao 2007, Okazaki 2008, Krause 2009).



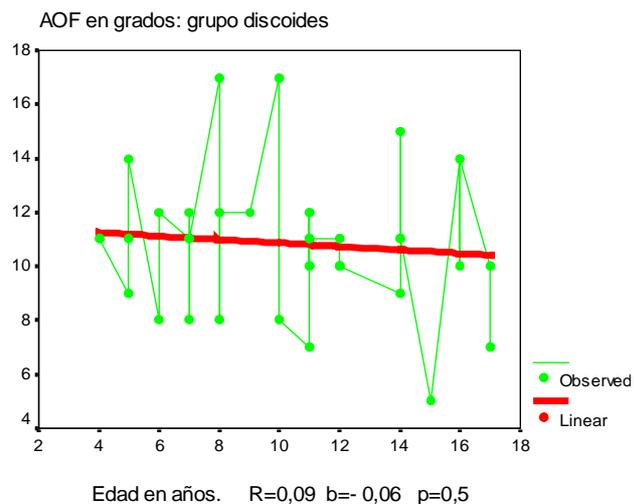
Rodilla con menisco discoide asociado a una enorme hipoplasia del cóndilo lateral y aumento de la interlinea por ocupación de espacio meniscal. Se trató del primer caso de la presente serie.

En un trabajo clínico previo (Abril y cols 2001), pudimos mostrar la relación entre la presencia del menisco discoideo y la presencia de una hipoplasia condilar. Se hipotetizó que dicha hipoplasia podría ser debida al efecto masa que produce en la rodilla dicha malformación, comprimiendo el cóndilo externo y produciendo un retardo del crecimiento fisario de dicho cóndilo.

La hipoplasia del cóndilo femoral externo puede ser cuantificada según el ángulo bicondíleo AOF, descrito por Tardieu y Damsin en 1997. En su trabajo quedaron determinados los parámetros de normalidad según los grupos de edad. Si observamos los resultados de Tardieu en población sana y los resultados de nuestro grupo de control podemos concluir que son superponibles. El estudio del ángulo AOF a lo largo de la infancia muestra una tendencia evolutiva hacia una ligera hipoplasia del cóndilo femoral externo. La bipedestación humana marca el progresivo valgo condilar que se traduce en una disminución del ángulo AOF, es decir una ligera disminución del crecimiento del cóndilo externo con respecto al interno. Este diferente crecimiento entre ambos cóndilos hace que la línea intercondilar se valguice ligeramente mejorando la marcha bípeda de los humanos. Los ángulos son próximos a cero grados en el nacimiento y terminan en 6-8 grados al final del crecimiento. Esta evolución queda patente en los resultados de Tardieu y en los resultados del presente trabajo. Son resultados en todo superponibles.



Sin embargo, cuando existe un menisco discoideo, la evolución del ángulo de valgo condíleo de rodilla se pierde. Ya en el nacimiento existe una patológica hipoplasia condilar con un marcado ángulo de Tardieu y dicha angulación se mantiene fija a lo largo de toda la infancia. Se trata de una magnitud angular fija de alrededor de 11° . Así la curva de regresión muestra que la progresión etaria del ángulo AOF a lo largo de la infancia queda truncada:



Tal como puede observarse en la figura anterior que muestra nuestros resultados, la curva etaria del desarrollo del ángulo AOF es una recta sin apenas inclinación, es decir los valores de valgo son altos y mantenidos a lo largo de toda la infancia. Son valores constantes y prácticamente fijos.

i. ANGULO AOF

En antropología, el desarrollo filogenético de la bipedestación diferencia a los homínidos del resto de los animales y más especialmente de los primates. Uno de las características morfológicas que determinan el cambio óseo a la bipedestación es la valguización de la rodilla, y más concretamente del ángulo AOF.

El eje femoral que marca el eje diafisario es completamente perpendicular a la línea bicondílea en animales no bípedos (ángulo AOF de 0°). El carácter homínido del fémur viene marcado por la presencia del ángulo AOF. También en la escala ontogénica aparece esta característica morfológica con carácter progresivo. Los fetos y recién nacidos tienen un ángulo AOF próximo a cero y durante la infancia y debido a la carga de la bipedestación aparece este ángulo, traduciendo un menor tamaño del cóndilo externo con respecto al interno. El fémur se torna más oblicuo y la línea tangente bicondílea se valguiza.



En la primera imagen se observa el fémur de un niño de 18 meses con un ángulo AOF próximo a cero grados. En la segunda imagen se observa el fémur de un niño de 5 años con un aumento del ángulo AOF a 5°.

Este ángulo depende de las fuerzas de carga del miembro inferior durante la posición de bipedestación. La falta de carga trunca la evolución del ángulo desde cero a una magnitud de 6-8°. Por ello el ángulo que es próximo a cero en niños no bipedestantes, se mantiene constante a lo largo de la infancia en aquellos niños con parálisis cerebral infantil que no desarrollan la bipedestación. La falta de carga en el fémur hace que no se desarrolle el ángulo AOF. Su crecimiento se estabiliza cuando lo hace el ángulo femorotibial en valgo. Ambos ángulos aumentan de forma muy pareja durante la infancia pero no representan el mismo tipo de crecimiento (Tardieu 1997).

j. VARIABILIDAD EN LAS MEDICIONES

En cuanto a la variabilidad en las mediciones de los ángulos radiográficos, y más en concreto del AOF, podemos decir que, aún no cuantificada, raramente se produce cuando se mantiene el protocolo radiográfico habitual.

La realización de radiografías de rodilla en el presente trabajo, siguió el protocolo en el que la articulación fue colocada de tal manera que la rótula estuvo situada al cénit en el momento de su realización. Esta colocación fue especialmente vigilada en los casos incluidos en el presente estudio.

No obstante el doctorando realizó un estudio radiográfico con la rodilla del conejo. Así se realizó una serie radiográfica de rodillas donde se fue variando 15° la rotación del miembro inferior tanto en rotación interna como en externa, y se realizó una radiografía para cada ángulo. Los resultados mostraron que una rotación del miembro de 15° produce una variación del ángulo AOF en 1° con respecto a la posición neutra. La rotación interna del miembro disminuye el Angulo AOF en 1°, mientras que la rotación externa le aumenta en 1°.

k. TAMAÑO Y GROSOR MENISCAL

La diferenciación de los discoides según la forma y el grosor parece tener un carácter pronóstico. Así los discoides más grandes y gruesos presentan una menor supervivencia en nuestra serie. La edad media a la que se rompen son los 7,61 años. Mientras que la forma de cuña, con una forma más anatómica tiene una supervivencia mayor y se rompen más tarde, a los 10,5 años de edad, $p=0,043$.



1. Vista artroscópica de un menisco discoide completo y tipo tableta que llega hasta el espacio intercondíleo. Su tamaño sobrepasa el centímetro de grosor. 2. Pieza quirúrgica tras la resección parcial, que representa la zona central del menisco discoide.

Si revisamos la literatura encontramos también diferencias etarias en cuanto a la clasificación de discoides según Watanabe. Así en un metaanálisis realizado por nosotros podemos observar que las series descritas de discoides infantiles, es decir diagnosticados durante la edad de crecimiento, presentan una mayor incidencia del tipo discoide completo o tipo 1 de Watanabe (71%), mientras que en la serie de los adultos su incidencia baja al 54%, siendo en ellos más frecuente el tipo cuña. Es decir que los meniscos más anatómicos son los que sobreviven al paso del tiempo, llegando a la edad adulta con mayor facilidad.

En este metaanálisis se puede observar que la serie “infantil” (Hayashi 1988, Pellacci 1992, Washington 1995, Ahn 2001, Atay 2003, Ogut 2003, Davidson 2003, Good 2007, Rao 2007, Klingele 2008, Yoo 2008) tiene una edad media en el momento del tratamiento de 12 años ($n= 414$), presentando 296 casos (71%) de discoides completos y 118 incompletos (28%).

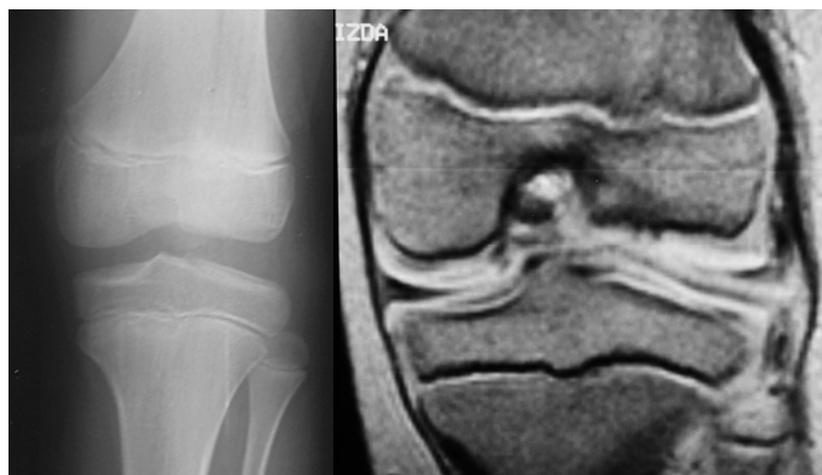
En cambio la serie de “adultos” (Ikeuchi 1981, Nawata 1999, Kim 2007) presenta una edad en el momento del tratamiento de 37 años de media ($n=187$), habiendo 101

meniscos tipo completo (54%) y 86 incompletos (46%). El menor índice de meniscos grandes en adultos se explica por el hecho de que se rompen con mayor prontitud debido al mayor interferencia mecánica que producen y no sobreviven a la edad adulta.

En este metanálisis también encontramos diferencias en cuanto a la edad de presentación en relación con la forma meniscal según la clasificación de Hall de 1997. En este sentido hemos visto que los discoides hipertróficos anteriores son mucho más frecuentes en niños que en adultos (Hall 1997). Este mayor tamaño en su zona anterior produce bloqueos a la extensión, ya a una edad muy temprana, siendo muy raros en los adultos (Ahn 2001). Se trata de meniscos con “enrollamiento en su zona anterior”, como si se tratara de un plegamiento meniscal. El efecto biomecánico sería similar al producido por un menisco tipo tableta aunque solamente actuaría en su franja anterior. El enorme grosor anterior produce bloqueos a la extensión a una temprana edad pues se vuelven sintomáticos antes de llegar a la edad adulta.

I. CAUSALIDAD Y ETIOPATOGENIA

El desarrollo de la hipoplasia del cóndilo femoral puede estar en relación con el compromiso de espacio que produce la presencia de un menisco de mayor tamaño y grosor que el normal. Este espacio que ocupa el discoide debe sustraerse del espacio que ocupa el cóndilo, que de esta forma disminuiría su tamaño. La compensación parece razonable. Sin embargo teóricamente también podría producirse una hipotrofia del platillo tibial dado que la epífisis tibial también sufre el compromiso de espacio del discoide. Sin embargo, la observación morfológica de los casos de esta serie no mostraron la más mínima disminución de tamaño. Intentando una cuantificación en los tamaños de meseta tibial no hemos podido encontrar un método que fuera reproducible y fiable de medición. La literatura médica tampoco aporta métodos de cuantificación que fueran lo suficientemente fiables.



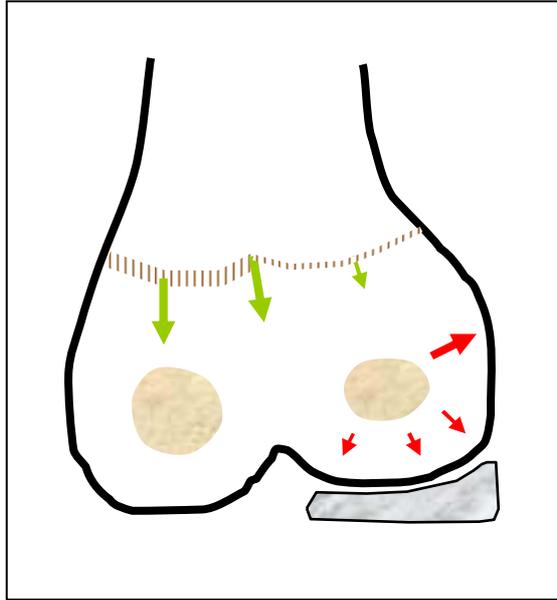
Radiografía anteroposterior de rodilla con menisco discoide donde se puede observar el aplanamiento y la hipotrofia del cóndilo externo. A la derecha una RNM del mismo enfermo, corte frontal donde se observa el discoide tipo cuña con rotura intrasustancia.

Una explicación a este hecho podría ser la diferencia anatómica entre ambas epífisis, distal de fémur y proximal de tibia. El menisco discoide permanece anclado a la epífisis tibial en la mayor parte de su periferia y el desplazamiento entre ambos es prácticamente nulo. El menisco y la meseta se moverían al unísono, serían biomecánicamente solidarios. En contraposición con la meseta, el cóndilo femoral se desliza por la superficie superior del menisco durante el movimiento articular. Este movimiento de flexo-extensión y desplazamiento condilar produciría una mayor presión y solicitud mecánica en el cartílago femoral y la fisis distal del fémur. En cambio la meseta tibial sufriría menos sollicitaciones mecánicas al no existir apenas desplazamiento meniscal sobre la tibia. Sufriría un menor estrés mecánico, y un menor movimiento de cizallamiento que aliviaría tensión sobre el cartílago articular que también es responsable del crecimiento y tamaño condilar (Frost 2001). En este sentido la publicación de Abril en 2002 y Ha en 2008 hipotetizan que es la compresión ejercida sobre el cóndilo la que podría producir la hipoplasia.

Es bien conocido que en todos los huesos largos, el crecimiento de los cóndilos, tanto proximales como distales, son independientes de la diáfisis. La epífisis se desarrolla a partir de un cartílago esférico epifisario y de forma centrífuga (núcleo de osificación secundario). Recientemente se ha postulado que también el cartílago articular aporta crecimiento a la epífisis durante el desarrollo (Frost 2001). Por el contrario, el crecimiento longitudinal diafisario depende de la placa fisaria que aporta el crecimiento axial del hueso.

El crecimiento femoral general se produce por la aportación de estos dos focos, el condilar y el fisario, totalmente independientes. La presencia en la rodilla humana de un menisco discoide, genera unas fuerzas de compresión sobre el cóndilo femoral externo que puede comprometer el normal desarrollo del cartílago esférico epifisario.

Recientemente Ha y cols en 2008 han descrito el signo del cutoff como una disminución del tamaño de la faceta medial del cóndilo externo debido a la presencia de un menisco discoide. Hipotetizan que esta hipoplasia se produciría por la remodelación secundaria a la presencia de un menisco grueso y no necesariamente a la compresión fisaria. En este caso la hipotrofia es local sobre la zona medial del cóndilo externo y en este caso la fisis no estaría comprometida.



En fisiología ósea se ha descrito que las fuerzas de carga o compresión que pasan de un determinado límite, y actúan de forma continua sobre una fisura producirán un retardo del crecimiento y por ende una hipoplasia ósea (Frost 1997). Por el contrario, su cese debería producir una recuperación del crecimiento (ley de Hueter-Volkman y Delpech).



Radiografía anteroposterior de una niña de 11 años con menisco discoide bilateral asociando una hipoplasia de cóndilo externo con un ángulo AOF de 11°. No se observa ninguna otra alteración ósea. Obsérvese la correcta posición de las rodillas con las rótulas centradas.

Por otra parte, Zhang en 2008 ha descrito varios casos de genu valgo intenso y progresivo tras el retardo de crecimiento fisario en la hemiepífisis femoral distal. El resultado fue una hipoplasia de cóndilo externo y consecuentemente un valgo patológico. Sugieren que el sobrepeso del individuo generó el retardo del crecimiento al actuar la carga más intensamente sobre la hemiepífisis lateral como lo descrito por

Hueter y Volkmann. En dicha publicación, los estudios de imagen mostraron lesiones fisarias en su zona lateral y la consecuente hipoplasia condilar.

Desde el punto de vista clínico, Weiner en 1974 encontró una depresión del platillo tibial o “cupping” asociado a un menisco discoide medial en un paciente de 13 años. Con el diagnóstico de rotura meniscal se realizó una meniscectomía completa del menisco medial y al cabo de 8 años de seguimiento la epífisis tibial se había recuperado en cuanto a su forma y tamaño. Es decir que la deformidad ósea tibial se corrigió tras la meniscectomía. El cese de la compresión crónicamente mantenida del menisco sobre la fisis permitió la recuperación morfológica de la epífisis. En este sentido, Strobino (1956) ha publicado que si la fuerza externa al hueso deja de actuar, la recuperación del crecimiento óseo debería ser la norma. En el caso que nos ocupa, la resección del menisco discoide debería revertir la hipoplasia ósea.

Ningún otro autor en nuestro conocimiento, ha estudiado la alteración morfológica de la meseta tibial y tampoco nadie ha descrito un método reproducible que permita cuantificar la hipoplasia de meseta tibial. Se trata de una epífisis especialmente cartilaginosa y poco osificada durante gran parte de la infancia. Su enorme variabilidad radiológica la hace difícil de cuantificar. La presencia de espinas tibiales, una fisis muy irregular, y su variable concavidad con la doble línea radiológica hacen que tenga unos límites de referencia difíciles de determinar y reproducir. Además los pequeños cambios en la orientación de la rodilla en el momento de la proyección radiográfica producen enormes diferencias de medición epifisaria en la imagen radiográfica obtenida.

Lo mismo ocurre con las mediciones de la parte proximal del peroné. Se ha descrito el ascenso de la cabeza del peroné en presencia de un menisco discoide (Burman 1950, Kim 2000). La medición en este caso parece más fácil de realizar. Sin embargo la osificación de la cabeza del peroné tiene mucha más variabilidad y lo mismo que la epífisis tibial es de difícil reproductibilidad. Por todo ello se hace difícil medir los parámetros que indican el tamaño de este hueso.

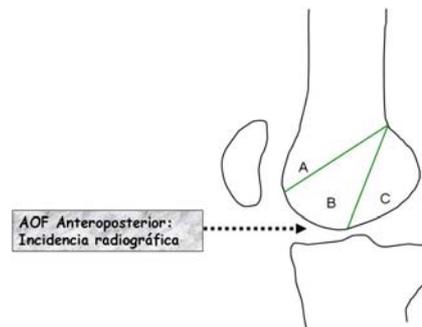
De entre todos los signos radiográficos detectados por los diversos autores, sólo existe uno que sea aceptado unánimemente, y es el ensanchamiento de la interlínea externa de la rodilla. Se trata de un signo radiográfico directamente relacionado, como es obvio, con el grosor meniscal. Así, Jeannopoulos en 1950 insinuó que el tamaño de la interlínea externa puede ser un signo de discoide, y en 4 casos de su serie de 22, encuentra una mayor amplitud de interlínea en el lado afecto. También describió la amplia variación en el grosor de los meniscos discoides que variaron desde 5 a 13 mm., y relacionó el tamaño del menisco con la amplitud de la interlínea externa. Esta medición radiográfica, sí es fácilmente cuantificable y por ello reproducible, pues las superficies articulares femoral y tibial son fácilmente detectables en niños aún muy jóvenes. Son núcleos de osificación que aparecen ya desde el nacimiento.

m. ESTUDIO EXPERIMENTAL

La hipoplasia condilar detectada en los niños con menisco discoide se ha intentado reproducir en el animal de experimentación. Para ello nos hemos valido de 8 conejos de raza Neozelandés cuyas características biológicas le han hecho apto como animal de experimentación.

Tras la introducción de un menisco discoide sintético en el compartimento externo de la rodilla del conejo hemos detectado que su presencia produce una hipotrofia del cóndilo femoral externo a lo largo de su crecimiento y especialmente en la zona de carga del cóndilo.

En la rodilla animal, que trabaja permanentemente en una flexión de 90-100°, el área de contacto se establece en la zona posterior del cóndilo o área C descrita por Cahill y Berg 1983, (posterior en la visión lateral de la rodilla). La carga a través de la rodilla deberá pasar obligatoriamente por esa zona y por ello el discoide debería de estar colocado en contacto con esa área. Por el contrario, el ángulo AOF descrito por Tardieu en 1997 se aplica sobre la proyección anteroposterior del fémur y por tanto dicho ángulo determina el tamaño condilar de su zona media o zona B de Cahill. Se trata de una medición aplicada en animales bipedestantes.

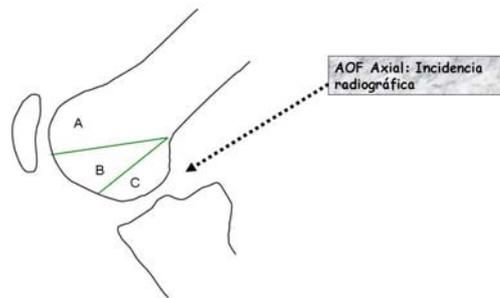


Sin embargo en el conejo las zonas A y B de Cahill no soportan cargas ni tienen contacto con el menisco discoide insertado. Es decir el ángulo AOF en visión anteroposterior de la rodilla del conejo no debería verse afectado tras insertar un discoide sintético. Si observamos los resultados de los ángulos AOF anteroposteriores del estudio experimental así lo podemos ver. El AOF previo a la inserción del discoide tiene un valor de 5,25 grados de media en las 16 rodillas de los 8 conejos del experimento. Son grados positivos porque marcan un ángulo valgo de los cóndilos. Se trataría de la rodilla normal del conejo.

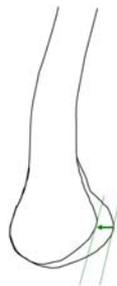
Sin embargo el AOF anteroposterior medido en las 16 rodillas al final del experimento muestra un valor de 2° lo que denota una variación hacia el varo, es decir no sólo no se produce una disminución del tamaño condilar sino que aumenta ligeramente de tamaño pues se trataría de una zona de ausencia de cargas. Esta hipertrofia podría explicarse por varios hechos: por el aumento de la vascularización producida por el insulto quirúrgico de la rodilla tras ser operada, por la colocación de un material extraño en la rodilla que también puede tener un estímulo de crecimiento

de la hemiepífisis externa del fémur distal, al contrario de lo esperado, o por el aumento de la inflamación local que produce una hipervascularización y un mayor crecimiento que podría compensar el hipocrecimiento esperado.

Por el contrario cuando revisamos el tamaño del cóndilo femoral tras la inserción del discoide en la proyección axial determinando el tamaño condilar de la zona de carga o zona C de Cahill observamos efectivamente la hipotrofia condilar. El ángulo AOF axial de las rodillas no operadas fue de $-2,10^\circ$ lo que significa que antes de operar, el cóndilo femoral estaba ligeramente en varo. El ángulo AOF axial al final del desarrollo en la rodilla operada fue de media $5,74^\circ$ lo que significa que el tamaño del cóndilo externo ha disminuido tras la operación ($p < 0,05$). Se confirma que la inserción de un menisco discoide sintético en la rodilla del conejo produce un menor tamaño de la zona de carga del cóndilo lateral.



Igualmente si examinamos los resultados determinando la varianza condilar en la proyección lateral pura, observamos que el cóndilo lateral es ligeramente menor al medial en las rodillas no operadas (varianza media de 0,22 mm). La varianza determinada al final del experimento tras haber sido colocado un discoide sintético aumenta a 2,37 mm siendo menor el cóndilo externo ($p < 0,05$). Esta medición muestra igualmente que el cóndilo lateral disminuye de tamaño tras la inserción de un menisco discoide sintético en la rodilla animal del conejo.



n. CONSECUENCIAS ARTICULARES DE LA PRESENCIA DE UN MENISCO DISCOIDE

1. OSTEOCONDritis

La asociación de osteocondritis en el cóndilo externo con un menisco discoide lateral fue descrito primeramente por Irani en 1984. Posteriormente otros autores han publicado nuevos casos y han profundizado en las características diferenciadoras con la osteocondritis clásica (Aichroth 1991, Yoshida 1998, Mitsuoka 1999, Mizuta 2001, Gicquel 2005, Kim 2006, Sánchez 2005, Kim 2007).

La principal conclusión de todos estos autores es que la osteocondritis puede ser una complicación de la presencia del discoide en la rodilla no tratada.



RNM corte frontal de un niño de 11 años con lesión compatible con osteocondritis concomitante con un menisco discoide. También puede observarse la hipoplasia del cóndilo lateral.

La frecuencia con que se presenta la osteocondritis en casos de menisco discoide varía según las series. Así Mitsuoka en 1999 publicó una incidencia del 19% de sus 14 discoides incluidos. En la serie de Mizuta del 2001 la incidencia fue del 16%, en la de Aichroth de 1991 del 11%, en la de Kim de 2006 del 8%. También se han publicado numerosos casos aislados (Irani 1984, Yoshida 1998, Matsumoto 2000, Gicquel 2005, y Sánchez 2005).

En la presente serie encontramos 7 casos (18%) de osteocondritis de cóndilo externo asociados a discoide. La frecuencia de asociación por lo tanto no es desdeñable, debiendo tener en mente el desarrollo de una lesión osteocondrítica durante el obligado seguimiento de un menisco discoide. Este riesgo estará presente tanto en casos meniscectomizados como en no operados (Sánchez 2005).

Existen dos formas de osteocondritis dependiendo del momento de su aparición con respecto a la meniscectomía. Las lesiones que aparecen en presencia de un menisco discoide son las *sincrónicas* y las osteocondritis que aparecen tras la meniscectomía son las *asincrónicas* (Sánchez 2005). Esta diferenciación es importante desde el punto de vista de la etiopatogenia y por ende de la responsabilidad del cirujano en su

etiología. Los casos aparecidos tras la meniscectomía pueden tener causas variadas entre las que cabría incluir la lesión en el momento de la cirugía por parte de los instrumentos usados y también achacable al tipo y forma de la meniscectomía realizada. Cabría pensar que resecciones amplias podrían lesionar más fácilmente el cartílago y producir lesiones osteocondrales.

Los casos de osteocondritis **sincrónicas** deben ser imputables a la presencia de un menisco anómalo que puede alterar la distribución de cargas hacia el cartílago.



RNM corte frontal T2 mostrando una lesión osteocondral en cóndilo externo tras la meniscectomía realizada en la rodilla izquierda en un niño.

Por otra parte los trabajos publicados diferencian la forma clásica de osteocondritis de la asociada a discoide.

En el caso de los discoides, la osteocondritis es una lesión localizada en el cóndilo externo (infrecuente en la enfermedad de Köenig habitual), y afecta a la zona media y posterior del cóndilo o área C de Cahill. Además habitualmente se describe como de gran tamaño, con mayor alteración ósea radiográfica como por ejemplo una mayor esclerosis perilesional y por lo tanto más evolucionada, y con una mayor lesión en profundidad (Matsumoto 2000, Sánchez 2005). Además presentan mayor riesgo de desprendimiento, siendo en general de peor pronóstico. Su respuesta al tratamiento mediante perforaciones es menor y la curación es más lenta, sobretodo en pacientes mayores de 15 años (Ramírez 2007). A pesar de todo ello algún autor ha encontrado un pronóstico más favorable (Mitsuoka 1999).

La etiología es desconocida pero se imputan varias causas:

- **Alteración biomecánica secundaria a un menisco morfológicamente anómalo**, con una composición alterada y una movilidad anormal. La amortiguación y la transferencia homogénea de la carga hacia el cartílago, se pierde en caso de presencia de un discoide. El discoide produciría un

anormal stress sobre el cartílago hialino con disminución del área de transferencia (Yoshida 1998, Mitsuoka 1999, Mashumoto 2000, Mizuta 2001). Este hecho se ve confirmado por los 28 casos de Deie en 2006 que encuentra la zona de osteocondritis en el área central o zona 4 de Cahill en casos de discoide completo, y en zona lateral pura o zona 5 de Cahill en los casos de incompleto. Así se concluye que la zona de carga en contacto con el discoide debería ser el asiento de la lesión. Esta hipótesis se ve confirmada por la curación osteocondral producida tras la meniscoplastia realizada en los casos de Mashumoto sin necesidad de perforaciones y una vez normalizada la forma meniscal. También el caso de menisco discoide y osteocondritis bilateral de la presente serie que siguió tratamiento ortopédico pudo curar la lesión osteocondral tras la meniscoplastia aunque tardaron 33 meses en hacerlo.

En la serie de **Mitsuoka** de 1999 la totalidad de los 6 casos de osteocondritis se produjeron antes de la meniscectomía. El diagnóstico de menisco discoide fue sospechado por síntomas debidos a la osteocondritis. Presentaron rotura meniscal 3 de ellos e integridad en los otros 3, lo que implica que la rotura meniscal no pudo estar implicada en el desarrollo de la osteocondritis, en al menos el 50% de los enfermos. De los 6 casos presentados, 2 de ellos (lesiones apenas perceptibles mediante artroscopia) curaron solamente con la meniscectomía, mientras que los otros 4 precisaron perforaciones. Para este autor la causa de la osteocondritis es la presencia de discoide y la meniscectomía sería la causa principal de su curación.

Similar fue el caso publicado por **Matsumoto** en 2000, donde la osteocondritis fue también la causa de la sintomatología y la osteocondritis bilateral fue concomitante a la presencia de menisco discoide bilateral. El tratamiento consistió en la meniscectomía parcial remodelante o meniscoplastia y las perforaciones en los cóndilos. En ambos lados el menisco fue tipo completo y de gran grosor lo que induce a pensar que la alteración biomecánica fue la causante de la osteocondritis.

Los 7 casos publicados por **Aichroth** en 1991 se diagnosticaron al hacerlo el discoide y por lo tanto estuvieron asociadas ambas patologías. En 4 casos hubo curación espontánea tras la meniscoplastia remodelante.

Deie 2006 describe 38 casos de osteocondritis de cóndilo externo (n=127 osteocondritis en total) asociados a un menisco discoide. El diagnóstico fue primero el de la osteocondritis y luego el de menisco discoide en 34 de los 38 casos de osteocondritis lateral. Por lo tanto todos los discoides estuvieron presentes en el comienzo de la lesión ósea, y siempre previo al tratamiento quirúrgico. En estos casos se descartaría la causa yatrogénica.

La serie de **Yoshida de 1998** muestra 15 casos de osteocondritis lateral, en los que 12 de ellos estuvieron asociados a discoide. Los 3 restantes presentaron un menisco con morfología normal pero con presencia de rotura. Esta serie deja patente que la alteración de la normalidad biomecánica puede

explicar las lesiones de osteocondritis. El 80% de las osteocondritis laterales se produjeron asociadas a discoide. La evolución en estos casos fue más corta en el tiempo y de más fácil curación que en el cóndilo medial. El 89% de sus lesiones curaron con tratamiento ortopédico en un tiempo medio de 11 meses. Nuestros resultados difirieron en el tiempo medio de curación pues requirieron una media de 31,5 meses en los 4 casos no perforados y con curación final. Cabe destacar el caso que no curó tras seguimiento ortopédico y terminó en artrosis tras 132 meses de seguimiento. Otros autores también confirmaron el peor pronóstico en cuanto al tiempo de evolución en casos de osteocondritis lateral (Sánchez 2005, Ramírez 2007).

- **Rotura meniscal** que produzca lesiones por contacto anormal con la superficie articular femoral (Smillie 1957, Wershba 1975, Hall 1977, Irani 1984, Aichroth 1991, Yoshida S 1998).

La serie de Tomatsu de 1992 mostró que el 90% de sus enfermos con osteocondritis presentaban una rotura del menisco lateral. En nuestras 2 rodillas que presentaron discoide y osteocondritis sincrónicamente, hubo una meniscopatía con doble rotura, y tras la meniscectomía curó la osteocondritis aunque precisó 33 meses de espera. Recientemente, Beyzadeoglu en 2008 describe un caso de osteocondritis lateral con malformación de ambos meniscos (hipoplasia del medial y deficiencia parcial del externo) que alteraba la normal superficie de contacto menisco femoral. Concluía que esto podría haber producido la lesión osteocondral. Existen no obstante casos de osteocondritis con menisco discoide íntegro como los 28 casos de Deie de un total de 38 incluidos en su descripción.

- **La meniscectomía:** bien por lesiones agresivas de los instrumentos quirúrgicos, o bien por una resección anómala del menisco. En este último caso se incluyen las meniscectomías totales (Kim 2007) y subtotalet (Okazaki 2008) que no respetan un mínimo de tejido meniscal que normalice la anatomía de la rodilla (Sánchez 2005).

Cabe esperar que la **meniscectomía completa** tenga un mayor riesgo de desarrollar osteocondritis postoperatoria (media de 50 meses en serie de Mizuta 2001) pues produce una mayor alteración biomecánica de la rodilla y se pierden las funciones meniscales de amortiguación, y distribución de cargas sobre el compartimento lateral (Räber 1998, Mitsuoka 1999, Mizuta 2001, Hashimoto 2007, Kim 2007).

Algunos de estos casos tuvieron un buen resultado final tras las perforaciones artroscópicas realizadas como la serie de Hashimoto en 2007. Sin embargo en otras series el resultado fue pobre incluso cuando se realizaron a una edad muy temprana (Kim 2007). En esta última serie se desarrolló la osteocondritis a los 4,5 años de la meniscectomía total realizada en 4 casos. Todos desarrollaron una lesión cartilaginosa abierta, lo que produjo un peor resultado final.

En nuestra serie hubo 5 casos postmeniscectomía con resultado de curación completa en 4 y no curación en el caso de la meniscectomía completa que evolucionó a una artrosis progresiva, con muy mal resultado final. La

meniscectomía total puede tener una relación clara y directa con la alteración de la biomecánica que produce la falta de menisco.

Mizuta en 2001 describió 6 casos de osteocondritis de cóndilo externo en 37 casos de discoide (16%) tras 50 meses postmeniscectomía total. En 3 de sus casos la lesión evolucionó radiográficamente a cambios artrósicos con aparición de osteofitos, esclerosis, aplanamiento y un caso de estrechamiento de la interlínea, a pesar del tratamiento correcto con perforaciones y limpieza del lecho condral. Al igual que en el caso de no curación de la presente serie, la localización fue posterior y sus dimensiones grandes

Esta yatrogenia podría ser evitada fácilmente realizando resecciones meniscales más económicas cuando fuera posible, pues frecuentemente las roturas complejas de los discoides obligan a resecar más tejido que el previamente recomendado. Este hecho puede tener repercusión legal de responsabilidad profesional pues la lesión podría ser imputada a la meniscectomía y no a la enfermedad. Sin embargo la presencia muy esporádica de osteocondritis tras las meniscectomías y la uniformidad del tratamiento actual del discoide hace improbable que la incorrecta meniscectomía sea su causa (Sánchez 2005).

- **Factores intrínsecos desconocidos** que faciliten la predisposición a padecer osteocondritis de rodilla cuando se tiene un menisco discoide (Mizuta 2001). Este factor podría ser una de las explicaciones al hecho de que la mayoría de los discoides así como las meniscectomías totales realizadas no produzcan osteocondritis.

En la serie de **Räber 1998** se detectaron 2 casos de osteocondritis de 17 casos de discoide (12%) tras la meniscectomía completa al cabo de 9 y 20 años respectivamente de seguimiento. En estos casos la etiología puede ser otra pues la relación meniscectomía y osteocondritis tiene menos visos de ser realidad. De cualquier forma estos hallazgos nos obligan a vigilar a estos enfermos durante periodos largos, incluso varios años tras el diagnóstico o el tratamiento.

Cualquiera de las anteriores causas puede producir una osteocondritis en presencia de un discoide, y en varias publicaciones se describen casos con varios factores de riesgo asociados. Sea por un menisco mayor de lo normal, por rotura o por una meniscectomía demasiado generosa o sea por varios factores concomitantes, la característica común es la alteración en la distribución y transmisión de cargas por parte del menisco.

Los casos de osteocondritis no curadas evolucionan hacia el desprendimiento del fragmento osteocondral que puede requerir tratamiento adicional para la reparación del lecho mediante diversas técnicas o simplemente para la extracción del cuerpo libre (Aichroth 1991). De cualquier forma son lesiones artrógenas pues se genera pérdida de la superficie lisa de la articulación, en especial cuando afecta a zonas de

carga. Esta evolución fue la seguida por el caso número 5 de la presente serie que evolucionó hacia la artrosis en su edad adulta joven, por falta de curación del fragmento osteocondral.

La curación de la osteocondritis puede ser espontánea como lo descrito por Aichroth en 1991 en 4 de sus 7 casos, o los 4 casos de la presente serie, o bien evolucionar con pérdida del fragmento que genera un cráter y un cuerpo libre osteocondral.

La falta de mejoría radiológica a lo largo de 1 año se considera indicación para realizar el tratamiento quirúrgico mediante perforaciones de la lesión ósea con la intención de favorecer la revascularización de la necrosis del hueso subcondral.

El tiempo de curación puede ser muy variable según las series. En nuestros casos, las rodillas no operadas necesitaron una media de 31,5 meses hasta la desaparición radiográfica de la lesión, mientras que las perforaciones acortaron este período dejándolo en 4,5 meses ($p < 0,05$). Por lo tanto queda patente que las perforaciones artroscópicas, realizadas en casos de falta de mejoría radiológica y con riesgo de desprendimiento, pueden acelerar la curación.

2. ARTROSIS

La asociación de menisco discoide y artrosis ya se conoce desde hace décadas. Nathan en 1969 ya describía dos casos de artrosis precoz de entre 26 enfermos que presentaron un discoide, con el agravante que la serie incluía 16 niños. Su incidencia estaría en el 20%. Especialmente significativo fue un caso de discoide de ambas meniscos, interno y externo, en el que se encontró la presencia de erosiones múltiples en el cóndilo femoral externo al ser operado, a pesar de la integridad morfológica del menisco.

Posteriormente otros autores también han publicado lesiones condrales de rodilla que podrían ser el inicio de una artrosis precoz. En este sentido, Atay en 2003 publicó un caso de discoide que presentaba cambios degenerativos en el compartimento externo de la meseta tibial, y numerosos casos de discoide con un aplastamiento del cóndilo femoral externo.

También existen casos de artrosis que se desarrollan tras la meniscectomía del discoide. En casos de meniscectomía total ha sido ampliamente aceptado. Se piensa que es la alteración de la biomecánica articular la que genera la artrosis (Abdon 1990).

Sin embargo también se describen casos en rodillas tras la meniscectomía parcial correctamente realizada. En estos casos podría pensarse si existe algún factor genético que facilite dicha degeneración con o sin meniscectomía. Así Davidson en 2003 describió cambios degenerativos en dos niños con menisco discoide, en un seguimiento tan corto como 3 años postmeniscectomía parcial.

Esta asociación queda también patente en los casos operados mediante prótesis total de rodilla en los que en el momento del reemplazo se observa la presencia de un discoide claramente patológico. En la serie de **Cui** en 2007, se describen 5 casos de menisco discoide de entre las 127 prótesis de rodilla colocadas por el autor, lo que

significa una incidencia del 3%. Dicha artrosis afectó específicamente al compartimento externo, signo indicativo de que la patología subyacente afectaba a dicho compartimento.

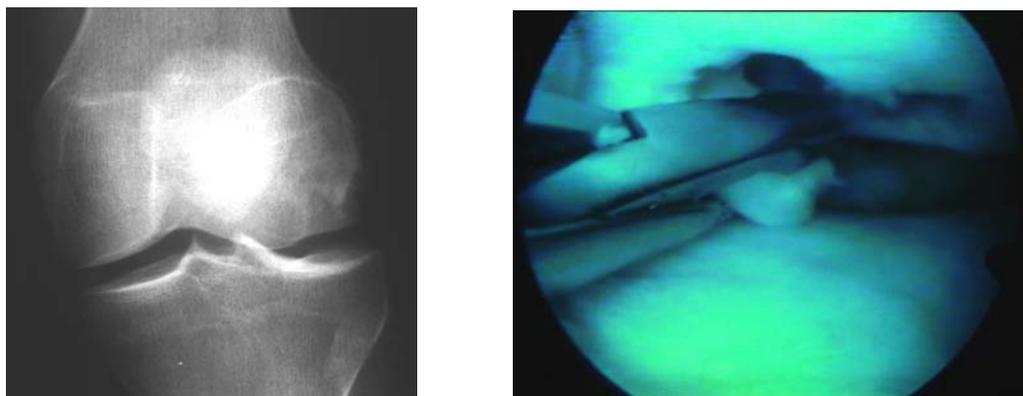
También en la serie de **Nawata** en 1999 se describe un total de 23 rodillas con menisco discoide en la edad adulta (edad media: 59 años). Once de ellos (48%) presentaron artrosis precoz con diagnóstico radiográfico. En 2 rodillas se realizó una osteotomía tibial proximal y en 4 una prótesis total de rodilla. Se trata de una serie de meniscos discoides en adultos pero la artrosis apareció a una edad muy precoz para que una artrosis idiopática produzca tales alteraciones que requieran el reemplazo protésico, y es más fácil pensar que la presencia de un discoide pudo haber producido la degeneración precoz del cartílago hialino.

En la serie de **Washington** en 1995, se revisaron 4092 meniscectomías y encontraron 18 casos de menisco discoide. Los cambios artrósicos-degenerativos detectados en las rodillas con discoide fueron imputados a la presencia de un menisco anómalo, y por ello recomendaron la meniscectomía en todos los casos de discoide sintomático. Cabe señalar que se descartaron otras causas de artrosis, como por ejemplo la mal alineación del eje de la pierna o una alteración del aparato extensor.

En este mismo sentido encontramos los trabajos de Hayashi 1988 y Nawata 1999 que tras revisar el eje femoro-tibial en casos de artrosis precoz asociada a menisco discoide no pudieron encontrar relación con las malalineaciones. Hubo pacientes con un eje en varo, otros en valgo y casos normoalineados, lo que equivale a decir que los resultados fueron dispares, y no hubo relación entre la artrosis y la alineación.

En la serie de 32 casos descritos por **Pellacci** (1992), se describen signos de degeneración articular en 6 de ellos, lo que equivale a una incidencia del 18%. Su edad media fue de 16 años, y solamente incluyó 6 casos en adultos, lo que induce a pensar que el grado de degeneración articular fue anómalamente rápida. De los 6 casos con lesiones artrósicas, 2 de ellos presentaron ya un mal resultado según la escala de Ikeuchi a pesar de un corto seguimiento de 2 años. Estos dos casos presentaron ya signos claros de artrosis en el momento de la operación, es decir no pueden ser imputados a la meniscectomía realizada con posterioridad. En otros 3 casos observaron una avanzada condropatía de la rodilla, siendo claramente producida en un caso, por la rotura meniscal externa en asa de cubo. En este caso la degeneración afectó al cóndilo lateral donde residía el discoide.

La causa de esta artrosis parece obvia si tenemos en cuenta la función meniscal. La composición, forma y situación del menisco normal determinan su función protectora sobre cartílago. Cualquier cambio en alguna de esas tres características meniscales puede afectar a su función, perdiendo esa capacidad protectora (Fithian 1990). El menisco discoide presenta una forma anómala, mayor en los tipos completos, una composición histológica alterada (degeneración mucoide) y orientación ultraestructural anómala (mala orientación del colágeno), y unos movimientos alterados por los anclajes frecuentemente anómalos y la presencia de roturas, lo que hace en conjunto una pérdida de su capacidad funcional que debe traducirse en una pérdida de protección cartilaginosa, y posterior lesión a largo plazo (Fithian 1990, Nawata 1999, Krause 2009).



Paciente de 20 años de edad que tras la meniscectomía total realizada por sufrir un discoide sintomático a la edad de 5 años, desarrolló una osteocondritis ulcerada de gran tamaño. Requirió una artroscopia de limpieza y extracción de un cuerpo libre. La evolución fue hacia el desarrollo de artrosis de rodilla con destrucción del compartimento externo y presencia de dolor a la edad de 22 años. En la visión artroscópica se puede observar la ausencia total de menisco en el compartimento externo y el cráter condral producido.

El origen mecánico de la artrosis puede ser el principal factor (Nawata 1999). La interposición de un menisco de 10 a 14 mm de grosor frente al normal de hasta 5 mm puede causar una sobrecarga biomecánica del cartílago articular del compartimento externo, y además también puede alterar la transmisión de cargas a través del interno y producir degeneración precoz bicompartimental.

Por otra parte las roturas meniscales alteran el normal deslizamiento entre las superficies articulares de los cóndilos femorales y las mesetas tibiales (Nawata 1999). Este roce anormal entre las superficies cartilaginosa terminan fisurando el cartílago y generando úlceras condrales que a largo plazo producirán artrosis (Helfet 1959, Cox 1977).

Good 2007 detectó lesión condral en el cartílago que cubría el menisco discoideo que se encontraba roto en un niño que se realizó la artroscopia reparadora de la rotura. Noble en 1975 encontró relación entre el desarrollo de la artrosis y la presencia de meniscos degenerados. La hipótesis de que la lesión meniscal produce lesiones cartilaginosa y desarrollo de artrosis lo han descrito multitud de autores ya desde hace décadas (Frankel 1971, Noble 1975).

La artrosis que aparece en casos de discoides meniscectomizados puede imputarse a la propia meniscectomía, a lesiones iatrogénicas en el momento de la resección quirúrgica o bien a la predisposición de estos casos a padecerla.

Aglietti en 1999 presentó los resultados a los 10 años de la meniscectomía en 17 adolescentes de meniscos externos discoides sintomáticos. No encontraron ninguna correlación entre el tipo de meniscectomía (parcial o total), y resultados clínicos y radiográficos. Los cambios radiográficos incluyeron el desarrollo de osteofitos en el compartimento lateral de 8 rodillas y el estrechamiento de menos del 50 % del espacio lateral en 11 rodillas. Clínicamente, encontraron que sus intervenciones quirúrgicas tuvieron unos resultados excelentes o buenos en 16 de 17 pacientes.

Más recientemente, Mitsuoka (1999) encuentra un caso de menisco discoide con artrosis moderada de su serie de 5 pacientes con discoide externo y presencia de

osteocondritis femoral externa. Se trataba de un paciente adolescente y deportista que tras 2 años postmeniscectomía parcial desarrolló lesiones radiográficas artrósicas en la rodilla.

Cuando se manejan lesiones articulares cartilaginosas en niños (osteocondritis, condropatías, o lesiones preartrósicas) existen problemas de valoración final de resultados. Es ampliamente conocida la enorme discrepancia existente entre los hallazgos clínicos y los hallazgos radiológicos encontrados (Allen 1986, Roos 1998, Aglietti 1999, Kim 2007).

Las lesiones de rodilla suelen tolerarse clínicamente bien, sin molestias, hasta bien entrada la edad adulta, a pesar de presentar lesiones radiológicas muy evolucionadas. Es decir no existe relación directa entre la clínica y la radiología. Este hecho explica la discrepancia existente entre los distintos trabajos publicados en la literatura con respecto al resultado final de la meniscectomía total frente a la parcial. La mayor parte de los autores describen buenos resultados con la meniscectomía parcial y menos exitosos con la completa. Sin embargo en seguimientos cortos, menores de 5 años, los resultados son similares o incluso mejores tras la meniscectomía total (Washinton 1995, Kim 2007). Autores como Hayashi lo explican aduciendo que la rodilla infantil se acomoda a su nueva situación de meniscectomía y remodela los tejidos de tal forma que mejora la función.

3. ROTURA MENISCAL

El menisco discoide presenta una alta tasa de roturas, mucho mayor que los meniscos normales, es decir están predispuestos a romperse (Wershba 1975, Hall 1977, Monllau 1999, Rohren 2001, Kato 2004, Ayala 2004, Rao 2007, Hart 2008 Krause 2009):

- Rohren en 2001 publicó que de los 47 casos de menisco discoide encontrados tras realizar una RNM por otras causas, es decir asintomáticos, mostraron al menos una rotura el **71%** de ellos.
- Davidson 2003 publicó que el **20%** de su serie presentó rotura meniscal (7 rotos-21 intactos).
- Rao en 2001 encontró el **67%** de roturas de su serie de 95 casos.
- Ayala describió 28 casos de rotura de un total de 33 discoides (**85%**).
- Monllau encontró 20 roturas en 37 casos discoides (54%) siendo además en 6 casos tipo compleja. Este autor describió además que en 15 casos (**45%**) hubo presencia de 2 o más roturas, siendo a veces muy complejas.



Paciente de 14 años de edad que presenta un menisco discoide tipo tableta con rotura degenerativa central.

Esta predisposición a la rotura se debe a varios factores:

- **FORMA:** Al estrés biomecánico que produce su alterada forma dentro de la rodilla (Ayala 2004, Moser 2007, Good 2007, Cui 2007). Sería la causa de la mayor parte de las roturas horizontales. El estrés horizontal entre las diferentes capas meniscales produce el plano de clivaje horizontal y la definitiva rotura que se produce más frecuentemente en los más gruesos (Good 2007).
- **ESTRUCTURA:** A su alterada ultraestructura en lo que se refiere a la cantidad menor de colágena y su orientación heterogéneamente desordenada (Fujikawa 1981, Cui 2007) y a su pobre vascularización (Amako 1960, Arnoczky 1982, Rohren 2001, Kim 2007, Cui 2007). La estructura está tan alterada que las fuerzas de intensidad normal que soporta lo hacen más vulnerable a la rotura (Vaquero 1995), e incluso se ha descrito la facilidad para romperse repetidas veces tras realizar la meniscectomía parcial (Sugawara 1991, Kelly 2002).
- **COMPOSICION:** A la degeneración mucinosa del tejido meniscal que contribuye a la mayor frecuencia de rotura. La consistencia normal de tejido fibrocartilaginoso pasa a ser una consistencia blanda por la degeneración mucoide. Se trata de un tejido más friable y deformable con mayor probabilidad de romperse.
- **MOVILIDAD:** La alteración en los anclajes meniscales permiten una hipermovilidad, especialmente en casos de ausencia de unión menisco tibial (tipo Wrisberg) (Le Minor 1990, Moser 2007), o a las desinserciones congénitas meniscales sobretodo del cuerno anterior (Good 2007). El tipo Wrisberg permite un mayor recorrido meniscal hacia delante en el momento de la extensión de la rodilla produciendo el “pellizco” meniscal y facilitando

su rotura. Esta rotura se produce más frecuentemente en la zona de mayor movilidad (Amako 1960).

De cualquier forma, el tiempo de evolución del discoide dentro de la rodilla va a favorecer el desarrollo de las roturas, aumentando su frecuencia y complejidad. En este sentido RAO 2001 encuentra que las roturas meniscales son más frecuentes a partir de los 15 años de edad, momento en que se vuelven significativamente más frecuentes.

La frecuencia de las roturas es tan alta que la mayor parte de los casos sintomáticos lo son por rotura del discoide, y sería la primera indicación quirúrgica por orden de frecuencia (Good 2007, Kim 2007):

- En la serie de Good (2007) se encontraron 23 meniscos discoides rotos de un total de 30 casos (77%) y el resto fueron meniscos inestables que requirieron sutura por presentar alteración de sus anclajes. Esta serie incluyó dos casos con roturas complejas e imposibilidad de reconstrucción meniscal quirúrgica que obligó a realizar una meniscectomía completa. El resultado de la meniscectomía total es a largo plazo más pobre que las parciales remodelantes (Huckell 1965, Appel 1970, Price 1978, Zaman 1978, Medlar 1980, Hayashi 1988, Raber 1998).
- La mayor serie publicada de discoides (Kim 2006) incluyó 164 meniscos, de los cuales hubo 144 casos con rotura (87%), e incluyó 21 casos de roturas combinadas y 14 casos complejos.
- En la serie de Gicquel (2005) se describen 9 discoides rotos de 18 rodillas (50%). De ellos hubo 4 meniscos con intensa degeneración tisular detectada mediante RNM y posteriormente confirmada en el momento quirúrgico artroscópico. Dicha degeneración estuvo en relación directa con el tiempo de evolución de los síntomas. La rotura meniscal obligó a realizar una mayor resección y el remanente tisular no logró reproducir la anatomía normal del menisco.
- La serie de Klingele (2004) incluyó 112 rodillas infantiles con menisco discoide. Su edad media fue de 10 años y presentaron roturas periféricas inestables casi el 70% de los casos. Esta serie no incluyó otros tipos de rotura pues la revisión iba enfocada al tratamiento de la desinserción periférica del menisco discoide.
- En la serie de Otay (2003) con 34 discoides operados se encontró que el 100% de los discoides presentaba algún tipo de rotura, y esas roturas fueron la causa de la sintomatología. Se incluyeron las roturas horizontales y que supusieron el 66% de los casos.
- Ögüt (2003) describió su serie de 11 casos de discoides de los que presentaron rotura 8 meniscos. Su edad media fue de 11,5 años. En 10 casos fue el tipo completo de Watanabe.

- Araki (1998) encontró roturas meniscales en 38 de 57 discoides (66%), diagnosticados mediante RNM y confirmados con artroscopia. La rotura más frecuentemente encontrada fue la completa y compleja en 8 casos, que por otra parte fueron discoides tipo 1 completo de Watanabe. En los 13 casos de discoide tipo incompleto hubo 6 que tuvieron roturas radiales y 1 caso de rotura compleja.
- En la serie de Pellacci (1992) el 100% de los 15 casos que la componen presentó al menos una rotura y en todos sus casos fue la causa del diagnóstico y del tratamiento.
- En la serie de Hayashi (1988) de los 53 discoides incluidos, hubo al menos una rotura en todos los casos, que fue el motivo del tratamiento quirúrgico. De su serie hubo 46 discoides completos, que sufrieron roturas de varios tipos: 25 longitudinales, 17 horizontales, 3 desinserción periférica y 1 asa de cubo.
De los 7 incompletos hubo 3 con rotura horizontal, 2 rotura transversa, y 2 desinserción periférica. De esta serie llama la atención los muy escasos meniscos con roturas intrasustancia, que han sido más frecuentemente descritas y valoradas a partir de la irrupción de la RNM. Este tipo de roturas no se detectaron en las series más antiguas y tampoco se describieron en los resultados postoperatorios. En esta serie se operaron los casos que presentaron rotura y la meniscectomía estuvo determinada por el tipo de rotura previa.
- En la serie de Ikeuchi (1982), que consta de 49 rodillas encontró el menisco roto en 40 (89%), no detectando una rotura en 9 meniscos discoides tipo completo. Todos los casos de menisco incompleto estuvieron rotos. Cabe señalar que no se estudió la presencia de rotura horizontal, más frecuente en casos de menisco completo por no existir entonces la RNM y por no conocer la importancia del hallazgo.
- En la serie de Jeannopoulos (1950) sobre 22 casos de discoide, se pudo comprobar que presentaron algún tipo de rotura el 66%, siendo 5 casos roturas periféricas con desinserción parameniscal. No se tomaron las degeneraciones intrameniscales como roturas pues la mayor parte de ellas se confirmaron solo al realizar el estudio de anatomía patológica.



RNM corte frontal T2 que muestra un menisco externo discoide con intensa degeneración parameniscal y rotura con asa de cubo en zona intercondílea.

En los últimos años incluso existen varias publicaciones que hacen referencia a la importancia de respetar el tejido meniscal en los pacientes en crecimiento, aún en casos de roturas tipo desinserción periférica (Klinge 2004, Good 2007, Yoo 2008). En este sentido cabe incluir las inestabilidades meniscales por ausencia de unión menisco- tibial que se comportan como roturas periféricas y que de la misma forma deberían ser suturadas si se quiere mantener un menisco residual funcionando en prevención de la artrosis (Hayasi 1988, Bellier 1989, Pellaci 1992, Woods 1990) o de roturas más complejas (Yoo 2008).

La recomendación de la sutura meniscal es más importante si cabe en casos de roturas en menisco externo pues previene la artrosis de manera más intensa (Beaufils 2006). La zona periférica del menisco posee una estructura especialmente diseñada para soportar las cargas de peso que atraviesan la rodilla. Cui 2007 describió que posee fibras de colágena de orientación longitudinal, paralelas a la periferia y especialmente gruesas en su zona central, estando especialmente preparada para el soporte de cargas. Por ello estos autores, cuando observan una rotura a este nivel, preconizan la sutura obligatoriamente (Cui 2007).

Ahn en 2008 describió 28 casos de discoide infantil en los que tras la meniscectomía parcial realizó conjuntamente la re inserción periférica de la rotura. A pesar de su corto seguimiento, 4 años, los resultados son lo suficientemente buenos como para pensar en la asociación de ambas técnicas.

Esta rotura tipo “desinserción periférica” tiene tanta importancia en la valoración de la estabilidad del tejido meniscal residual postmeniscectomía que en recientes publicaciones hacen referencia al cambio de clasificación de Watanabe en dos subgrupos dependiendo de la presencia o ausencia de unión periférica. Así Good (2007) propone subdividir los tipos completos e incompletos en dos subtipos: estable

e inestable. De tal forma que los inestables requerirán siempre sutura de la rotura tras la menisectomía remodelante (Neuschwander 1992, Fleissner 1999, Good 2007).

Las roturas meniscales no tratadas pueden producir no sólo alteración biomecánica sino también desarrollo de artrosis. Así Cox (1977) y Helfet (1959) publicaron que las roturas no tratadas producen cambios degenerativos en la rodilla y recomendaron el tratamiento en todas ellas.

Ha sido descrito que el tamaño meniscal va a marcar el tipo de rotura que se produzca más frecuentemente. Cuanto mayor y más grueso sea el discoide más frecuente será la rotura horizontal intrameniscal (Bin 2002, Ayala 2004), abierta a la superficie o no (no visible en artroscopia) (Atay 2003), y desinserciones periféricas (Kim 2007). En cambio en el tipo incompleto y grados menos gruesos de discoide, es la rotura tipo radial la más frecuente mente encontrada (Bin 2002, Atay 2003, Kim 2007). Los resultados de este estudio también muestran esa tendencia. La rotura tipo horizontal estuvo presente en el 50% de los meniscos más gruesos mientras solamente se presentó en el 25% de los meniscos tipo cuña.



RNM corte frontal de un discoide que presenta rotura del cuerpo meniscal, zona central. Aún no existe asa de cubo pero previsiblemente lo desarrollaría de no haber realizado la menisectomía parcial.

La rotura intrasustancia o rotura horizontal observada mediante RNM o por artroscopia en los casos operados, suele ser frecuentemente asintomática, siendo su tratamiento controvertido.

Esta rotura vista en imágenes de RNM se detecta como una capa intermedia del menisco discoide que en secuencias T2 aparece de alto brillo, similar a la que aparece en otro tipo de rotura meniscal. Se trata de una línea horizontal, paralela a la

superficie del menisco y que suele ser completa, es decir atraviesa el menisco desde el borde externo o parameniscal hasta el borde medial o libre.

Clínicamente se define como rotura intrameniscal (Ayala 2004). Histológicamente se trata de una zona que presenta intensa degeneración mucoide. No se trata realmente de una rotura sino de un plano de tejido menos consistente, con material quístico. Biomecánicamente se trata de una zona de máximo estrés entre capas, con especial sufrimiento al cizallamiento, en un menisco muy grueso donde se perdería el deslizamiento meniscal normal. Las fuerzas de estrés se concentrarían en la capa media que no aguantaría ese tipo de cargas. Secundariamente y tras el paso de fuerzas a lo largo de la infancia del paciente acabaría generando una fractura de estrés. La degeneración mucoide sería consecuencia de este tipo de fuerzas para lo que el menisco tan grueso no soporta por no estar preparado para ello.

Para la mayoría de los autores debe ser tratada solamente cuando presente síntomas (Rao 2007, Good 2007). Este tipo de rotura a veces obliga a una resección más amplia de lo recomendado, debido a la asociación de un cierto grado de degeneración meniscal que impide dejar una forma más anatómica (Phillips 2004).



RNM corte frontal donde se observa un menisco discoide tipo tableta con rotura horizontal intrasustancia

Estas roturas horizontales se observan más raramente en los meniscos tipo cuña, con una forma anatómica y biomecánica más parecida al menisco normal. Se trata de meniscos con mayor índice de supervivencia. El menisco discoide encontrado en el adulto más frecuentemente es la cuña y menos frecuente el tipo tableta, y cuando se ha detectado no llegan a ser tan gruesos como en el niño. Además frecuentemente su forma suele tener una depresión central a modo de pez, con lo que la biomecánica meniscal es más fisiológica. En estos casos la supervivencia sin rotura es mayor.

El principal inconveniente de la rotura de un menisco discoide es que obliga al cirujano a realizar un tipo u otro de meniscectomía según el trazo de la rotura (Kelly 2002, Phillips 2004, Rao 2007). Una rotura compleja o múltiple puede obligar a realizar una meniscectomía completa (Kim 2007, Yoo 2008). Una desinserción periférica obliga a realizar una sutura meniscal o una meniscectomía completa si la rotura está muy deteriorada.

Por lo tanto si el cirujano encuentra un menisco íntegro podrá escoger el nivel de resección y podrá optar por recortar el menisco de tal forma que el remanente meniscal sea similar al menisco normal.



RNM corte frontal de un discoide roto con un asa de cubo luxada a medial. El menisco residual en este caso guarda un tamaño y forma anatómico.

La supervivencia meniscal es el tiempo que el discoide esta asintomático por no presentar roturas. En la presente serie dicha supervivencia está en relación con el tipo de menisco determinado en el plano frontal, es decir con su grosor. Los meniscos tipo tableta que suelen ser además tipo completo de Watanabe tienden a romperse más fácilmente por interferir más en la biomecánica Ayala 2004 y por ello su supervivencia será menor. La edad media de la rotura en los niños con este tipo de menisco se presentó a los 7 años. Así mismo los resultados muestran una diferente supervivencia para los meniscos tipo cuña que han presentado rotura a una edad mayor, con una media de 10 años. Esta forma tipo cuña tiene más fácil sobrevivir dado que presentan una forma más fisiológica, siendo menor la alteración biomecánica que producen y estarían más protegidos de la rotura (Ayala 2004).

Las roturas meniscales también pueden afectar al menisco residual. En este sentido están comenzando a aparecer publicaciones que hacen referencia a las roturas meniscales tras la meniscectomía parcial. Davidson 2003 anotó un caso de su serie de 34 meniscectomías realizadas lo que hace una incidencia del 3%.

En la presente revisión clínica no hubo roturas meniscales tras la meniscoplastia con un seguimiento próximo a los 10 años. El menisco residual que toma forma y tamaño fisiológicas no presentaría roturas por falta de alteración biomecánica dentro de la rodilla.

o. TRATAMIENTO

El tratamiento del menisco discoideo asintomático es esencialmente no quirúrgico para la mayoría de los autores (Fujikawa1981, Dickhaut 1982, Sisk 1987, Hayashi

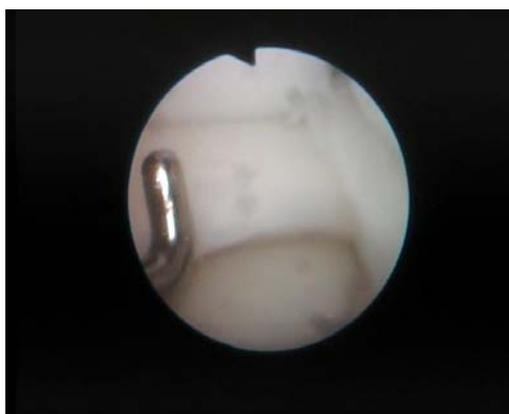
1988, Vandermeer 1989, Aichroft 1991, Sugawara 1991, Pellacci 1992, Gross 1996, Kelly 2002, Davidson 2003, Otay 2003, Ögüt 2003, Youm 2004, Gicquel 2005, Beaufils 2006, Stanitski 2006, Moser 2007, Kim 2007, Hart 2008, Krause 2009).

La presencia de síntomas menores que no incapacitan la vida deportiva de los niños y que por tanto no son una preocupación ni para el enfermo ni para la familia, hace que la mayoría de los casos no se traten quirúrgicamente (Crenshaw 1987).

Existen incluso autores que plantean el tratamiento ortopédico de inicio para todos los discoideos incluidos los sintomáticos (Davidson 2003). El tratamiento recomendado en estos casos es la fisioterapia y el reposo relativo, todo ello para evitar la meniscectomía.

Otros muchos discoideos pasan desapercibidos durante años y se vuelven sintomáticos en la edad adulta, cuando desarrollan osteocondritis, condropatías o cuadros de artrosis, o bien son estudiados por otros motivos como alteraciones del eje de los miembros inferiores. Son discoideos asintomáticos que se mantienen íntegros a lo largo de muchos años y que por tanto no se tratan. Su diagnóstico es casual al realizar una RNM o una artroscopia por otra motivo, o incluso al realizar una RNM de ambas rodillas buscando la bilateralidad del proceso. En estos casos la mayoría de los cirujanos optan por operar solamente el lado sintomático y dejan que evolucione sin tratamiento el lado contralateral (Rosemberg 1987, Crenshaw 1987, Albertsson 1988, Bellier 1989, Wandermer 1989, Woods 1990, Kelly 2002,).

En los casos sintomáticos, con presencia de dolor o chasquido, alteración de la movilidad (en especial los bloqueos) o presencia de lesiones osteocondrales asociadas, la mayoría de la comunidad de cirujanos ortopédicos indican la resección quirúrgica del menisco redundante. Incluso existen autores como Ögüt 2003 que recomiendan la meniscectomía parcial en los casos sintomáticos aunque estén íntegros, es decir sin roturas aparentes.



Visión artroscópica de un menisco discoide completo y tipo tableta. Su borde medial llega al espacio intercondíleo.

Sin embargo hay algunos otros como Washington 1995 que preconizan el tratamiento quirúrgico mediante meniscectomía total en todos los casos en los que se

llegue al diagnóstico de menisco discoideo. En este sentido también Clark 1983 recomienda la meniscectomía aduciendo que el menisco residual puede crecer y remodelarse, generando una nueva estructura meniscal similar a la normal.

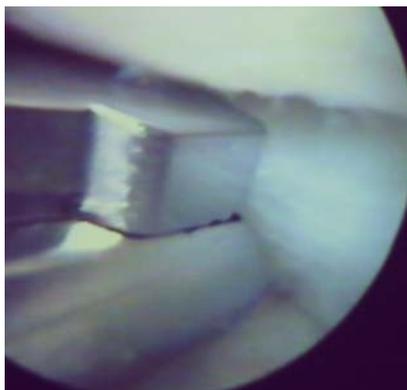
Hay que tener presente que los meniscos son estructuras importantes en la biomecánica articular, mejoran la congruencia de las superficies articulares y absorben cargas, y distribuyen las presiones. Es por ello que el tratamiento quirúrgico debe respetar el suficiente tejido meniscal que logre mantener la función y debe evitarse la meniscectomía total para prevenir las graves consecuencias que puede tener para la rodilla la ausencia total de menisco (Dickhaut 1982, Clark 1983).

Clark y Ogden en 1983 describieron el desarrollo embrionario de los meniscos, y postularon que si una meniscectomía parcial fuese realizada en un paciente en crecimiento, el resto meniscal podría fácilmente adaptarse de nuevo a una forma fisiológica dentro de la rodilla. Si el menisco es apropiadamente contorneado mediante una meniscectomía, su función y forma pueden mejorar con el crecimiento, acomodándose de nuevo a la rodilla. Esta idea se ve confirmada por los buenos resultados clínicos descritos en series de niños tras meniscectomía parcial, por la mayoría de los autores (Ikeuchi 1982, Aichroth 1991, Ögüt 2003) o total, preconizada por Washinton 1995.

Al contrario, este potencial de reparación y readaptación meniscal se pierde en el adulto. Así el menisco del adolescente tiene menor capacidad que el del niño, y a su vez menor que el del adulto (Clark 1983). Este hecho es importante dado que la meniscectomía realizada a temprana edad debería tener mejores resultados que la realizada durante la adolescencia. Por ello si un menisco discoideo debe ser resecado, la meniscectomía debería realizarse en una etapa precoz del desarrollo y no esperar a la adolescencia donde la readaptación meniscal es menor.

p. TRATAMIENTO QUIRÚRGICO:

Actualmente la técnica de elección es la meniscectomía parcial remodelante o meniscoplastia artroscópica cuando es posible (Fujikawa 1981, Dickhaut 1982, Clark 1983, Aichroth 1991, Pellacci 1992, Ögüt 2003, Good 2007). La idea actual es que la resección meniscal sea lo más económica posible, intentando dejar un menisco similar al normal en forma y tamaño. La meniscectomía total en niños debe ser evitada en lo posible. En caso de realizarse debe respetar un mínimo de tejido residual (Vaquero 2005). Kenedy 1979 estudió el efecto de absorción meniscal tras la aplicación de cargas en la rodilla, y observó que la meniscectomía parcial conduce a un aumento del 65 % de presión en el cartílago femoral o tibial, mientras que la meniscectomía total aumenta esa presión hasta el 235%.



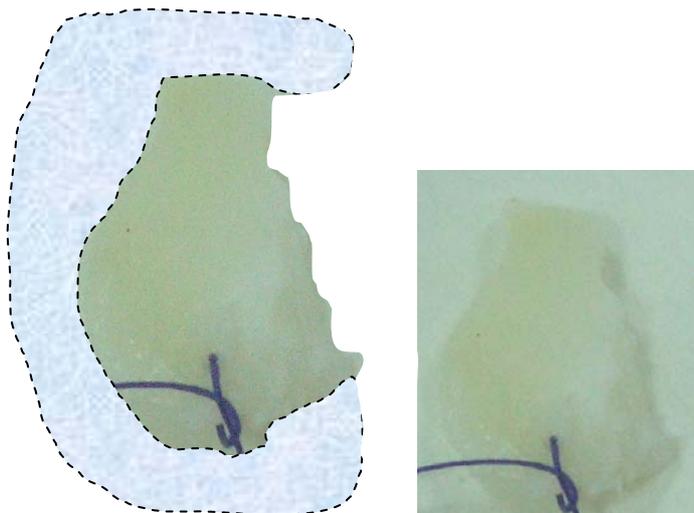
Visión artroscópica de la resección de un menisco discoide. Véase el tamaño meniscal en la zona media o cuerpo meniscal con respecto a la pinza.

Frecuentemente el tipo de resección estará determinado por el tipo de rotura que sufre el menisco (Kelly 2002, Bin 2002). Para Bin 2002 la meniscectomía subtotal o total serán obligatorias en roturas longitudinales y complejos, mientras que las roturas radial y degenerativa precisan más frecuentemente la meniscectomía parcial.

La tendencia actual es a respetar el máximo de tejido meniscal aunque haya rotura del menisco. Para ello es necesario realizar sutura artroscópica de las inestabilidades meniscales (Good 2007, Yoo 2008). Cada vez son más frecuentes las publicaciones que hacen referencia a la técnica de la sutura del discoide roto o inestable (Rosenberg 1987, Neuschwander 1992, Klingele 2004, Good 2007). No obstante existen roturas complejas que impiden la reconstrucción, y solamente se puede optar por la meniscectomía subtotal (Yoo 2008) o total (Hayashi 1988).

Se considera que la meniscectomía debe respetar la zona externa del menisco tanto en la zona media o cuerpo, como en los cuernos anterior y posterior. La presencia de un tejido meniscal residual de al menos 5 mm de ancho previene la aparición de cambios degenerativos en la rodilla (Hayashi 1988, Vandermeer 1989, Kim 1996, Ogut 2003). Sin embargo debemos tener presente el tamaño de la articulación para planificar el tamaño del menisco residual. Un remanente meniscal de 5 mm será escaso en rodillas de adultos y sin embargo puede ser demasiado grande en niños por debajo de 5 años.

Si el tamaño del menisco residual es redundante corre el riesgo de producir interferencias mecánicas en la rodilla; y si fuera demasiado pequeño puede perder la capacidad de amortiguación articular. Por ello se recomienda un tamaño de aproximadamente 5-6 mm de anchura, con forma biselada en la parte libre del menisco (Hayashi 1988, Vandermeer 1989, Pellacci 1992, Kim 1996).



Menisco externo discoide resecado con técnica de una sola pieza de una rodilla derecha. Obsérvese el dibujo con el menisco residual respetado y el área del tejido resecado. Debe respetarse siempre una estructura meniscal de al menos 5-6 mm. de tamaño en toda la periferia del menisco.

En los meniscos sintomáticos con **rotura intrasustancia** también se recomienda la resección parcial aunque dicha rotura no se abra a la articulación (Kim 2007). En este sentido Hayashi en 1988 publicó su serie de roturas horizontales en 53 discoides. La conclusión fue su recomendación de realizar la resección parcial y el biselado del borde libre meniscal en todos estos tipos de rotura. Además puntualizó realizar el corte libre meniscal con forma de bisel, dejando la capa inferior de mayor longitud que la superior para intentar proteger la superficie de apoyo tibial.



Menisco discoide con rotura intrasustancia y hipotrofia condilar en un niño de 8 años de edad. Existe hipoplasia condilar.

Este tipo de tratamiento debería ser realizado en todos los casos de menisco discoideo, excepto en los meniscos tipo Wrisberg con ausencia de anclaje posterior. En estos casos el menisco puede ser recortado a una forma anular o menisco tipo anillo, o bien lo preconizado más recientemente realizando una sutura capsular de su cuerno posterior (Ikeuchi 1982, Rosemberg 1987, Pellacci 1992). De cualquier forma, la meniscectomía total debería ser siempre evitada.

El **retraso en la realización** de la **meniscoplastia** tras el diagnóstico de discoide también tiene valor pronóstico final. Gicquel 2005 ha publicado que el retardo en la realización de la meniscectomía parcial remodelante tras el comienzo de los síntomas empeoró los resultados en su serie de 18 rodillas. Concluyó que una vez el menisco se torna sintomático debe ser recortado pues de lo contrario aparecerán lesiones condrales que favorecerán el desarrollo de signos degenerativos y artrosis final. Recomendó que el límite de espera no fuera mayor de 6 meses.

La mayor parte de las resecciones actualmente se realizan bajo **visión artroscópica**. La artroscopia en niños puede ser de gran ayuda en cirugía pero su uso es menos frecuente que en los adultos. El porcentaje de artroscopias realizadas en niños menores de 16 años con respecto a las realizadas en los adultos viene a ser menor del 5% del total (Bergstrom 1984). Su mayor aplicación se realiza en la rodilla y es el menisco discoide la indicación más común. En casos de meniscos demasiado voluminosos y con técnica de resección de “pieza única” puede ser indispensable la realización de una miniartrotomía que permita la extracción de la pieza (Kim 1996, Clark 1997).

A pesar del gran tamaño y grosor del menisco discoideo, su resección no produce inestabilidad articular. La movilidad se normaliza una vez retirado el menisco redundante. Frecuentemente residúa una pérdida de los últimos grados de la extensión, debido a la retracción capsular posterior cuando la rodilla ha sufrido un bloqueo en extensión durante un largo periodo. Esta pérdida parcial de movilidad no es problemática en la edad infantil debido a su recuperación en el transcurso de los siguientes meses tras la operación, incluso sin rehabilitación. Los pacientes pueden comenzar a soportar la carga sobre dicha extremidad a partir del segundo o tercer día del postoperatorio. Deben ejercitar movimientos de flexo-extensión tan pronto como se lo permita el dolor quirúrgico, pero siempre en el postoperatorio inmediato.

a) TIPOS DE MENISCECTOMÍA

1. **MENISCECTOMÍA PARCIAL REMODELANTE** bajo control artroscópico. Actualmente es la técnica de elección para la mayoría de los autores porque presenta los mejores resultados a largo plazo, evitando la aparición de artrosis precoz (Fujikawa 1981, Dickhaut 1982, Clark 1983, Hayashi 1988, Bellier 1989, Dimakopoulos 1989, Pellacci 1992, Gross 1996, Ögüt 2003, Atay 2003, Vaquero 2005, Kim 2007, Good 2007) .

La técnica consiste en la resección de la parte central del menisco, respetando la periferia, y a la que se puede asociar una remodelación del borde libre mediante biselado, dándole forma cuneiforme. Este tipo de resección ideal estaría en función del tipo y número de roturas que presente previamente el discoideo (Kim 2007). Existen casos en los que la desestructuración tisular meniscal es tal, que no es posible conseguir una forma anatómica normal. De cualquier forma debemos ser muy cuidadosos y económicos en la resección, pues la cantidad de menisco residual va a marcar el pronóstico a largo plazo (Kim 2007).



De cualquier forma la meniscectomía parcial artroscópica de meniscos discoideos en niños es una técnica dificultosa (Bellier 1989, Airchroth 1991, Goss 1996, Kelly 2002) que exige una mayor habilidad quirúrgica debido al gran tamaño meniscal, a la inadecuación de los instrumentos para reseccionar meniscos de hasta 14 mm de grosor, a la estrechez del compartimento articular que dificulta enormemente la visión sobretodo en caso de rotura meniscal en la superficie femoral, y a la sinovitis reactiva encontrada en algunos casos (Ikeuchi 1982, Pellacci 1992, Ogut 2003). Los cirujanos frecuentemente deben emplear una excesiva cantidad de tiempo en situarse simplemente dentro del compartimento externo para evaluar las lesiones meniscales por la escasa visualización que se obtiene (Ikeuchi 1982).

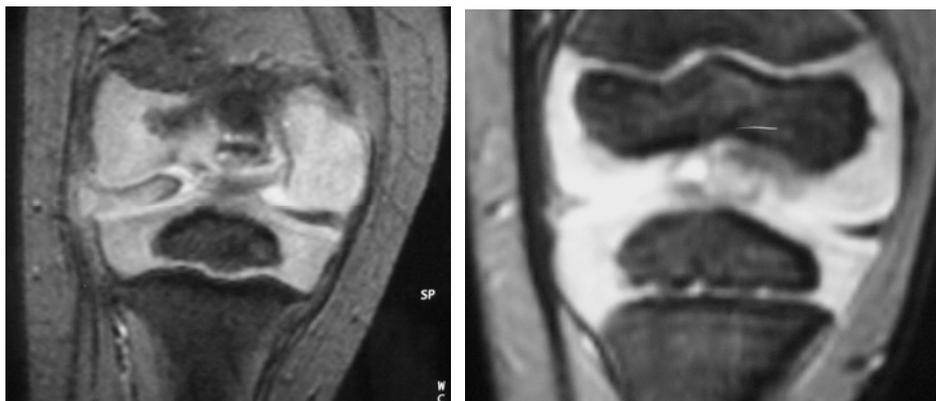


Imagen de un menisco discoide tipo tableta con un grosor aproximado de 1 cm. visto en un corte frontal de RNM T1. Se puede observar el menor tamaño condilar como consecuencia de su presencia. Se trata de un niño de 3,5 años de edad.

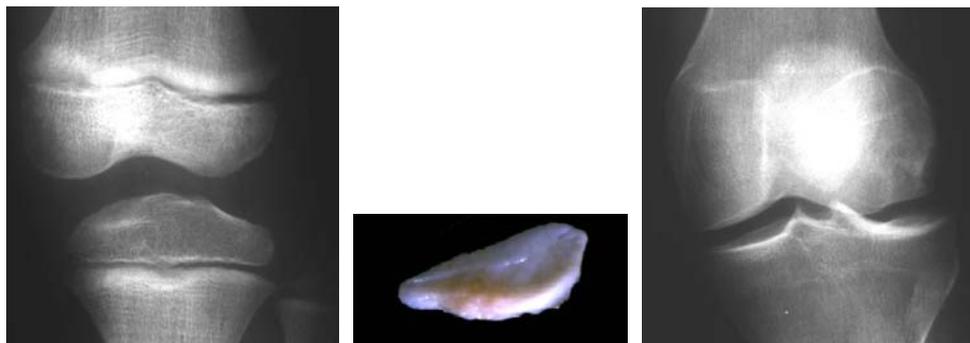
La segunda imagen corresponde al mismo enfermo un año después de haber realizado la meniscectomía parcial remodelante. Se puede observar la remodelación en bisel que ha tomado el menisco residual. Además el tamaño condilar se ha recuperado parcialmente, asemejándose al cóndilo medial.

2. **MENISCECTOMÍA TOTAL:** se trata de la resección completa del menisco. En la actualidad muy pocos autores la preconizan (Washington 1995, Sugawara 1991), pues produce cambios artrósicos a largo plazo. Ha quedado demostrado que a lo largo plazo produce artrosis de la articulación (Fairbank 1948, Huckell 1965, Appel 1970, Cox 1975, Price 1978, Zaman 1978, Medlar 1980, Hayashi 1988, Abdón 1990, Fithian 1990, Neuschwander 1992, Raber 1998, Mizuta 2001) y frecuentes lesiones osteocondrales (Räber 1998, Mitsuoka 1999, Mizuta 2001, Hashimoto 2007).

Autores como Washington 1995 la realizaron en casos de menisco discoide, con muy buenos resultados a corto plazo, lo que les animó a recomendarla, pues hipotetizaban que los discoides eran casos que no estaban predispuestas a padecer artrosis. Todo lo contrario muestra Beaufils 2006 que encuentra estrechamiento del espacio articular externo en el 40% de los casos de meniscectomía completa tras 13 años de seguimiento.

Otras numerosas series también corroboran el mal pronóstico cuando se realizan seguimientos de larga evolución (Abdón 1990, Pellacci 1992). La serie de Raber 1998 describió la presencia de artrosis radiográfica asociada a sintomatología artrósica en 10 pacientes de un total de 17 meniscectomizados al cabo de 20 años de seguimiento.

Incluso en trabajos experimentales, la meniscectomía produce cambios degenerativos artrósicos dependiente de la cantidad de tejido retirado (Cox 1975).



Estudio radiográfico de la rodilla del caso n° 5: niña de 5 años en la que se realizó una meniscectomía completa a la edad de 5 años por presentar un menisco discoide tipo cuña. La radiografía de la derecha muestra la misma rodilla 15 años después donde puede verse la destrucción del cóndilo externo con una lesión osteocondral ulcerada de 2 x 3 cm de área.

En la serie de Abdon (1990), que revisó 89 meniscectomías totales realizadas en niños y seguidas durante 16,8 años descubrió que el 100% de los pacientes tuvieron un pinzamiento de la interlínea articular meniscectomizada, tanto si fue interno como externo. Además asociaron otros signos de artrosis en diferente magnitud (osteofitos, esclerosis subcondral, inestabilidad) aunque clínicamente el empeoramiento no evolucionó tan rápidamente pues el 52% mantenía resultados satisfactorios. De cualquier forma los casos de meniscectomía lateral tuvieron más alta predisposición a padecer artrosis.

En años recientes se han publicado casos de meniscectomía total en niños con menisco discoide que precisaron reparación del cartílago articular mediante trasplante de condrocitos en meseta tibial o en cóndilo femoral por la artrosis tan evolucionada que produjo la meniscectomía en el compartimento externo (Adachi 2006).

Los datos actuales en cuanto a resultados postmeniscectomía nos indican que la resección completa del menisco debe ser siempre evitada, independientemente de la patología de base que la produzca. En el caso de meniscos discoides que presentan un alto riesgo de rotura, la meniscectomía realizada con el menisco íntegro tiene la ventaja de poder recortar el tejido de tal forma que el menisco residual nos quede con forma y tamaño similar al fisiológico. **Pero si decidimos no intervenir un discoide sintomático, deberemos tener presente que el riesgo de roturas múltiples y complejas nos puede obligar a realizar una meniscectomía total por imposibilidad de reconstrucción.**

Este hecho nos plantea dudas con respecto a la abstención quirúrgica en caso de discoides asintomáticos. **La meniscectomía parcial remodelante podría tener indicación en discoides asintomáticos con el fin de prevenir roturas meniscales no reconstruibles.**

En este sentido, Hayashi (1988) describió que las meniscectomías realizadas en su serie de 53 discoides, fueron realizadas adaptándose a la rotura meniscal, y se vio obligado a realizar meniscectomías totales y subtotales en

47 de ellos. En esta serie todos los discoideos presentaron al menos una rotura, pero frecuentemente fue grande y compleja. En otros 35 casos encontró roturas múltiples que le obligó a realizar una meniscectomía total por imposibilidad de reconstruir un menisco normal.

La meniscectomía total tuvo su indicación en casos de menisco discoideo tipo Wrisberg (Kaplan 1957, Watanabe 1974) cuando aún no se realizaba sutura meniscal. Actualmente se puede intentar la sutura del cuerno posterior del menisco a la cápsula articular, evitando así el movimiento meniscal anómalo causante de la sintomatología (Dickhaut 1982, Vandermeer 1989, Aichroth 1991). También se puede realizar la remodelación quirúrgica dejando el menisco discoideo en forma de anillo, respetando la zona periférica de carga.

En el momento actual, la meniscectomía total puede estar indicada en casos de roturas múltiples y complejas que no son reconstruibles, o bien en rotura en pico de loro no suturable o cuando el tejido meniscal se encuentre completamente degenerado (Ikeuchi 1982, Vaquero 2005). En cualquiera de los casos deberíamos respetar un mínimo de tejido parameniscal, en particular las zonas estables que presenten una consistencia normal.

Con el afán de conservar la periferia del cuerpo meniscal donde residen las fibras de colágena que mejor soportan las cargas, se ha comenzado a realizar la reconstrucción meniscal mediante sutura tras la meniscectomía parcial del centro del discoide. La **sutura meniscal** es por tanto una técnica en alza cuando tratamos meniscos discoideos. Nos permite reconstrucciones meniscales de roturas complejas, en particular de zonas periféricas. En los últimos años existen varias publicaciones que hacen referencia a la importancia de conservar un remanente mediante sutura meniscal (Klinge 2004, Yoo 2008, Ahn 2008). En concreto Ahn en 2008 aboga por esta doble técnica de resección parcial y sutura de la rotura. Sus resultados son muy esperanzadores aunque el seguimiento sea corto, 4 años de media.



Dos tipos de sutura meniscal, ambas mediante hilo no reabsorbibles, en dos casos de rotura.

En la literatura existen casos de **regeneración meniscal** tras la meniscectomía completa (Smillie 1944, Aichroth 1991), comprobados tras una nueva artroscopia. Sería una prueba fehaciente de la capacidad de adaptación de la rodilla infantil a la meniscectomía. Dicho potencial de regeneración/remodelación debería ser también observado en casos de meniscectomía parcial pudiendo llegar incluso a producir un menisco similar al anatómicamente normal.

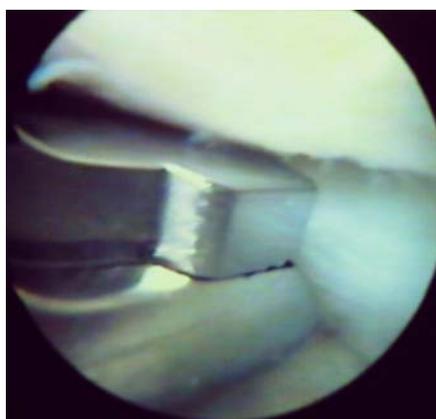
b) TECNICAS QUIRURGICAS

1. ARTROSCOPIA

La artroscopia es la técnica de elección en la realización de la meniscectomía. Presenta una escasa tasa de complicaciones y tiene la ventaja de realizar abordajes poco traumáticos. Sin embargo requiere una buena experiencia técnica debido a la complejidad en la resección meniscal. La curva de aprendizaje frecuentemente obliga a realizar miniartrotomías en los primeros casos. Requiere además una gran variedad de pinzas de resección debido a la complejidad de variaciones morfológicas del menisco.

Es imprescindible un artroscopio de pequeño calibre (2, 7 mm.) así como pinzas con tamaños menores a 2 mm debido al pequeño espacio articular que presentan los niños.

Debemos tener exquisito cuidado para no dañar el cartílago articular fácilmente lesionable por el instrumental metálico, porque dicha lesión es irreparable.



La resección de meniscos discoides en niños requiere instrumental de pequeño calibre por el tamaño de la articulación. En esta fotografía se puede observar la relación de tamaños entre la pinza de resección y el menisco resecado. Frecuentemente no es posible abrir la pinza de resección por falta de espacio.

Existen multitud de variaciones técnicas en cuanto al tipo de resección meniscal, y cada autor debe acomodarse a su propia experiencia y a sus habilidades. De entre ellas cabe destacar la resección en una sola pieza, en

dos piezas o bien mediante trituración. El punto de ataque al menisco depende de la superficie que presente. Así es más fácil comenzar la resección en el punto donde comience la rotura meniscal, cuando existe. A partir de ahí se diseña la forma y tamaño del menisco que vamos a conservar y resecaremos el restante. Cuando el menisco no presente rotura visible podemos comenzar la meniscectomía por el borde libre y en su zona central. Si existiera rotura intrameniscal horizontal la técnica consistirá en retirar primero la capa superior del menisco y posteriormente la inferior dejando forma de bisel. La meniscectomía es más complicada cuando el menisco discoideo además de grueso no presenta rotura intrameniscal y tiene una consistencia cartilaginosa, en estos casos nos podemos ayudar de un bisturí artroscópico, tipo roseta, para realizar el primer corte sobre la superficie del menisco. A partir de ahí con ayuda de las diversas pinzas podemos ir resecaando el resto del menisco. En los casos de rotura intrameniscal horizontal la resección será más fácil y se recomienda recortar más ampliamente la capa superior, dejando formal bisel.

2. ARTROTOMÍA

Se trata de la técnica quirúrgica más antigua, pero actualmente está en desuso (Beaufils 2006). Se reserva para los casos en los que la artroscopia no pueda extraer el menisco en una sola pieza (Kim 1996). Incluso en estos casos se debe comenzar por la artroscopia intentando identificar y aislar el tejido meniscal que vayamos a reseca dejando la miniartrotomía para las fases finales de extracción.

Davidson (2003), describe que en 25 casos de 31 totales (69%) precisó de la artrotomía para la extracción del discoide, incluyendo casos que comenzaron en un intento de resección artroscópica y necesitaron artrotomía final para extraer la pieza.

Las complicaciones de una miniartrotomía son muy escasas y existen autores que la recomiendan por encima de la artroscopia (Krauspe 2009). Su tasa de secuelas artrósicas concluye son iguales o inferiores a la artroscopia. A pesar de ello escasos autores la realizan. Se reserva para casos de rodillas muy pequeñas en las que el instrumental quirúrgico no puede acceder a la articulación por su mayor tamaño.

q. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

Los mejores resultados a largo plazo de la meniscoplastia se han obtenido cuando se realiza una meniscectomía parcial remodelante. Tanto lo publicado en la literatura como los resultados de la presente serie así lo corroboran (Fujikawa 1981, Dickhaut 1982, Clark 1983, Hayashi 1988, Bellier 1989, Dimakopoulos 1989, Pellacci 1992, Ögüt 2003, Atay 2003, Vaquero 2005, Kim 2007, Good 2007).

La meniscectomía parcial remodelante artroscópica se ha mostrado como la técnica menos lesiva y más conservadora de tejido meniscal residual. Sus

tasas de mejoría clínica según la escala de Ikeuchi son las más altas, y con un índice mínimo de complicaciones. A pesar de los buenos resultados descritos en algunas series de meniscectomías totales y subtotales, presentan seguimientos extremadamente cortos, como la serie de Hagashi (1988) con 31 meses solamente.

Por el contrario, numerosos estudios han sido publicados con buenos resultados tras la **meniscectomía parcial remodelante** artroscópica en casos sintomáticos. Ikeuchi (1982) describió que el 78 % de 23 rodillas (edad media: 27.2 años) presentaron unos resultados excelentes tras un período de seguimiento medio de 4.3 años. Asimismo Atay (2003) describió que el 85 % de 34 rodillas (edad media: 19.8 años) fue encontrado como bueno y excelente tras un seguimiento medio de 5.6 años. También Ögüt (2003) describió 11 rodillas con discoide reseca y con un seguimiento de 4,5 años. Todos los casos tuvieron buenos y excelentes resultados según la escala de Ikeuchi. Ninguno de ellos mostró alteraciones degenerativas con una edad media en el momento de la cirugía de 11,5 años.

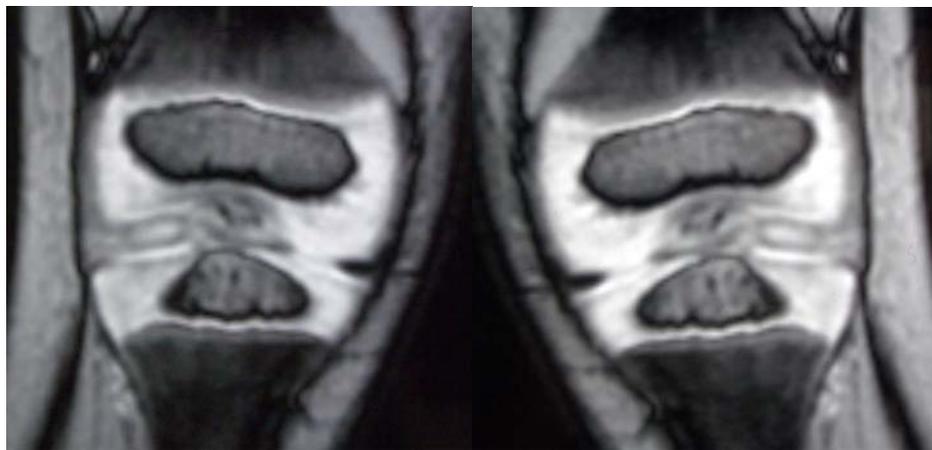
Los 41 casos de discoides sintomáticos operados mediante **meniscectomía subtotal** de la serie de Okazaki (2008), y seguidos una media de 16 años tuvieron unos resultados aceptablemente buenos. Sin embargo detectaron una mayor frecuencia de signos degenerativos en la rodilla operada, que incluyeron el aplanamiento del cóndilo lateral, presencia de osteofitos, esclerosis y estrechamiento articular.

En esta serie, los mejores resultados los obtuvieron en pacientes operados durante la edad de crecimiento. Este hecho apoya nuestra iniciativa de operar todos los casos de discoide infantil a pesar de que presenten escasa sintomatología. De alguna forma la meniscectomía realizada en niños tiene la capacidad de remodelamiento e hipotético crecimiento del menisco residual lo que podría mejorar y normalizar la función meniscal. Lo contrario sería esperar a que el discoide se haga sintomático en la edad adulta, lo que haría aumentar el riesgo de artrosis ulterior empeorando los resultados finales.

También Vandermeer (1989) describió mejores resultados tras la meniscectomía realizada en jóvenes menores de 20 años en el momento de la cirugía (66 % de satisfactorios resultados) frente a los adultos que presentaban un resultado satisfactorio solamente en el 50 % de sus casos.

La meniscectomía parcial remodelante cuando se realiza en adultos no alcanza esas tasas de buenos resultados, quizás porque las rodillas ya presentan notables signos degenerativos como consecuencia de la presencia a lo largo de la vida del patológico menisco discoide. Así, la serie de Pellacci describió 2 únicos casos de discoide en adultos con mal resultado y ambos presentaron una condropatía asociada a rotura meniscal de larga evolución. De cualquier forma en esta serie el índice de buenos y excelentes resultados de la meniscectomía parcial fue del 94% de los casos, incluyendo esos casos de adultos.

En contraposición a estos resultados están los obtenidos por Washington (1995) tras la meniscectomía total que realizó a 34 niños (menores de 16 años) tras un seguimiento de 17 años. En ellos pudo comprobar la buena evolución tras la resección completa del menisco, pero este hecho pudo ser debido a la corta edad a la que hizo la meniscectomía y al escaso seguimiento. De cualquier forma, una de sus conclusiones fue que los niños presentan mejores resultados debido al reacomodamiento de los tejidos de la rodilla a la nueva situación articular sin menisco. Incluso está de acuerdo con Aichroth (1991), y Smillie (1944) en que se puede regenerar un pseudomenisco tras realizar una meniscectomía completa.



Radiografías y RNM de ambas rodillas de un niño de 4 años con menisco discoide. El menisco discoide ocupa un espacio articular que lo retrae del cóndilo, disminuyendo su tamaño. Se puede comparar el tamaño con respecto al cóndilo medial. Obsérvese los núcleos de osificación del fémur distal tipo condroepífisis, con su núcleo óseo central y su corona cartilaginosa. El tejido meniscal duro, comprime y deforma el cartílago epifisario de menor consistencia, moldeando su forma y transmitiendo las fuerzas de compresión a la línea de células en crecimiento centrales.

6. CONFIRMACIÓN DE LA HIPÓTESIS

6. CONFIRMACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Los resultados tanto experimentales como clínicos del presente trabajo confirman la hipótesis alternativa, es decir que la presencia de un menisco discoide en la rodilla en crecimiento produce hipotrofia del cóndilo externo por un compromiso de espacio.

La hipótesis secundaria alternativa también se ve confirmada, por lo que la meniscoplastia parcial remodelante en las rodillas en crecimiento que presentan un menisco discoide produce cambios beneficiosos como son la mejora o normalización del tamaño condilar y la prevención de roturas meniscales.

A la luz de la confirmación de ambas hipótesis alternativas, este doctorando puede afirmar que a pesar de la ausencia de síntomas del menisco discoide infantil, se debería realizar una meniscoplastia remodelante en todos ellos, una vez diagnosticados.

7. CONCLUSIONES

7. CONCLUSIONES

1. **La principal conclusión** de este trabajo es que la presencia de un menisco discoide en la rodilla del niño produce una hipoplasia del cóndilo femoral externo al igual que ocurre en el conejo neozelandés cuando se inserta un discoide artificial.
2. Dicha hipotrofia es directamente proporcional al tamaño y grosor del discoide, y es reversible tras la retirada del menisco redundante, siempre que se realice a una temprana edad cuando las fisis de crecimiento son aún fértiles y pueden producir crecimiento óseo.
3. Las consecuencias **clínicas-patológicas** a largo plazo de la presencia de un menisco discoideo en la rodilla humana son el aumento de la incidencia de osteocondritis, el desarrollo de artrosis precoz así como una mayor incidencia de roturas meniscales.
4. **Las ventajas de la meniscectomía parcial remodelante precoz**, realizada a temprana edad, son la mejoría de la biomecánica articular, que normaliza la forma y la función meniscal, hecho que previene el desarrollo de alteraciones biomecánicas secundarias y la recuperación de las alteraciones óseas de la rodilla, en particular de la hipoplasia condilar.
5. La meniscoplastia además puede prevenir las lesiones condrales (osteocondritis, úlceras condrales) debidas al mal apoyo que produce el menisco discoide demasiado grueso y a su hipermovilidad en casos de menisco tipo Wrisberg.
6. La meniscectomía parcial remodelante, bien contorneada, y realizada cuando el menisco es muy celular y asocia una relativa alta vascularización (menisco de los niños), puede “regenerar” el menisco debido a su mayor potencial de crecimiento, pudiendo acabar remodelando completamente su forma y tamaño, y normalizando su anatomía.
7. La resección del menisco redundante previene las roturas meniscales, en particular las complejas. La meniscoplastia retira el tejido sobrante y respeta el tejido periférico junto a sus anclajes, y por ello disminuye el riesgo ulterior de rotura meniscal, evitando roturas con trazos completos que no permiten el remodelamiento quirúrgico, como el que se puede realizar con meniscos íntegros.

8. CONCLUSION FINAL

8. CONCLUSION FINAL

Como consecuencia de todo lo anteriormente expuesto, creemos indicado el tratamiento quirúrgico mediante una resección parcial remodelante de todos los meniscos discoides en la infancia, incluyendo los casos asintomáticos, con idea de prevenir los cambios degenerativos de la rodilla, las roturas meniscales complejas y para recuperar la anatomía normal de la rodilla previniendo las deformidades óseas que acarrea la presencia de un menisco discoide.

Así mismo deberemos investigar la presencia de un discoide contralateral en todos los enfermos que presenten un menisco discoide en una de sus rodillas debido a la alta tasa de bilateralidad.

9. BIBLIOGRAFIA

9. BIBLIOGRAFIA

Abdon P, Turner MS, Pettersson H, Lindstrand A, Stenström A, Swanson AJ: Long-term follow-up study of total meniscectomy in children. *Clin Orthop.* 1990;257:166-170.

Abril JC, J. Ayala Mejías, L. Magan Bronchalo, T. Epeldegui: Menisco discoideo en niños. Repercusión de su grosor. 38º Congreso SECOT. Bilbao, 2001,22.

Abril JC, Ayala Mejías J, Fernández Iruegas D, Epeldegui T: Hipoplasia del cóndilo externo femoral en el menisco discoideo de la rodilla infantil. . 38º Congreso SECOT. BILBAO, 2001,20.

Abril JC: Discoid meniscus. Influence on knee morphology. Curso Internacional teórico-práctico de patología de rodilla. Clínica CEMTRO. Madrid,2002.

Abril JC, Palazón A: Problemática del menisco discoide. XXIV Congreso de la Asociación Española de Artroscopia. Mayo 2006. LEÓN.

Adachi N, Ochi M, Deie M, Ito Y, Izuta Y: Lateral compartment osteoarthritis of the knee after meniscectomy treated by the transplantation of tissue-engineered cartilage and osteochondral plug. *Arthroscopy.* 2006;22:107-112.

Aglietti P, Bertini FA, Buzzi R: Arthroscopic meniscectomy for discoid lateral meniscus in children and adolescents: 10-year follow-up. *Am J Knee Surg* 1999, 12:83–87.

Ahn JH, Shim JS, Hwang CH, Oh WH: Discoid lateral meniscus in children: clinical manifestations and morphology. *J Pediatr Orthop.* 2001;21:812-816.

Ahn JH, Lee SH, Yoo JC, Lee YS, Ha HC: Arthroscopic partial meniscectomy with repair of the peripheral tear for symptomatic discoid lateral meniscus in children: results of minimum 2 years of follow-up. *Arthroscopy.* 2008;24:888-898.

Aichroth PM, Patel DV, Marx CL: Congenital discoid lateral meniscus in children. A follow-up study and evolution of management. *J Bone Joint Surg.* 1991;73-B:932-936.

Albertsson M, Gillquist J: Discoid lateral menisci: a report of 29 cases. *Arthroscopy* 1988, 4:211–214.

Allen PR, Denham RA, Swan AV: Late degenerative changes after meniscectomy. Factors affecting the knee after operation. *J Bone Joint Surg.* 1986;66-B:666–671.

Amako T: On the injuries of the menisci in the knee joint of Japanese. *J Jpn Orthop Assoc .* 1960;33:1289–1322.

Araki Y, Ashikaga R, Fujii K, Ishida O, Hamada M, Ueda J, Tsukaguchi I: MR imaging of meniscal tears with discoid lateral meniscus. *Eur J Radiol.*1998;27:153-160.

Arkin A; Katz J: The effects of pressure on epiphyseal growth. *J Bone Joint Surg* 1956;38-A:1056-1076.

Arnoczky SP, Warren RF: Microvasculature of the human meniscus. *Am J Sports Med.* 1982;10:90-95.

Arnoczky SP, McDewitt CA: The meniscus: structure, function, repair, and replacement. In *Orthopedic Basic Science.* AAOS. 1995. Chapter 20.

Atay OA, Doral MN, Leblebicioğlu G, Tetik O, Aydingöz U: Management of discoid lateral meniscus tears: observations in 34 knees. *Arthroscopy*. 2003;19:346-352.

Atay OA, Pekmezci M, Doral MN, Sargon MF, Ayvaz M, Johnson DL: Discoid meniscus: an ultrastructural study with transmission electron microscopy. *Am J Sports Med*. 2007;35:475-478.

Ayala J, Abril JC, Magan L, Epeldegui T: Menisco discoide: valor pronóstico del grosor meniscal. *Rev. Esp. Traum*. 2004;48:195-200.

Beaty JH and Roberts JM: Fractures and separations of the knee. In Rockwood Ch A, Jr; Wilkins KE, King RE: *Fractures in children*. Lippincott Company Philadelphia 3rd Ed. 1991;pp:1165-1195.

Beaufils P, Hardy P, Chabat P, Clavert P, Djian P, Frank A, Hulet C, Potel JF, Verdonk R: Adult lateral meniscus. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2006;92(5 Suppl):2S169-2S194.

Bellier G, Dupont JY, Larrain M, Caudron C, Carlloz H: Lateral discoid meniscus in children. *Arthroscopy*. 1989;5:52-56.

Bergstrom R, Gillquist J, Lysholm J, Hamberg P: Arthroscopy of the knee in children. *J Pediatr Orthop*. 1984;4:542-545.

Beyzadeoglu T, Gokce A, Bekler H: Osteochondritis Dissecans of the Medial Femoral Condyle Associated With Malformation of the Menisci. *Orthopedics*. 2008;31:504.

Bin SI, Kim JC, Kim JM, Park SS, Han YK: Correlation between type of discoid lateral menisci and tear pattern. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002;10:218-222.

Blount W, Clarke J: Control of bone growth by epiphyseal stapling. A preliminary report. *J Bone Joint Surg*. 1949;31-A: 464-478.

Bradway JK, Klassen RA, Peterson HA: Blount disease: a review of the English literature. *J Pediatr Orthop*. 1987;7:472-480.

Bullough PG, Munuera L, Murphy J, Weinstein AM: The strength of the menisci of the knee as it relates to their fine structure. *J Bone Joint Surg*. 1970; 52-B:564-570.

Burman M, Neustadt E: Torn discoid meniscus; association of discoid meniscus with congenitally high position of the fibular head. *Arch Surg*. 1950;60:279-293.

Cáceres E, Caja VL, Domenech JM: Menisco discoide. Estudio embriológico. *Rev Ortop Traum*. 1983;27:63-74.

Cahill BR, Berg BC: 99m-Tc phosphate compound joint scintigraphy in the management of juvenile osteochondritis dissecans of the femoral condyles. *Am J Sports Med*. 1983;11:329-335.

Cañadell J: *Lesiones del cartilago de crecimiento*. Pamplona. Ed. Eunsa. Universidad de Navarra 1976.

Carter DR: Mechanical loading history and skeletal biology. *J Biomech* 1987; 20:1095-1109.

Carter DR, Wong M: Mechanical stresses and endochondral ossification in the chondroepiphysis. *J Orthop Res*. 1988;6:148-154.

Carter DR, van der Meulen MC, Beaupré GS: Mechanical factors in bone growth and development. *Bone*. 1996;18(1 Suppl):5S-10S.

Clark CR, Ogden JA: Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potential role in childhood meniscal injury. *J Bone Joint Surg*. 1983;65-A:538-547.

Clark BW: Arthroscopic one-piece excision technique for the treatment of symptomatic lateral discoid meniscus. *Arthroscopy*. 1997;13:413-414.

Cox JS, Nye CE, Schaefer WW, Woodstein IJ: The degenerative effects of partial and total resection of the medial meniscus in dogs' knees. *Clin Orthop Relat Res*. 1975;109:178-183.

Cox JS, Cordell LD: The degenerative effects of medial meniscus tears in dogs' knees. *Clin Orthop*. 1977;125:236-242.

Cui JH, Min BH: Collagenous fibril texture of the discoid lateral meniscus. *Arthroscopy*. 2007; 23:635-641.

Danzig L, Resnick D, Gonsalves M, Akeson WH: Blood supply to the normal and abnormal menisci of the human knee. *Clin Orthop*. 1983;172:271-6.

Dashefsky JH: Discoid lateral meniscus in three members of a family. *J Bone Joint Surg*. 1971;53-A:1208-1210.

Davidson D, Letts M, Glasgow R: Discoid meniscus in children: treatment and outcome. *Can J Surg*. 2003;46:350-358.

Deie M, Ochi M, Sumen Y, Kawasaki K, Adachi N, Yasunaga Y, Ishida O: Relationship between osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle and lateral menisci types. *J Pediatr Orthop*. 2006;26:79-82.

Delgado E, Giménez M, Miralles C, Nieto A, Santos I: Growth of the perichondrium and the chondroepiphysis: experimental approach in the rat proximal tibial epiphysis. *Acta Anat (Basel)*. 1992;145:195-200.

Dickhaut SC, and DeLee JC: The discoid lateral-meniscus syndrome. *J Joint Surg* 1982; 64-A:1068-1073.

Dimakopoulos P, Patel D: Partial excision of discoid meniscus. Arthroscopic operation of 10 patients. *Acta Orthop Scand*. 1989;60:40-41.

Donald L, Piermattei DVM: An atlas of surgical approaches to the bones and joints of the dog and cat. Saunders Company, Philadelphia 3^o Ed. 1993.

Duff SR: Meniscal lesions in knee joints of broiler fowls. *J Comp Pathol*. 1987;97:451-462.

Fairbank TJ: Knee joint changes alter meniscectomy: *J Bone Joint Surg*. 1948;30B:664-670.

Fithian DC, Kelly MA, Mow VC: Material properties and structure-function relationships in the menisci. *Clin Orthop Relat Res*. 1990;252:19-31.

Fleissner PR, Eilert RE: Discoid lateral meniscus. *Am J Knee Surg* 1999;12:125-131.

Frankel VH, Burstein AH, Brooks DB: Biomechanics of internal derangement of the knee. Pathomechanics as determined by analysis of the instant centers of motion. *J Bone Joint Surg*. 1971;53-A:945-962.

Frost HM: Biomechanical control of knee alignment: some insights from a new paradigm. *Clin Orthop* 1997;335:335-342.

Frost HM, Schönau E: On longitudinal bone growth, short stature, and related matter: insights about cartilage physiology from the Utah paradigm. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2001;14:481-496.

Fujikawa K, Iseki F, Mikura Y: Partial resection of the discoid meniscus in the child's knee. *J Bone Joint Surg.* 1981;63-B:391-395.

Garcés Martín G: Loco-regional factors regulating longitudinal bone growth. *Methods of physal stimulation.* Mamee6 1993;4 (Supl. II):62-67.

Gebhart MR: Bilateral lateral discoid meniscus in identical twins. *J Bone Joint Surg.* 1979;61-A:1110-1111.

Gicquel P, Sorriaux G, Clavert JM, Bonnomet F: Discoid menisci in children: clinical patterns and treatment in eighteen knees. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 2005 Sep;91:457-464.

Gil Albarova R, Gil Albarova J, Garrido Lahiguera R, Melgosa Gil M: Modelo experimental de hemiepifisiodesis con polímeros reabsorbibles. *MAPFRE MEDICINA.* 2001;12:117-121.

Giménez Ribotta M: Canales condrales. aportación experimental a su morfogénesis en la rata. Tesis doctoral UAM 1988. H. La Paz Laboratorio cirugía experimental.

Gómez Barrena E, Fernández N, Ordóñez JM, Martínez E: La rodilla en el animal de experimentación. Morfología y cinemática comparadas y su aplicación a los modelos experimentales de rodilla. *Rev. Esp.Traum.* 1991;35:100-112.

Good CR, Green DW, Griffith MH, Valen AW, Widmann RF, Rodeo SA: Arthroscopic treatment of symptomatic discoid meniscus in children: classification, technique, and results. *Arthroscopy.* 2007; 23:157-163.

Gross RH: Arthroscopy in children. In: Mc Guinty JB (Editor): *Operative Arthroscopy.* 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott-Raven Press;1996. pp. 83-91.

Gushue DL, Houck J, Lerner AL: Effects of childhood obesity on three-dimensional knee joint biomechanics during walking. *J Pediatr Orthop.* 2005;25:763-768.

Ha CW, Lee YS, Park JC: The Condylar Cutoff Sign: Quantifying Lateral Femoral Condylar Hypoplasia in a Complete Discoid Meniscus. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 Aug 20.

Haas SL: Mechanical retardation of bone growth. *J Bone Joint Surg.* 1948;30-A:506-512.

Hall FM: Arthrography of the discoid lateral meniscus. *AJR Am J Roentgenol.* 1977;128:993-1002.

Hart ES, Kalra KP, Grottkau BE, Albright M, Shannon EG: Discoid lateral meniscus in children. *Orthop Nurs.* 2008;27:174-179.

Hashimoto Y, Yoshida G, Tomihara T, Matsuura T, Satake S, Kaneda K, Shimada N: Bilateral osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle following bilateral total removal of lateral discoid meniscus: a case report. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008;128:1265-1268.

Hayashi LK, Yamaga H, Ida K, Miura T: Arthroscopic meniscectomy for discoid lateral meniscus in children. *J Bone Joint Surg.* 1988;70-A:1495-1500.

Helfet AJ: Mechanism of derangements of the medial semilunar cartilage and their management. *J. Bone Joint Surg.* 1959;41-B:319-336.

Hoffmann FF: Abnormal femoral origin of the anterior cruciate ligament combined with a discoid lateral meniscus. *Arthroscopy.* 1997;13:254-256.

Huckell JR: Is meniscectomy a benign procedure? A long-term follow-up study. *Canadian J. Surg.* 1965;8:254-260.

Husson JL, Meadeb J, Cameau J, Blouet JM, Masse A, Duval JM: Medial and lateral discoid menisci in the same knee. A propos of a case. *Bull Assoc Anat (Nancy).* 1985;69:201-208.

Ikeuchi H: Arthroscopic treatment of discoid lateral meniscus. Technique and long-term results. *Clin Orthop* 1982;167:19-28.

Ingman AM, Ghrosh P, Taylor TKF: Variation of collagenous and non-collagenous proteins of human knee joint menisci with age and degeneration. *Gerontologica* 1974;20:212-223.

Irani RN, Karasick D, Karasick S: A possible explanation of the pathogenesis of osteochondritis dissecans. *J Pediatric Surg* 1984;4:358-360.

Jeannopoulos C: Observations on discoid menisci. *J Bone Joint Surg.* 1950;32-A:649-652.

Jones EB: The discoid or congenital abnormality of the intraarticular fibrocartilage of the knee joint. *Liverpool Medico-Chirurgical Journal.* 1935;43:78.

Kaplan EB: Discoid lateral meniscus of the knee joint. Nature, mechanism, and operative treatment. *J Bone Joint Surg.* 1957;39-A:77-87.

Kato Y, Oshida M, Aizawa S, Saito A, Ryu J: Discoid lateral menisci in Japanese cadaver knees. *Mod Rheumatol.* 2004;14:154-159.

Kellgren JH, Lawrence JS: Radiologic assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1957;16:494-501.

Kelly BT, Green DW: Discoid lateral meniscus in children. *Curr Opin Pediatr.* 2002;14:54-61.

Kim SJ, Yoo JH, Kim HK: Technical note: Arthroscopic one-piece excision technique for the treatment of symptomatic lateral discoid meniscus. *Arthroscopy.* 1996;12:752-755.

Kim SJ, Lee YT, Kim DW: Intraarticular anatomic variants associated with discoid meniscus in Koreans. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;356:202-207.

Kim SJ, Moon SH, Shin SJ: Radiographic knee dimensions in discoid lateral meniscus: comparison with normal control. *Arthroscopy* 2000;16:511-516.

Kim YG, Ihn JC, Park SK, Kyung HS: An arthroscopic analysis of lateral meniscal variants and a comparison with MRI findings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:20-26.

Kim SJ, Chun YM, Jeong JH, Ryu SW, Oh KS, Lubis AM: Effects of arthroscopic meniscectomy on the long-term prognosis for the discoid lateral meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15:1315-1320.

Klinge KE, Kocher MS, Hresko MT, Gerbino P, Micheli LJ: Discoid lateral meniscus: prevalence of peripheral rim instability. *J Pediatr Orthop.* 2004;24:79-82.

Krause FG, Ulrich H, Ziebarth K, Slongo T: Mini-Arthrotomy for Lateral Discoid Menisci in Children. *J Pediatr Orthop* 2009;29:130-136.

Kroiss F: Die verletzungen der kniegelenkoszwischenknorpel und ihrer verbindungen. *Beitr. Klin. Chir.* 1910;66:598-801.

Lefort G: Les anomalies dysplasiques des menisques chez l'enfant. In *Chirurgie et Orthopedie du Genou de L'enfant*, JF Mallet et al. Sauramps Médical, Montpellier. 1993, pp:121-126.

Le Minor JM: Comparative morphology of the lateral meniscus of the knee in primates. *J Anat.* 1990;170:161-171.

Mad Ulloa, Antúnez-López JR: Fisis vertebrales en la escoliosis idiopática. *Acta Ortop. Gallega.* 2006; 2:15-17.

Matsumoto H, Suda Y, Otani T, Niki Y: Meniscoplasty for osteochondritis dissecans of bilateral lateral femoral condyle combined with discoid meniscus: case report. *J Trauma.* 2000;49:964-966.

Medlar RC, Mandiberg JJ, Lyne ED: Meniscectomies in children. Report of long-term results (mean 8.3 years) of 26 children. *Am J. Sports Med.* 1980;8:87-92.

Mikic Z, Somer T, Brankov M, Lazetic A: Transplantation of the meniscus in dogs—preliminary report. *Acta Chir Yugosl* 1990;37 supl 1:25-27.

Mine T, Taguchi T, Ihara K, Tanaka H, Moriwaki T, Kawai S: Meniscal ossification. *Arthroscopy.* 2003 Feb;19(2):E11.

Mitsuoka T, Shino K, Hamada M, Horibe S: Osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle of the knee joint. *Arthroscopy* 1999;15:20-26.

Mizuta H, Nakamura E, Otsuka Y, Kudo S, Takagi K: Osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle following total resection of the discoid lateral meniscus. *Arthroscopy.* 2001;17:608-612.

Monllau García JC, Aguilar Fernández LL, Espiga Tugás: Menisco externo discoide. *Rev. Ortop Traumatol* 1999;5:347351.

Moseley CF: Crecimiento. En *Ortopedia pediátrica*. Lovell WW y Winter RB. Ed. Panamericana. Buenos Aires 1988. 2ª ed. Cap 2; pp 39-53.

Moser MW, Dugas J, Hartzell J, Thornton DD: A hypermobile Wrisberg variant lateral discoid meniscus seen on MRI. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;456:264-267.

Nathan PA, and Cole SC: Discoid meniscus. A clinical and pathologic study. *Clin Orthop.* 1969;64:107-113.

Nawata K, Teshima R, Ohno M, Takita T, Otuki K: Discoid lateral menisci in older patients. A radiographic study of 21 cases. *Int Orthop.* 1999;23:232-235.

Neuschwander DC, Drez D Jr, Finney TP: Lateral meniscal variant with absence of the posterior coronary ligament. *J Bone Joint Surg.* 1992;74-A:1186-1190.

Noble J, Hamblen DL: The pathology of the degenerate meniscus lesión. *J Bone Joint Surg.* 1975;57-B:180-186.

Ögüt T, Kesmezakar H, Akgün I, Cansü E: Arthroscopic meniscectomy for discoid lateral meniscus in children and adolescent: 4,5 year follow-up. *J Pediatr Ortop part B*. 2003;12:390-397.

Okazaki K, Miura H, Matsuda S, Hashizume M, Iwamoto Y: Arthroscopic resection of the discoid lateral meniscus: long-term follow-up for 16 years. *Arthroscopy*. 2006;22:967-971.

Ozcanli H, Aydin AT, Kayaalp A, Sarpel Y, Tan I: An arthroscopic study on the anterior intermeniscal ligament. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2003;37:46-52.

Pellacci F, Montanari G, Prosperi P, Galli G, and Celli V: Lateral discoid meniscus: treatment and results. *Arthroscopy* 1992,8:526-530.

Peterson HA: Review: Partial growth plate arrest and its treatment. *J Pediatr Orthop* 1984;4:246-258.

Phillips BB. En Campbell, Cirugía Ortopédica. Ed por Terry Canale. 10ª Ed. Elsevier Madrid 2004. Vol 3, Cap 48, pp2515-2612.

Piermattei DL, Flo GL: Handbook of small animal orthopaedics and fracture treatment. 3ª Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1997.

Price CT, Allen WC: Ligament repair in knee with the preservation of the meniscus. *J Bone Joint Surg*. 1978;60-A:61-65.

Quiroz Meneses LA; Celis Osorio R, Granados A: Cartílago de crecimiento y altura de la epífisis proximal tibial en halterófilos. *Rev Int Med Cienc Act Fís Deporte*. 2007;27:185-202.

Räber DA, Friederich NF, Hefti F: Discoid lateral meniscus in children. Long-term follow-up after total meniscectomy. *J Bone Joint Surg*. 1998;80-A:1579-1586.

Ramírez A, Abril JC, Chaparro M: Enfermedad de Köenig: características asociadas a la ausencia de respuesta terapeutica. XLIV CONGRESO NACIONAL SECOT. MADRID, Septiembre 2007.

Rao PS, Rao SK, Paul R: Clinical, radiologic, and arthroscopic assessment of discoid lateral meniscus. *Arthroscopy*. 2001;17:275-277.

Rao SK, Sripathi Rao P: Clinical, radiologic and arthroscopic assessment and treatment of bilateral discoid lateral meniscus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2007;15:597-601.

Rebello G; Grottkau BE, Albright MB, Patel D: Discoid lateral meniscus: anatomy and treatment. *Techniques in Knee Surgery*. 2006;5:64-69.

Reitinger T, Grill F: Discoid meniscus. In the immature knee, J. De Pablos. Ed. Masson , Barcelona 1998; pp:36-42.

Rohren EM, Kosarek FJ, Helms CA: Discoid lateral meniscus and the frequency of meniscal tears. *Skeletal Radiol*. 2001;30:316-20.

Roos H, Laurén M, Adalberth T, Roos EM, Jonsson K, Lohmander LS: Knee osteoarthritis after meniscectomy: prevalence of radiographic changes after twenty-one years, compared with matched controls. *Arthritis Rheum*. 1998;41:687-693.

Rosemberg TD, Paulos LE, Parker RD, Harner CD, Gurley WD: Discoid lateral meniscus: case report of arthroscopic attachment of a symptomatic Wrisberg-ligament type. *Arthroscopy*. 1987;3:277-282.

Sánchez P, Abril JC, Epeldegui T: Osteocondritis disecante de cóndilo femoral externo asociado a menisco discoide lateral. XLII Congreso Nacional SECOT. Sevilla, Octubre, 2005.

Schebitz H, Wilkens H: Atlas de anatomía radiográfica canina y felina. Grass Ediciones, Barcelona, 1989.

Seinsheimer F, Sledge C: Parameters of longitudinal growth rate in rabbit epiphyseal growth plates. *J Bone Joint Surg.* 1981;63-A:627-630.

Shapiro F: Developmental biology of the knee: embryo to skeletal maturity. En *The pediatric and adolescent knee.* Philadelphia 2006. Ed. Micheli and Kocher. Saunder Elsevier. Chapter 5. pp 41-46.

Silverman JM, Mink JH, Deutsch AL: Discoid menisci of the knee: MR imaging appearance. *Radiology* 1989, 173:351–354.

Sisk TD: In Crenshaw AH, ed. *Campbell's operative orthopaedics.* 7ª Ed. St Louis.CV Mosby, 1987: 2323-2324.

Sisson S, Grossman JD: Anatomía de los animales domésticos. Salvat Barcelona 4º ed. 1974.

Smillie IS: Observations on the regeneration of the semilunar cartilages in man. *J Bone Joint Surg.* 1944;31-B:398-401.

Smillie IS: The congenital discoid meniscus. *J Bone Joint Surg.* 1948;30-B:671-682.

Smillie IS: Treatment of osteochondritis dissecans. *J Bone Joint Surg.* 1957;39-B:248–260.

Smillie IS: *Injuries of the knee joint.* Ed. 4. New Yor, Churchill Livingston, 1970.

Staheli LT: Knee pain. In *Fundamentals of Pediatric Orthopedics,* Lynn Staheli. Raven Press, New York.1992, 6.3-6.5.

Stanitski CL: Discoid meniscus. In: Micheli LJ, Kocher M, eds. *The Pediatric and Adolescent Knee.* Philadelphia, PA: Saunders; 2006: 260-272.

Stokes IAF, Spence H, Aronsson DD, Kilmer N: Mechanical modulation of vertebral body growth: implications for scoliosis progression. *Spine* 1996;21:1162-1167.

Stokes IAF: Mechanical effects on skeletal growth. *J Musculoskel Neuron Interact.* 2002; 2:277-280.

Strobino LJ, Colonna PC, Brodey RS, Leinbach T: The effect of compression on the growth of epiphyseal bone. *Surg Gynecol Obstet.* 1956;103:85-93.

Sugawara O, Miyatsu M, Yamashita I, Takemitsu Y, Onozuwa T: Problems with repeated arthroscopic surgery in the discoid meniscus. *Arthroscopy* 1991;7: 68-71.

Sundaramurthy S, Mao J: Modulation of endochondral development of the distal femoral condyle by mechanical loading. *J Orthop Res.* 2006;24:229-241.

Tachdjian MO: Developmental genu valgum. In *Tachdjian MO Pediatric Orthopedics.* WB Saunders Company. Philadelphia 2ª Ed. 1990; pp:2827-2835.

Tardieu C, and Damsin JP: Evolution of the angle of obliquity of the femoral diaphysis during growth-correlations. *Surg Radiol Anat* 1997;19:91-97.

Tomatsu K: Osteochondritis dissecans: pathology and treatment. *J Jpn Orthop Assoc.* 1992;66:1266–1275.

Trueta J, Trias A: The vascular contribution to osteogenesis. IV: the effect of pressure upon the epiphyseal cartilage of the rabbit. *J Bone Joint Surg.* 1961;43-B:800-813.

Vandermeer RD, Cunningham FK: Arthroscopy treatment of the discoid lateral meniscus: results of long-term follow-up. *Arthroscopy.* 1989;5:101-109.

Vaquero J, Vidal C, Cubillo A: Intra-articular Traumatic disorders of the knee in children and adolescents. *Clin Ortop.* 2005;432:97–106.

Washington ER, Root L, Liener UC: Discoid lateral meniscus in children. Long term follow-up after excision. *J Bone Joint Surg.* 1995;77-A:1357-1361.

Watanabe M: Arthroscopy of the knee joint. In disorders of the knee, Ed. AJ Helfet, Philadelphia JB Lippincott, 1974. p:145.

Widmer W: Beitrag zur entwicklung des skeletts der hinter-gliedmabe beim deutschen schäferhund. *Diss. Med. Vet., München,* 1978.

Weiner B, Rosemberg N: Discoid medial meniscus: association with bone changes in the tibia. A case report. *J Bone Joint Surg.* 1974;56-A:171-173.

Wershba M, Dalinka MK, Coren GS, Cotler J: Double contrast knee arthrography in the evaluation of osteochondritis dissecans. *Clin Orthop Relat Res.* 1975;107:81-86

Woods GW, Whelan JM: Discoid meniscus. *Clin Sports Med.* 1990;9:695–706.

Yoo WJ, Choi IH, Chung CY, Lee MC, Cho TJ, Park MS, Lee DY: Discoid lateral meniscus in children: limited knee extension and meniscal instability in the posterior segment. *J Pediatr Orthop.* 2008;28:544-548.

Yoshida S, Ikata T, Takai H, Kashiwaguchi S, Katoh S, Takeda Y: Osteochondritis dissecans of the femoral condyle in the growth stage. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;346:162-170.

Youm T, Chen AL: Discoid lateral meniscus: evaluation and treatment. *Am J Orthop.* 2004;33:234-238.

Zaman M, Leonard MA: meniscectomy in children: a study of fifty-nine knees. In proceedings of the British Orthopaedics Association. *J Bone Joint Surg.* 1978;60-B:436-437.

Zhang AL, Exner GU, Wenger DR: Progressive genu valgum resulting from idiopathic lateral distal femoral physeal growth suppression in adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2008;28:752-756.

AGRADECIMIENTOS

Un trabajo científico como el presente, no podría ser llevado a cabo sin la colaboración de otras personas y grupos de trabajo.

A todas ellas mi más profundo agradecimiento:

En primer lugar agradecer la ayuda a los numerosos residentes que han colaborado en la maduración de la primera idea. Su inquietud científica me llevó a preguntarme si lo que hacíamos en nuestro quehacer ortopédico estaba siendo correcto.

También a mis compañeros de trabajo del Servicio COT del Hospital Niño Jesús. Su colaboración y ayuda fueron encomiables.

Al Servicio de Veterinaria de la Fundación Jiménez Díaz en el manejo de los animales objeto del estudio experimental.

Al Servicio de Radiología del Hospital Niño Jesús por la ayuda en la realización del estudio radiológico.

Y en general a todas aquellas personas que han colaborado de una forma u otra, en sacar adelante este proyecto.

Y como no podía ser de otra manera a mi Familia, a la que sustraje el tiempo dedicado a este trabajo.

Madrid a 25 de Julio de 2009