

DESARROLLO DE LOS LIGAMENTOS
DE LA ARTICULACION DE LA RODILLA
DURANTE LOS PERIODOS EMBRIONARIO
Y FETAL TEMPRANO

Elvira Barrón Martín
1997



Encuadernación
Martín Arquiza
Avda. de Madrid, 20 Portal, 5
Teléf 278589 - 18012 Granada

102 p. B
24/x/91

FME / TESIS 1749



UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
MORFOLOGICAS
18071 - GRANADA

DON JUAN ANTONIO MERIDA VELASCO, Profesor Titular de Universidad (A44EC4678) del Area de Ciencias Morfológicas (Anatomía Humana), adscrito al Departamento de Ciencias Morfológicas de la Universidad de Granada:

C E R T I F I C A: Que todos los trabajos realizados en la presente Tesis Doctoral de Dña. ELVIRA BARRÓN MARTÍN con el título: "DESARROLLO DE LOS LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA DURANTE LOS PERIODOS EMBRIONARIO Y FETAL TEMPRANO", han sido efectuados bajo mi dirección en el Departamento de Ciencias Morfológicas de la Universidad de Granada.

Y para que conste firmo la presente certificación en Granada a dieciocho de Julio de mil novecientos noventa y siete.

Fdo. Prof. Juan Antonio Mérida Velasco



UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
MORFOLOGICAS
18071 - GRANADA

DON INDALECIO SÁNCHEZ-MONTESINOS GARCÍA, Profesor Titular de Universidad (A05042414341524) del Area de Ciencias Morfológicas (Anatomía Humana), adscrito al Departamento de Ciencias Morfológicas de la Universidad de Granada:

C E R T I F I C A: Que todos los trabajos realizados en la presente Tesis Doctoral de Dña. ELVIRA BARRÓN MARTÍN con el título: "DESARROLLO DE LOS LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA DURANTE LOS PERIODOS EMBRIONARIO Y FETAL TEMPRANO", han sido efectuados bajo mi dirección en el Departamento de Ciencias Morfológicas de la Universidad de Granada.

Y para que conste firmo la presente certificación en Granada a dieciocho de Julio de mil novecientos noventa y siete.

Fdo. Prof. Indalecio Sánchez-Montesinos García

A mis padres

AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar expresando mi agradecimiento más sincero a los Directores de la tesis doctoral Prof. Dr. D. Juan Antonio Mérida Velasco y Prof. Dr. D. Indalecio Sánchez-Montesinos García, por haberme permitido la realización de este trabajo de investigación, dedicándome muchas horas de su tiempo y trabajo.

Igualmente, mi gratitud al Prof. Dr. D. Joaquín Espín Ferra y a todo el personal del Dpto. de Ciencias Morfológicas, que de una forma u otra me han animado y ayudado, llegando a ser una parte importante en la realización de este trabajo.

Finalmente, no puedo olvidarme de mis padres, especialmente de mi padre en quien siempre he encontrado incondicional apoyo y estímulo a lo largo de mi carrera y de mi formación.

INDICE:

Introducción y Justificación	Pág.	1
Material y Métodos	Pág.	56
Observaciones	Pág.	72
Resultados	Pág.	279
Discusión	Pág.	333
Conclusiones	Pág.	351
Bibliografía	Pág.	353

INTRODUCCIÓN

Y

JUSTIFICACIÓN

El análisis, con profundidad de la morfogénesis de los miembros se ha iniciado en los últimos 30 años, al amparo sobre todo de la embriología causal y experimental, estudiándose la intimidad de la organización de los distintos elementos esqueléticos y articulares. Refiriéndonos al miembro inferior, quizás la articulación de la rodilla ha sido el objeto predilecto de los distintos investigadores, posiblemente en aras de descubrir su complejidad articular. De todos modos al analizar y contrastar los datos bibliográficos de que disponemos sobre este particular nos llama la atención el que no exista unanimidad de criterios a la hora de establecer el origen y desarrollo de los distintos elementos que participan en la organización del citado sistema articular. Tampoco existe, además, ningún estudio completo que establezca en especímenes humanos durante los periodos embrionario y fetal temprano, el correspondiente horario morfogenético articular.

Esta situación es la que nos ha dado alentado a abordar el estudio del desarrollo de las formaciones ligamentosas que en especímenes humanos conforman dicha articulación, con objeto de contribuir a su conocimiento a la vez que establecer su horario

morfogénico no sólo durante el periodo embrionario, sino también durante el periodo fetal temprano, lo que sería novedoso, para justificar así el presente trabajo de investigación para optar al grado de doctor.

Para facilitarle al lector el análisis bibliográfico cronológico sobre la problemática antes citada, dividimos este primer capítulo de Introducción y Justificación en una serie de apartados, de modo que se nos permita un análisis bibliográfico más profundo sobre los distintos y complejos elementos que intervienen en la articulación de la rodilla.

1.- FACTORES QUE DETERMINAN EL DESARROLLO DE LOS LIGAMENTOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.

El análisis del cómo y por qué se establece la articulación de la rodilla, en general, y sus formaciones ligamentosas, en particular, ha sido objeto de estudio en gran cantidad de vertebrados por una pléyade de autores. En este sentido, el establecimiento de una forma determinada en la articulación de la rodilla se ha relacionado con factores, bien de tipo mecánico, bien de tipo genético.

Entre los que pudiéramos llamar genetistas, destaca BERNAYS (1878), quien en su clásico trabajo sobre la articulación de la rodilla en el hombre y en otros animales, afirma que son los factores hereditarios los que principalmente determinan la forma de la articulación. Las teorías de BERNAYS (1878) fueron ratificadas por autores como KAZZANDER (1894), BARDEEN (1905), HESSER (1926), LANGER (1929), MARTINO (1935), FELL y CANTI (1934), McDERMOTT (1943), HAINES (1947), ANDERSEN (1961), AREY (1961), y HAMILTON y MOSSMAN (1975).

Entre los mecanicistas destacan los trabajos de HENKE y REYHER (1874), SCHULIN (1879), HAGEN-TORN (1882), TORNIER (1894), FALDINO (1921), WHILLIS (1940), y DRACHMAN y SOKOLOFF (1966). Por su parte, RUANO-GIL y cols. (1978) inhibiendo la movilidad muscular en embriones de pollo utilizando succinil-colina, comprobaron una falta de organización, tanto de las cavidades articulares como de las formaciones para-articulares, tales como la cápsula y los ligamentos. Dos años más tarde, RUANO-GIL y cols. (1980) precisan aún más el papel del movimiento en el desarrollo articular concluyendo que: "...Se puede

deducir que con la administración de sustancias del tipo del curare se obtienen parálisis de los movimientos embrionarios así como la ausencia de las cavidades, o la regresión de éstas, si ya estaban formadas, de la cápsula, ligamentos y meniscos; con la administración de reserpina, la hipermotilidad obtenida da lugar a la formación de buenas estructuras articulares". Estos resultados confirman pues la poderosa influencia de los factores extrínsecos en el desarrollo de la articulación.

2.- ORIGEN Y FORMACIÓN DE LOS ELEMENTOS INTRAARTICULARES.

El problema que un principio se plantea es si estas estructuras intraarticulares son de origen blastémico o si, por el contrario, tienen un origen extrablastémico.

BERNAYS (1878), SCHULIN (1879), BARDEEN (1905) y más recientemente McDERMOTT (1943) y EBERL-ROTHE y SONNENSCHNEIN (1950) consideran que las estructuras intraarticulares, tales como el tejido sinovial, ligamentos cruzados, meniscos, son estructuras blastémicas. SCHUSTER (1878) y KEITH

(1933) llegaron a sugerir que tales estructuras intraarticulares son derivados capsulares.

TAURE (1930) expuso que "... Si bien el disco intercondral blastemático o zona intermedia se continua, al principio, sin separación alguna ni límite con el mesénquima de alrededor, más adelante la periferia de dicho disco se diferencia en una especie de membrana o pericondrio que unirá, a modo de manguito, los dos cartílagos próximos. De este manguito derivarán la sinovial, la cápsula y los ligamentos capsulares. Del disco intercondral derivarán los fibrocartílagos intraarticulares o bien, si desaparecen, la cavidad articular. De los extremos del cartílago se forman las epífisis de la articulación. Los ligamentos cruzados de la rodilla son intraarticulares y, como el ligamento redondo de la cadera, proceden de la diferenciación de la cápsula".

En 1947 HAINES se opone a las concepciones anteriores, y apoyando los trabajos de HAGEN-TORN (1882), afirmó que el mesénquima del que derivan todos los elementos intraarticulares, mesénquima sinovial, es extrablastemal y queda aislado del

mesénquima general vecino por un esbozo capsular. Entre algunas de sus aportaciones recogemos las siguientes: "... Estoy de acuerdo con Hagen-Torn en que las superficies articulares cartilaginosas y la cavidad se forman, parcialmente, del disco blastémico interzonal o articular y que el resto de las estructuras intraarticulares surgen del mesénquima vascular". Afirmó pues que la condensación del mesénquima formará el esbozo de la cápsula y como resultado de este proceso, el mesénquima vascular queda encerrado en la articulación, para dar origen a las estructuras intraarticulares. Continúa afirmando que "...El mesénquima vascular o sinovial difiere del blastema en su estructura irregular, laxa, y en la vascularización. Es el tejido que queda aislado y llega a situarse intraarticularmente por la aparición de una condensación en el mesénquima, que se extiende desde el pericondrio de un cartílago hasta el pericondrio del otro formando la cápsula articular".

3.- MENISCOS ARTICULARES.

Los meniscos de la articulación de la rodilla han merecido la atención de numerosos investigadores ya que constituyen una importantísima estructura de esta articulación, en la que ocupan parte

de la cavidad articular y constituyen los elementos mediante los cuales, indirectamente, se articulan los cóndilos femorales y las cavidades glenoideas de la tibia.

En cuanto a su origen y modo de aparición merecen citarse los trabajos de SUTTON (1887) para quien los meniscos son derivados de los músculos fémoro caudales y de otros músculos asociados; LUCIEN (1904) que los encontró en fetos a partir de 3 cm., sumergidos en la masa del disco intermedio de la articulación; GRAY (1930) señala que derivan del mesodermo que persiste entre las estructuras óseas enfrentadas entre sí; TAURE (1930) destaca la existencia en la rodilla de tres discos articulares: tibio-femoral interno y tibio-femoral externo, que formarán los meniscos, y el peroneo-femoral; DUBINKIN y MOTNENKO (1931) que estudiando el desarrollo embriológico de los meniscos en una serie de especímenes humanos de 9.5 a 71 cm. de longitud, afirman que ... En los embriones de 11.8 cm. (unos tres meses y medio) parte del tejido lateral a la hendidura se convertirá en los meniscos; en el de 25.9 cm. (fines del quinto mes) el menisco se separará del fémur pero no del todo de la tibia; a los 31.6 cm. (cinco meses y medio) el tejido de los

meniscos es conjuntiva genuino; en el feto de 39.4 cm. (de siete a ocho meses) se van perfeccionando sin cambiar de forma"; KEITH (1933) expresó su opinión de que "... Los meniscos son restos de los discos intercondrales que sobresalen en el espacio situado entre las superficies articulares"; McDERMOTT (1943), señalaba que los meniscos aparecen entre las 9^o y la 10^a semana, y consisten en masas de fibroblastos con uniones a la cápsula y a los ligamentos cruzados. Añaden que "... A las 10-11 semanas no pueden apreciarse vasos sanguíneos en los meniscos; a las 12 semanas los meniscos están bien desarrollados y unidos a la periferia de la cápsula, presentando una superficie celular homogénea de fibroblastos y una unión a la porción central de la tibia, teniendo en sus extremos anterior y posterior forma de cuña; a las 13 semanas los meniscos parecen una matriz cartilaginosa y hay abundante retículo en su interior, observándose vasos sanguíneos a su alrededor; en las 2 ó 3 semanas siguientes, los meniscos contienen cantidades cada vez mayores de colágeno, pero no tienen matriz cartilaginosa; a las 18 semanas muestran vasos sanguíneos que los penetran, estando muy vascularizados en algunos sitios". PUJILLA (1943) señalaba que "... Cuando las dos superficies articulares en parte se tocan y en parte no, como sucede en muchas

articulaciones, se abre una hendidura o cavidad, entre las dos superficies de contacto; la parte de la articulación en la cual no se ponen en contacto inmediato las superficies de los dos huesos se llena de tejido conjuntivo, formando un cojinete que se adapta a la superficie de los huesos y sirve para suavizar el movimiento. Este cojinete constituye los meniscos fibrosos o fibrocartilagosos y la cavidad articular se propaga periféricamente por entre los meniscos y la superficie del hueso, tal y como ocurre en la rodilla". Para NAVES-JANER (1946), la formación de los meniscos pasa por una primera fase (los tres primeros meses en el embrión humano) en la cual el tejido celular intermedio va tomando cada vez más un carácter conjuntivo, dejando periféricamente una porción espesa, que representa, entre otras cosas, el esbozo de los meniscos, y una segunda fase en la que éstos separan primeramente las masas laterales del fémur y después las de la tibia (durante los meses cuarto, quinto y sexto). A partir de esta fase los meniscos van tomando el carácter morfológico definitivo, adaptándose a las superficies de los cartílagos (futuros huesos) y el carácter histológico de tejido genuino de células cartilaginosas .

EBERL-ROTHER y SONNENSCHENIN (1950) consideran que el menisco se forma en la zona fronteriza del mesénquima, esbozo de la articulación de la rodilla, que es continua con la zona intermedia de la articulación.

KAPLAN (1955), y ROOS y cols. (1958) demostraron que el menisco lateral normalmente no adquiere una configuración discoide durante su desarrollo. Los últimos autores, afirman además que solamente era en la fase más primitiva del desarrollo, durante el periodo embrionario, cuando la placa de mesénquima no diferenciado a partir del cual se desarrolla el menisco se parece a un disco.

ANDERSEN (1961) publicó que desde una etapa muy primitiva los meniscos consisten en fibrocartilago: "...Las células meniscales se transformaron en fibroblastos en una etapa primitiva de 23 mm., formando la matriz cartilaginosa metacromática". Parece que se basó, al hacer esta afirmación, por lo menos en parte, en la especificidad de la reacción de la tinción con el azul de alcian. Dijo que a los 23 mm. existe una reacción metacromática muy débil en el primordio meniscal y que otra tinción con azul alcian indica la

formación de la matriz cartilaginosa. Sin embargo, en la misma página, señaló que en las preparaciones fijadas correctamente, el líquido sinovial coagulado en el interior de la articulación se tiñe con un color muy intenso y brillante con este colorante. Afirmó, asimismo que en este estadio existen tres componentes en la constitución de los meniscos: condrocitos, matriz cartilaginosa y fibras de colágeno, estas se aprecian a los 30 mm. en los meniscos, por tanto, "...el tejido que constituye los meniscos puede ser considerado como fibrocartilago".

GARDNER y O'RAHILLY (1968) realizaron un estudio sobre el desarrollo de la rodilla en embriones humanos, llegando a la conclusión de que "...En el estadio 20 (18-23 mm, 7 semanas post-ovulatorias) de nueve embriones examinados, en uno se encontró el menisco lateral. En el estadio 21 (22-24 mm., aproximadamente 7.5 semanas post-ovulatorias) de cinco embriones examinados, en al menos tres especímenes se encontró el menisco lateral. En el estadio 22 (24-27 mm., aproximadamente 7.5-8 semanas post-ovulatorias) pudimos identificar los dos meniscos. En el estadio 23 (27-31 mm, aproximadamente 8 semanas post-ovulatorias) los meniscos estaban claramente definidos; eran algo más oscuros que los tendones, pero sin

embargo, eran parecidos a éstos y a los ligamentos. Contenían unas pocas fibras de colágeno. Nada en su aspecto sugirió la presencia de fibrocartilago. Se confundían, hacia el interior, con las interzonas fémoro-tibiales, que son muy delgadas. En este estadio, en los dos embriones examinados, los vasos sanguíneos estuvieron presentes a lo largo de los aspectos circunferenciales de los meniscos".

LAHLAIDI (1974) se refirió en uno de sus trabajos a la influencia de los factores genéticos y ambientales sobre las estructuras articulares de la rodilla, y particularmente sobre los meniscos, afirmando que "...La forma de las estructuras anatómicas definitivas dependen de los factores genéticos y ambientales, ejerciendo estos últimos más tarde su influencia en el desarrollo embriológico".

KAZZOTI, PAGANI y MARCHINE (1975) estudiaron la articulación de la rodilla en series de 18 embriones y fetos humanos de una longitud cabeza cola de 20 a 200 mm. La primera de las estructuras, por ellos considerada, es el disco intermediario de Henke, interpuesto entre la tibia y el fémur en el primer estadio del desarrollo.

De este tejido interarticular primitivo surgen periféricamente los meniscos y centralmente el ligamento adiposo.

PALACIOS y RHODE (1980) dedicaron también un apartado al estudio de los meniscos de la articulación de la rodilla, considerando que "...Para algunos autores los meniscos se desarrollan "in situ", a partir del mesénquima blastemal secundariamente vascularizado; para otros, a partir del mesénquima incluido en la articulación al formarse la cápsula fibrosa y aumentar de tamaño, por crecimiento, los componentes de la articulación. La formación de los meniscos se inicia a las 8 semanas, periodo fetal, 30 mm., por condensación celular dispuesta según su eje mayor perpendicular al eje longitudinal de la diáfisis del fémur y tibia. Las condensaciones meniscales se ven definitivamente bien definidas a las 9 semanas, 40 mm., tienen aspecto muy celular aunque contienen ya algunos elementos fibrilares colágenos. En este periodo son aún relativamente avasculares. En fetos mayores, los contornos de los meniscos terminan fusionándose con el tejido capsular fibroso, la sinovial se inserta en los límites superior e inferior de dicho contorno formándose un receso de la cavidad articular revestido por sinovial detrás del menisco lateral. A partir de

la 19 semanas, 180 mm., ambos meniscos tienen un componente fibroso importante, los vasos sanguíneos penetran en ellos en ocasiones, más allá de su parte media. Hacia la semana 23, 220 mm., los meniscos contienen haces colágenos paralelos y son relativamente avasculares. El tejido sinovial muy vascularizado, se interrumpe bruscamente en el límite de los meniscos. En fetos "a término", el número de vasos meniscales y la longitud intermeniscal de los mismos ha disminuido, los vasos no van más allá de la mitad de la anchura de los meniscos, si bien en las astas anteriores y posteriores de los mismos pueden alcanzar el límite interno".

CÁCERES y CAJA (1980) afirman que de las estructuras meniscales que estudiaron, encontraron en los embriones humanos de 28 mm. una condensación en la interlínea, que corresponde al cuerno anterior del menisco interno. En el embrión de 30 mm. los meniscos han aumentado en anchura de tal forma que son mayores proporcionalmente que en el feto, y que en el periodo fetal temprano humano los meniscos aparecen como "estructuras longitudinales".

CLARK y ODGEN (1983) realizaron un amplísimo y detallado estudio de estos cartílagos semilunares o meniscos en un examen realizado sobre 548 meniscos recogidos de cadáveres prenatales y postnatales. De su trabajo se concluye que tanto el menisco medial como el lateral adquieren su forma característica en el periodo temprano de su desarrollo prenatal, siendo identificables aproximadamente 7.5 semanas después de la ovulación. Para el horizonte 23 de Streeter, que corresponde a las 8 semanas, finales del periodo embrionario, el menisco está claramente definido. Cada menisco adquiere su forma característica durante el desarrollo prenatal y este estadio es marcadamente celular. Los vasos sanguíneos son numerosos y más prominentes en el tercio periférico de los meniscos y en los ligamentos adyacentes coronarlos y capsular. En lo que concierne al área meniscal ponen de manifiesto que en conjunto, el menisco medial cubría el 51.74% del platillo medial, con una proporción media de menisco platillo de 0'64, mientras que el menisco lateral consistentemente cubría una mayor proporción del platillo lateral, 75.93%, con una proporción media menisco platillo de 0'84%. Las proporciones entre los meniscos y platillos fueron trazadas en los especímenes prenatales. Estas proporciones aumentan ligeramente

durante los periodos temprano fetal que quedaron constantes aproximadamente a las 28 semanas de gestación. En todo momento del periodo fetal, el menisco lateral cubría una mayor proporción de su platillo que el menisco medial. La misma relación también se observa en los especímenes postnatales y adultos y parece ser relativamente constante. Por último refiriéndose a la morfología e histología de los meniscos en la edad fetal, exponen que "... En el embrión de 80 mm. los meniscos histológicamente estaban compuestos de fibroblastos, densamente empaquetados, que parecen ser más voluminosos en el tercio intermedio y menos y más compactamente dispuestos en el tercio periférico. Los canales vasculares atraviesan toda la anchura horizontal de los meniscos, incluyendo el tercio más interno. El suministro sanguíneo al menisco parecía llegarle a través de los ligamentos coronarios y de la porción tibio-meniscal de los ligamentos capsulares. No hay condricificación intracelular significativa ni formación de matriz en los meniscos de esta edad y la zona entre los meniscos y el platillo tibial estaba compuesta de fibrocartilago. En el embrión de 120 mm. las células de los meniscos están más diferenciadas y son más maduras. La matriz de estas dos estructuras es más colágena. Los haces de colágeno están orientados de forma

más organizada. Las fibras están orientadas de forma circunferencial, aunque algunas lo estuvieron en sentido radial. Numerosos vasos estuvieron presentes en todas partes de los meniscos lateral y medial. En los embriones de 150 mm., la vascularización de los meniscos es más evidente; se ha producido la diferenciación de la capa superficial compacta periférica de los meniscos para formar una membrana sinovial más evidente. La membrana tenía un grosor de 5-6 células y era ligeramente más gruesa allí donde los meniscos eran ligeramente curvados. La orientación predominante de las fibras de colágeno es la circunferencial, mientras que las fibras adyacentes a los ligamentos coronarios estuvieron orientadas de un modo más oblicuo respecto al plano horizontal del platillo. Fibras radiales más prominentes aparecen en la superficie tibial de los meniscos. Son todavía visibles los vasos sanguíneos en todas partes de los meniscos, especialmente prominentes adyacentes a los ligamentos coronarios. A los 180 mm. el fibrocartilago aparece prominente en los puntos de unión de la porción menisco-tibial al ligamento capsular del cartilago de la epifisis tibial. La capa sinovial de los meniscos es claramente distinguible sobre las superficies meniscales superior e inferior. A los 240 mm. la disposición de las fibras de colágeno es aún más organizada".

DOSKOCIL (1985) refiriéndose a estas estructuras fibrocartilaginosas, está de acuerdo en que "...Los meniscos, así como los ligamentos cruzados están perfectamente formados en la fase en la que el espacio articular no existe todavía como un espacio propio".

4.- MEMBRANA SINOVIAL.

La naturaleza conectiva del revestimiento sinovial, membrana sinovial, fue demostrada por primera vez por HUETER (1866). Esta opinión fue apoyada por los estudios de REYHER (1874), HAGENTORN (1882) y HAMMAR (1894).

RETTNER (1902) considera que "...El tejido de los discos intercartilaginosos que persiste en la periferia de las superficies articulares, entre la cápsula y los ligamentos, sirve para el desarrollo de las membranas sinoviales. En los cortes longitudinales, el esbozo de la sinovial se presenta bajo la forma de un pliegue triangular cuya base es continua fuera de la capa interna de la cápsula, mientras que el vértice se prolonga, más o menos lejos, de las superficies articulares. En los embriones jóvenes, la membrana sinovial y sus prolongaciones están constituidas por tejido conjuntivo reticulado, de mallas llenas de

hialoplasma y conteniendo una gran riqueza vascular. Un poco más tarde se presentan las arrugas o bandas, cuyas bases están implantadas sobre la sinovial, mientras que el cuerpo está libre en la cavidad articular. La estructura de este pliegue o banda es la de un tejido reticulado con mallas llenas y en parte vacío de hialoplasma. ¿Cómo se forman estos pliegues?. Su persistencia en las articulaciones embrionarias o fetales, así como en el adulto, nos permite considerarlos como producciones patológicas. No son más que regueros de estos discos intercartilaginosos que persisten en ciertos puntos y desaparecen por fundición celular".

SULLIVAN (1922) señala un revestimiento sinovial en los meniscos articulares, y CLARK y LE GROSS (1928) afirmaron que las cavidades tienen un revestimiento auténticamente mesotelial.

En 1933 KEITH insistió en que la membrana sinovial tiene su origen en el pericondrio y es de naturaleza cartilaginosa.

Un investigador que ha prestado gran atención a la articulación de la rodilla es McDERMOTT (1943), quien pone de manifiesto que

"...Algunas células de la superficie sobresalen en la luz de la cavidad. Se evidencian como las primeras manifestaciones definitivas de la formación de una más especializada capa que recubre la articulación, y puede denominarse membrana sinovial. No es uniforme, y en algunas zonas parece extenderse, sobre todo el menisco, hasta la unión de este último con el ligamento capsular y coronario. No se observa membrana sinovial en otras porciones de la articulación, excepto, posiblemente, por encima de algunas porciones del ligamento mucosum y de los ligamentos alares. Entre las 29 y 30 semanas, la membrana sinovial parece revestir todo el espacio de la articulación con la excepción de los extremos del hueso. El hecho de que la membrana sinovial se observe por primera vez aproximadamente cuando la madre reconoce, también por primera vez, los movimientos fetales es ciertamente interesante. Toma su aparición por reorganización de la células sobre las márgenes libres de los meniscos y la superficie interna de la cápsula, después de que estas estructuras hayan sido bien diferenciadas. Finalmente cubre las superficies articulares de los huesos. Afirmamos que no consta de células endoteliales. No parece razonable suponer que el pericondrio dé lugar al revestimiento sinovial de la articulación". En cuanto al revestimiento

de los meniscos por membrana sinovial consideró que poseían un revestimiento similar excepto en los puntos de unión con los ligamentos coronarios y con la cápsula, y que comienza a desaparecer en los meniscos a lo largo de los 2-3 años del nacimiento.

Para DAVIES (1945) y DAVIES y EDWARDS (1948) la red vascular subyacente a las células de la superficie deberían ser incluidas en la definición de membrana sinovial.

Como ya se ha mencionado, anteriormente, para HAINES (1947) ...El mesénquima sinovial da lugar a las porciones más centrales de la cavidad sinovial, a la sinovial y a los tejidos subsinoviales, así como a las estructuras intracapsulares, incluyendo los ligamentos, tendones y fibrocartilago".

GRAY y GARDNER (1950) refiriéndose a esta cuestión están en condiciones de afirmar que "...Aunque las cavidades primitivas son irregulares, poco después de que empiecen a coalescer, sus células de revestimiento adquieren una orientación más definitiva, varían de densidad y disposición y con métodos histológicos normales son

morfológicamente similares a las células del tejido conectivo situadas más profundamente. Poco después de que las células que revisten las cavidades adquieran su orientación definitiva aparecen los vasos sanguíneos en los tejidos laxos por debajo de las células de revestimiento. Las vellosidades de la membrana sinovial se aprecian por primera vez en el ángulo superior del receso suprapatelar en fetos de 11 semanas; están presentes en los pliegues de reflexión del tejido sinovial del fémur a las 16 semanas y en el receso suprapatelar y cerca del menisco a las 18 semanas". Más adelante ponen de manifiesto que "...El tejido que delimita las cavidades, o membrana sinovial, surge del mesénquima sinovial y pronto se parece al del adulto, no cubriendo además las superficies articulares de los meniscos". Para HAINES (1953), del mesénquima sinovial se forman los tejidos sinoviales y subsinoviales.

WASSILEV (1972) realizó un estudio con microscopía electrónica, así como histoquímico, de la membrana sinovial, afirmando que "...Para el día 16, en la zona periférica de la condensación del mesénquima que corresponde a la interzona articular,

se observan células mesenquimales con numerosas vacuolas. Dichas células representan el esbozo de la membrana sinovial".

Para PALACIOS y RHODE (1980), "...El estrato sinovial de la cápsula se considera derivado, por proliferación, de la parte periférico del mesénquima vascularizado de la capa media de la interzona. Al formarse las primeras cavidades parciales de la articulación de la rodilla aún no se hallan diferenciadas las características de los elementos del estrato sinovial. La orientación peculiar de las futuras células sinoviales, que delimitan la cavidad articular sinovial, no tiene lugar hasta la confluencia de las lagunas articulares. Las células del esbozo precoz de la sinovial no se distinguen con facilidad, ni morfológica ni histológicamente, de la células conjuntivas subyacentes; su disposición y densidad varían en distintas regiones de la articulación. Después de orientarse las células de revestimiento del estrato sinovial, ocurre la vascularización del tejido conjuntivo subyacente. El tejido sinovial prolifera y termina organizándose en los meses fetales apareciendo alrededor de la 11 semana, 70 mm.; la primera vellosidad sinovial aparece en el receso suprarotuliano de la cavidad articular, que está revestido en épocas

fetales por tejido rico en células, sostenido por tejido conjuntiva laxo, atravesado por capilares. Más tarde, a las 12 semanas, 85 mm., es frecuente ver vellosidades en los recesos menisco femorales, en especial en el interno, formadas por una doble fila de células y capilares. En fetos mayores, las partes póstero-laterales de la cápsula fibrosa, futuros casquetes condíleos, situados por delante de las cabezas de origen carnoso de los músculos gemelos, están revestidas por un delgado estrato sinovial que emite, igualmente, vellosidades hacia el interior de la cavidad. Las vellosidades sinoviales son también frecuentes en los meses fetales posteriores, a nivel de la inserción del estrato sinovial en el límite superior e inferior del contorno superficial de los meniscos. En éstos además, al principio se puede comprobar el revestimiento, en cierta extensión, de las caras superior e inferior de los mismos, circunstancia que después desaparece, excepto en las astas anterior y posterior, atadas al platillo tibial mediante ligamentos, en las que la sinovial se comporta como en los ligamentos cruzados. En los últimos meses fetales, se marcan diferencias regionales en el revestimiento sinovial de la cavidad articular de la rodilla. Se comprueba el adelgazamiento y reducción de los vasos del tejido sinovial que reviste ligamentos y estructuras fibrosas, destaca la

pobreza relativa en fibras de colágeno, en comparación con el estrato fibroso de la cápsula. En general, durante los meses fetales, muchas vellosidades sinoviales son francamente voluminosas en comparación con el tamaño de la totalidad de la articulación. Todas las vellosidades tienen un eje de fibras colágenas atravesado por vasos y revestido por células. Finalmente se define también, durante los meses fetales, el tejido sinovial que reviste la capa fibrosa del periostio intraarticular del fémur y tibia, dada la inserción, a distancia variable, del límite del cartílago articular, de la cápsula fibrosa".

CÁCERES y CAJA (1980) encuentran el tejido sinovial en el periodo fetal con las siguientes características: "...En su localización anterior se encuentra en contacto con los segmentos meniscales anteriores, ligamento rotuliano y la rótula; en su localización posterior está cerrando, por detrás, la cavidad articular, formando un acúmulo celular importante, que llega a contactar con el plano músculo ligamentoso posterior".

5.- CÁPSULA ARTICULAR.

El manguito fibroso que constituye la cápsula de la articulación de la rodilla ha sido, también, objeto de estudio por gran cantidad de investigadores, que han intentado dar luz a sus orígenes y constitución. Merecen ser citados, por tal motivo, los trabajos de autores como BAER (1837), quien trabajando en el embrión de pollo afirmó que "...La cápsula articular es una formación blastémica, una continuación del pericondrio por encima de la región de la articulación". SCHULIN (1979) y BARDEEN (1905) apoyaron esta concepción.

En 1882, HAGEN-TORN, sin embargo, opina que la cápsula tiene un origen extrablastémico.

Para LANGER (1929) la cápsula articular está presente con anterioridad y posterioridad al estadio de 28 mm. (finales del horizonte XXIII). Además, señala este autor que a los 25 mm. estaba presente, por primera vez, su esbozo, detrás de los ligamentos cruzados, y que su aparición tardía se debía a la ausencia de los músculos.

TAURE (1930) está convencido de que la cápsula y los ligamentos capsulares, así como la sinovial articular, derivan del manguito pericondral que está uniendo los dos cartílagos próximos de la articulación.

De la misma opinión es KEITH (1933) para quien el pericondrio da lugar a la cápsula de la articulación.

PUJULA (1943) afirma, atendiendo a dicha estructura fibrosa, que: "...La cavidad o hendidura de la articulación queda lateralmente limitada por tejido conjuntivo, transformado en la pared de la cápsula articular; esta pared diferencia su capa interna alrededor de la cavidad articular, para constituir la cápsula sinovial. Sobre la cápsula articular, periféricamente, se modifica el tejido conjuntiva tomando un carácter muy fibroso y compacto, para formar los ligamentos periarticulares".

McDERMOTT (1943) no encontró la cápsula articular hasta el estadio de 9-10 semanas de desarrollo.

En 1947 HAINES hace una entusiasta defensa de que la cápsula articular no deriva de los pericondrios articulares, afirmando que: "...Si la cápsula fibrosa realmente representara el pericondrio sería sorprendente encontrar otra capa de pericondrio intracapsular dentro de esta cápsula. El pericondrio, cerca de las articulaciones más grandes, está perfectamente claro a los 12 mm., mientras que la cápsula fibrosa todavía está ausente a los 14 mm. El desarrollo de la cápsula fibrosa, en forma de condensaciones en el tejido blastémico sobrante, cerca de la articulación, ha aislado una porción general, que va a formar el mesénquima sinovial y otra para formar el pericondrio intracapsular. El pericondrio intracapsular quedará parcialmente transformado en las porciones más periféricas del cartílago articular, mientras que el resto persiste toda la vida".

MOLL (1948) afirmó que no existe simultaneidad en la formación de las diferentes partes de la cápsula y que la mayor o menor simetría del adulto muestra tener diferentes modelos de desarrollo.

GRAY y GARDNER (1950) son de la opinión de que existen grandes dificultades para precisar el inicio de la organización capsular, y que esta dificultad se debe, en parte, a la rapidez con que tienen lugar los cambios en la articulación de la rodilla en esta época, en el plazo de 2-3 semanas, durante las cuales el mesénquima y el pericondrio son incorporados a la articulación. Después realizan una descripción de la cápsula, afirmando que "...La cápsula fibrosa se describe convencionalmente como una envuelta que cerca o cierra la articulación de la rodilla. Es difícil describirla como una entidad, ya que varía de unas regiones a otras. Por ejemplo, el músculo cuádriceps femoral, su tendón, la rótula y el ligamento patelar, sirven como cápsula anteriormente, y la cápsula fibrosa solamente está presente en la parte posterior de la articulación de la rodilla. No hay indicios de una cápsula fibrosa en la articulación de la rodilla hasta especímenes de 8.5 semanas o más, de edad. En la articulación de la rodilla de un embrión de 9 semanas, una insignificante concentración de colágeno cerca de la línea media sugiere una cápsula articular. En el caso de que la cápsula sea diferente en la línea media, el tejido de la fosa poplítea estará directamente continuo con el tejido laxo intraarticular". Más tarde, refiriéndose a los factores responsables de la formación de la

cápsula afirman que son desconocidos, aunque el movimiento puede ser un factor importante: "...En este sentido es interesante notar que una variación considerable tiene lugar posteriormente a los ligamentos cruzados, entre las cabezas del músculo gastrocnemius, y que en esta región la cápsula puede estar ausente".

En 1953 HAINES vuelve a tocar el tema en estos términos: "...Se ha sugerido que la cápsula es una formación blastémica, una continuación del pericondrio por encima de la región de la articulación. Esto no puede ser cierto por completo ya que antes de que haya aparecido la cápsula el pericondrio embrionario puede ser seguido hasta la continuidad de los orígenes de las interzonas y después de su aparición subdivide al pericondrio en porciones extra e intracapsulares. Sin embargo, es posible que la cápsula esté formada en asociación con la capa fibrosa externa del pericondrio como parte de una condensación continua alrededor de los tejidos esqueléticos. Se forma así una cápsula alrededor de la región de la articulación, aislando el mesénquima sinovial y las porciones intracapsulares del pericondrio. Las condensaciones del mesénquima sinovial darán lugar a los ligamentos intracapsulares".

GARDNER y O'RAHILLY (1968) encontraron la condensación correspondiente a la cápsula de la articulación de la rodilla en el estadio 23 (embriones humanos de 27-31 mm., y edad aproximada de 8 semanas post-ovulatorias).

PALACIOS y RHODE (1980) señalan que "...la cápsula fibrosa de la articulación de la rodilla ni estructuralmente, ni embriológicamente, representa una entidad completa, ya que existen grandes variaciones en sus distintas porciones. Una cápsula, en sentido estricto, sólo se desarrolla en la parte posterior de la articulación. Por delante y a los lados, son el tendón del músculo cuádriceps femoral, la rótula, el ligamento rotuliano y los retináculos de la rótula, los elementos que cierran la cavidad articular. En fetos de 9 semanas, 40 mm., se puede observar una ligera condensación de fibras colágenas cerca de la línea media posterior, indicio de la cápsula fibrosa, que se extiende entre el pericondrio del fémur y la tibia, casi siempre atravesada por vasos y nervios. Esta condensación es más manifiesta en fetos mayores, 11 semanas, 70 mm., formada por células de núcleos oscuros y citoplasma poco abundante, con los ejes longitudinales orientados perpendiculares al eje longitudinal del miembro inferior.

Como en los fetos más jóvenes, la parte central sigue siendo atravesada por los vasos y los nervios ya citados, que acompañan a los ligamentos cruzados. En fetos aún mayores, aumenta la cantidad de fibras colágenas de la cápsula fibrosa, particularmente por delante de las cabezas de origen de los músculos gemelos. En fetos de 25.5 cm., 27 semanas y de 27.5 cm., 29 semanas, el desarrollo posterior de la cápsula varia; en unos la parte media posterior es débil y entonces el tejido conjuntivo de la fosa poplítea se continúa con el tejido conjuntiva laxo intraarticular que acompaña a los ligamentos cruzados; en otros, es densa con transición gradual con el tejido conjuntivo laxo dispuesto alrededor de los ligamentos cruzados. En cuanto a los factores que determinan la diferenciación de la cápsula fibrosa, se acepta que los factores primarios son genéticos, posteriormente los movimientos embrionarios activos pueden ser factores importantes en la diferenciación de la cápsula (Horizonte XX, 20 mm., 50 días)".

También, por su cuidada descripción, merecen ser citados los trabajos de CÁCERES y CAJA (1980), para quienes "...Las estructuras músculo-tendinosas, óseas, el tendón rotuliano y la rótula, están presentes en los primeros estadios del desarrollo, constituyendo

un factor de suma importancia para la formación de la cápsula articular. En el momento de la cristalización del mesénquima permiten la estratificación de los fibroblastos y células integrantes de la futura cápsula de la rodilla, obteniéndose de este modo su disposición definitiva. Por el contrario, cuando no existe una estructura preliminar que permita aquella estratificación en el momento de la cristalización del mesénquima la definición de la cápsula articular no se realiza, como sucede a nivel de la parte posterior de la misma". Posteriormente, estudiando el desarrollo de este elemento capsular en el periodo fetal humano aseguran que "...La cápsula anterior está limitada por delante de la articulación, iniciándose como la estructura tendinosa del cuádriceps; distalmente se pierde, confundiéndose con la aponeurosis anterior de la pierna; se refuerza para formar el ligamento rotuliano y se une a la rótula íntimamente, mientras que la cápsula posterior no parece tener una estructura propia en este periodo, estando delimitada por detrás por estructuras musculares, ligamentos y la sinovial posterior". Por tanto, "...La cápsula posterior no está definida en el periodo embrionario como en el inicio del fetal, sino que se evidencia como una superposición de elementos, principalmente ligamentos

cruzados y grupos musculares, que cierran por detrás la articulación en estos estadios".

WILLIAMS y WARWICK (1985) de acuerdo con HAINES (1947), GRAY y GARDNER (1950) y GARDNER y O'RAHILLY (1968) afirman que la capa intermedia de la interzona se une al mesénquima general del miembro, que está muy vascularizado. A partir de éste se condensa una capa para formar la cápsula fibrosa de la articulación, que se desarrolla en continuidad con el pericondrio de los huesos relacionados con ella y representa el precursor de la cápsula sinovial.

6.- FORMACIONES LIGAMENTOSAS ARTICULARES.

Merecen consideración especial los trabajos de SUTTON (1887) quien explicó el origen de las estructuras intraarticulares como el resultado del arrastre de dichas estructuras hacia adentro con la superposición de una capacidad de flexionar la articulación. LUCIEN (1904) quien ya encontró los ligamentos cruzados en especímenes de 3 cm. de longitud vertex-coccix, antes incluso de que se perciba el esbozo de la cavidad articular. BARDEEN (1905) que afirmó que los

ligamentos cruzados y el ligamento mucoso se diferencian directamente a partir del blastema. CAREY (1922) para quien "...las estructuras intraarticulares quedan bien diferenciadas con respecto a las porciones periféricas y centrales del blastema intermedio antes del comienzo de la formación de la cavidad de la articulación". TAURE (1930) opina que los ligamentos cruzados proceden de la diferenciación de la cápsula articular. DUBINKIN y MOTNENKO (1931) creen que el tejido lateral de los extremos de la hendidura se convertirá en meniscos, cápsula y ligamentos. KEITH (1933) que expresó que "...El desarrollo de los cóndilos hacia el espacio poplíteo aísla una posición posterior de la cápsula que llega a situarse dentro de la articulación y forma los ligamentos cruzados". McDERMOTT (1943) para quien los ligamentos cruzados de la articulación de la rodilla aparecen en la 9ª-10ª semana en el embrión humano, y además afirma que "...Los ligamentos intraarticulares se diferencian directamente desde el blastema que permanece después de que la desaparición de las células haya dado lugar a la formación de un espacio articular". En relación con los ligamentos señala que "...Los ligamentos cruzados se reconocen como masas compactas de hilos ondulados, que están bastante separados entre sí y se aprecian tal

como en el adulto a las 9-10 semanas; a las 10-11 semanas se observan más maduros y con vasos sanguíneos en el blastema que se sitúa alrededor". Para este autor, el esbozo del ligamento coronario, consistente en una disminución evidente de la densidad de la masa fibroblástica entre la periferia de los meniscos y la cápsula, aparece a las 12 semanas, periodo en el que se observan también vasos sanguíneos en el tejido laxo que rodea a los ligamentos cruzados, y en algunas zonas incluso parece que estos vasos sanguíneos atraviesen, entrando desde los ligamentos coronarios, hasta los meniscos. En la 19 semana está muy aumentada la vascularización de los ligamentos cruzados y coronario. NAVES-JANER (1946) afirma que "...A partir del estadio en que aparece el disco intermedio y el tejido celular intermedio va tomando cada vez más un carácter conjuntivo, deja perifericamente una porción muy espesa, que representa el primer esbozo de los meniscos, cápsula y ligamentos. GRAY y GARDNER (1950), realizando un estudio en 45 embriones y fetos humanos encontraron que "...En uno de los especímenes de 7.5 semanas de edad la condensación de los ligamentos cruzados es sugestiva; hacia la 8 semana están definitivamente presentes fibras de colágeno que se orientan de modo similar a las que presentan los ligamentos del adulto.

A las 9 semanas están compuestos por numerosas células que tienen escasa cantidad de citoplasma y núcleo ovalado, así como largos ejes paralelos a la dirección adoptada por los ligamentos. A las 10 semanas presentan un aumento de fibras colágenas; a las 12 aún son más colágenos; a las 14 semanas están penetrando en ellos vasos sanguíneos. A las 18 semanas la unión femoral está extendida a un área relativamente larga mientras que la unión tibial es más compacta. En la 19 semana los vasos sanguíneos discurren longitudinalmente a los ligamentos, acompañados a menudo de los nervios". En cuanto a los ligamentos intraarticulares relacionados con los meniscos afirman que "...El ligamento de Wrisberg asciende desde la parte posterior de los meniscos laterales hasta el cóndilo femoral medial en los fetos de 10 semanas de edad. Un débil contorno del ligamento de Wrisberg está presente en la rodilla izquierda de uno o dos de los especímenes de 11 semanas. Un ligamento transverso conecta el menisco anteriormente en un feto de 12 semanas. Otro ligamento de Wrisberg se aprecia además en los especímenes de 14 semanas". ANDREASSI (1958) con el fin de determinar las relaciones entre los ligamentos cruzados y la cápsula articular de la articulación de la rodilla observó que "...Los ligamentos cruzados derivan de la parte posterior del disco intermedio,

independientemente de la cápsula articular". GARDNER y O'RAHILLY (1968) encontraron los ligamentos cruzados en embriones humanos en el estadio 22 (23.4-25.8 mm., 7.5-8 semanas post-ovulatorias) y consideraron que "...Los ligamentos cruzados estuvieron presentes como células o proliferaciones orientadas. En el estadio 23 (27-31 mm., aproximadamente 8 semanas post-ovulatorias) los vasos sanguíneos estuvieron presentes alrededor de los ligamentos cruzados, y en el tejido laxo de la porción posterior de la rodilla". En cuanto al origen de las estructuras intraarticulares consideran que: "...Las estructuras articulares, tales como los ligamentos se desarrollan in situ y no experimentan ninguna migración de significado filogenético".

Para PALACIOS y RHODE (1980), "...Se acepta que, al igual que los meniscos, los ligamentos cruzados anterior y posterior, tienen origen blastémico, desarrollándose a partir del tejido laxo de la capa media de la interzona, vascularizada, por invasión. Estos ligamentos aparecen definitivamente en fetos de 8 semanas de edad, 30 mm., y están formados en este periodo, e incluso a las 9 semanas, 40 mm., esencialmente por células conjuntivas jóvenes, con núcleos alargados,

fusiformes, cuyo eje mayor se dispone en la dirección de los propios ligamentos, rodeados por escaso citoplasma. Tanto a las 8 semanas como en fetos mayores, los ligamentos cruzados están acompañados por vasos y nervios que proceden de la parte posterior del esbozo articular, transcurriendo en el conjunto peri e intraligamentoso. Muchos terminan penetrando en las epífisis del fémur y tibia, hechos aún más destacados en fetos humanos mayores. Entre las 10-12 semanas (60-85 mm.) los ligamentos cruzados aumentan de volumen lo mismo que el resto de las estructuras articulares. Los elementos colágenos son más abundantes y destacan a la 15 semana, predominando sobre el componente celular. En este periodo y en posteriores destaca en el ligamento posterior la diferencia entre el origen femoral que ya en el feto es más extenso que la inserción tibial, que se realiza en un área más reducida, si bien más condensada y compacta. La vascularización definitiva de los ligamentos cruzados se va estableciendo hacia las 23 semanas, 220 mm.; se observan vasos longitudinales paralelos a la dirección de los haces colágenos, acompañados de nervios, localizados en el tejido periligamentoso, cerca de la cavidad articular, que ceden ramos que atraviesan el espesor de los ligamentos cruzados, los cuales aparecen tabicados en

los cortes parasagittales, por las ramas vasculares. Es frecuente ver cómo vasos que acompañan a los ligamentos que nos ocupan, penetran por corto trayecto en la epífisis cartilaginosa tibial y femoral, muy cerca de la inserción y del origen de los ligamentos cruzados. Finalmente los ligamentos cruzados aumentan en tamaño en los últimos meses fetales. Los tejidos conjuntivos peri e intraligamentosos y conjuntivo adiposo persisten. Si bien ocurre una disminución relativa de su masa. De todos modos, los ligamentos cruzados en todos los casos están revestidos por tejido sinovial". Después, dedicándose en un apartado a los ligamentos relacionados con los meniscos yugales (transverso, intermeniscal) y menisco femoral de Wrisberg afirman que "...Se van diferenciando entre las 10-12 semanas, 60-115 mm., así como los ligamentos meniscales que fijan los extremos de los meniscos a la zona intercondílea tibial. Al mismo tiempo aumenta la proporción de tejido fibroso colágeno, menos en la unión de los meniscos con la cápsula fibrosa en la que se encuentra tejido conjuntivo laxo rico en vasos y nervios que penetran más o menos en los meniscos".

CAJA y CÁCERES (1980) observaron "...La condensación longitudinal de células que corresponde y da origen al ligamento

cruzado posterior en el embrión humano de 28 mm., mientras que el ligamento cruzado anterior fue observado por estos autores en el periodo fetal humano. El ligamento cruzado en dicho periodo fetal aparece en la parte interna, visualizándose su inserción tibial bien reforzada. Es de estructura densa, compuesta por fibras longitudinales y distalmente recubierto por sinovial; el ligamento cruzado posterior está formado por fibras longitudinales que se esparcen en su inserción distal. Su cara posterior delimita la articulación y la anterior el fondo de saco posterior de la articulación”.

7.- REFUERZOS LIGAMENTOSOS Y TENDINOSOS DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.

De acuerdo con nuestra documentación bibliográfica, el primero en notificar el curso peroneal del eje del ligamento rotuliano del recto femoral fue STRASER (1917), un típico exponente de la visión mecanicista de la forma en que se organizan las superficies articulares y los aparatos de soporte y apoyo.

En 1929 LANGER también observó que el tendón del cuádriceps se conducía por delante de la rótula.

GRAY y GARDNER (1950) exponen en orden cronológico el momento de aparición y desarrollo de estos tendones y ligamentos, afirmando que "...Las condensaciones para el tendón del músculo cuádriceps femoral y para el ligamento peroneo colateral están presentes en la 7 semana: el primero está bien definido en la 7.5 semanas y el segundo en la 8. En fetos de 9 semanas, el ligamento peroneo colateral desciende desde la porción lateral del cóndilo lateral hasta fusionarse con el pericondrio del peroné. El tendón del músculo cuádriceps femoral continua en el plano medio sagital del miembro y el ligamento patelar está lejos de la tuberosidad. En la 10 semana, el ligamento arqueado poplíteo es evidente como una banda que se extiende desde la cabeza del peroné hasta la porción posterior del cóndilo femoral lateral. En la 12 semana, el retículo patelar es delgado y celular, y el medial está separado del aspecto anterior del menisco medial por tejido vascular laxo. En las 14-15 semanas, el ligamento tibial lateral ha alcanzado ya un considerable desarrollo y se fusiona con el pericondrio y periostio de la tibia. Una sección a través de la rodilla de un feto de 15 semanas revela hileras paralelas de vasos penetrados en el tendón del cuádriceps femoral. El tendón del músculo poplíteo en este espécimen está separado del menisco lateral

posterolateralmente por un receso de la cavidad articular. Este tendón se desarrolla in situ y mantiene su posición con respecto al menisco lateral a través del período fetal. La presencia del ligamento poplíteo está relacionada con las variaciones de la parte posterior de la cápsula. En especímenes jóvenes, en los cuales la cápsula fibrosa es deficiente, el ligamento poplíteo oblicuo también es deficiente. En los fetos de 30.5-32 semanas este ligamento cierra posteriormente la articulación como una pesada banda".

PATURET (1951) estudió el curso del ligamento patelar o rotuliano, dibujándolo de modo incorrecto frontalmente, pero correctamente desde arriba.

CIHAK y PUZANOVA (1960) encontraron, trabajando en embriones y fetos, los tendones del recto femoral y de los vastos medial y lateral en la superficie anterior de la rótula, mientras que solamente el vasto intermedio terminaba en el borde superior de la rótula. El tendón del recto femoral pudo ser seguido y aislado hasta la tuberosidad de la tibia.

GARDNER y O'RAHILLY (1968) en un estudio que realizaron sobre embriones humanos, encuentran los elementos ligamento tendinosos en este orden: "...En el estadio 18 (11.7-17 mm., 6 semanas post-ovulatorias) un ligamento rotuliano en vías de diferenciación pudo ser identificado en dos de los embriones estudiados. En el estadio 19 (16.3-21 mm., 7 semanas post-ovulatorias) una evidente condensación celular para el ligamento fibular o peroneo colateral fue observada en tres de los seis especímenes utilizados, y en cada uno de estos embriones se pudo identificar el tendón del músculo poplíteo. El ligamento rotuliano estaba claramente presente en todos los especímenes. Se apreció, además, en uno de los especímenes, la sugerencia de un retináculo primitivo para la rótula. En el estadio 20 (18-23 mm., 7 semanas post-ovulatorias) el ligamento peroneo colateral y el tendón del músculo poplíteo estaban claramente presentes, y el ligamento tibial colateral pudo ser identificado en algunos especímenes. También fueron identificados los retináculos patelares. En el estadio 21 (22-24 mm., 7.5 semanas post-ovulatorias) el retináculo rotuliano estuvo presente en todos los embriones. El ligamento peroneo colateral también estuvo presente, junto con el tendón del poplíteo, pero el ligamento tibial

colateral no siempre pudo ser identificado. En el estadio 22 (23.4-25.8 mm., 8 semanas post-ovulatorias) los ligamentos colaterales estaban presentes de modo más constante y eran muy celulares". Concluyen afirmando que: "...Las estructuras ligamentosas se van condensando con el orden siguiente: El ligamento rotuliano entre los estadios 18-19; el ligamento fibular colateral y el tendón del poplíteo, en el 19; el retináculo rotuliano entre el 19 y 20; el tibial colateral en el 20; y el ligamento poplíteo oblicuo en el 23".

Para WILLIAMS y WARWICK (1985), el tendón del recto femoral está inserto en la base de la rótula; los vastos lateral y medial están insertos en sus bordes laterales y en el tendón del recto femoral, mientras que el vasto intermedio forma una profunda porción del tendón del recto femoral.

Por su parte PALACIOS y RHODE (1980) exponen que "...A las 7 semanas, 22 mm., se pueden ver condensaciones correspondientes al tendón del músculo cuádriceps y al ligamento lateral externo de la rodilla, que se definen a las 7.5 semanas, 22-24 mm.; una semana más tarde, 35 mm., aparecen bandas de fibras

colágenas en estos tendones y ligamentos. A las 9 semanas, 40 mm., se halla considerablemente desarrollado el ligamento lateral interno. Los retináculos de la rótula, medial y lateral, aparecen en la 11 semana, 70 mm., y en la misma época la parte externa del ligamento poplíteo arqueado. En los meses posteriores, los citados ligamentos se hacen más fibrosos, densos y avasculares. A las 19.5 semanas, 185 mm., el tendón del músculo poplíteo se observa bien definido, vascularizado e innervado al igual que el tendón rotuliano, que ya se halla esbozado a las 9 semanas, 40 mm.. En fetos de 30.5-32 semanas, 293-295 mm., el ligamento poplíteo oblicuo destaca en forma de potente banda que cruza dorsalmente la articulación".

DOSKOCIL (1985) también se dedicó, en parte, al estudio del tendón del recto femoral, llegando a la conclusión de que "...En la fase en la cual la insinuación del espacio articular es solamente un delgado y laxo tejido conectivo situado entre los modelos cartilagosos de los huesos, podemos ver ya el material del futuro tendón del recto femoral, discurriendo e insertándose sobre la superficie anterior de la rótula, mientras enfrente, el vasto medial y lateral acaban sobre el espesamiento a lo largo de una cara de la rótula. En el periodo citado

la asimetría del ligamento patelar es manifiesta, teniendo una dirección disto fibular. Una sección realizada exactamente a través de la extremidad inferior del muslo, muestra la localización asimétrica del recto femoral con su inserción tibial siguiendo el eje del muslo. Las cuatro paredes del músculo cuádriceps se encuentran claramente visibles, y este músculo en el embrión corre diagonalmente al eje muslo-pierna, una situación que está meramente indicada en el adulto. En estadios más avanzados, se hace cada vez más discernible que solamente el vasto intermedio está insertado en el borde superior del reborde cartilaginoso rotuliano, mientras que en el recto femoral discurre enfrente del pericondrio de la rótula y ambos vastos (medial y lateral) están insertados en el espeso tejido conectivo, descrito en estadios más tempranos, en cualquier sitio del esbozo de la rodilla. La asimetría en el curso del ligamento rotuliano disminuye a lo largo del desarrollo".

8.- COMPONENTE GRASO DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.

LUCIEN (1904) expone que "...Se sabe que el ligamento adiposo de la articulación de la rodilla está sujeto, dependiendo de los

individuos, a variaciones considerables. A veces está totalmente ausente, o bien puede presentarse como una delgada lámina que partiendo de la porción posterior del paquete adiposo viene a insertarse sobre la porción alta del ligamento cruzado anterior, dejando a la cavidad articular completamente tabicada. El estudio filogenético, así como el estudio ontogénico, nos lleva a considerar al ligamento adiposo y paquete adiposo anterior de la rodilla como simples masas de relleno, no teniendo una situación muy precisa en medio de los diferentes aparatos ligamentosos de la articulación de la rodilla".

¿Cómo se constituyen según LUCIEN estas estructuras? Para él.

“...Una vez que del disco intermedio han surgido las cavidades articulares, no queda del disco intermedio más que una masa compacta situada debajo de la rótula, que llegará a dar el paquete adiposo de la rodilla, así como una lámina de tejido embrionario, reliquia de la masa intermedia del disco, que continuando hacia atrás al paquete adiposo acaba insertándose por encima del ligamento cruzado anterior, justo en la fosa intercondílea. Esta lámina o septum mediano sigue la misma evolución que el paquete adiposo del cual no es mas que una prolongación. El paquete adiposo anterior está representado, en el feto humano de 4 cm. de longitud vertex-coccix, por una masa que

completa todo el espacio comprendido entre la cara inferior de la rótula y la porción preespinal de la tibia. Está limitada, por delante, por el ligamento rotuliano, al que desborda por la derecha y por la izquierda; hacia atrás se prolonga por una lámina a la que hemos llamado septum medianum, que acaba en la escotadura intercondílea. En el feto de 6.5 cm. de longitud el septum medianum y el paquete adiposo anterior tienen la misma forma y la misma situación. Están compuestos por un tejido conjuntivo embrionario atravesado por algunas ramas vasculares. En los fetos de más edad la diferenciación sigue todavía y finalmente el tejido adiposo y septum medianum están formados por un tejido conectivo laxo en el cual no tarda en aparecer grasa que acaba dando a estas formaciones su aspecto característico. El septum medianum se encuentra aún en embriones de 11-12 cm. de longitud, pero es raro encontrarlo en fetos de 13 cm. y excepcional en los de más edad, no estando representado en esta época más que por el ligamento adiposo, tal y como se encuentra normalmente en el adulto. El ligamento adiposo es, por lo tanto, la reliquia del septum medianum del embrión. Aparece después de la desaparición de la porción inferior del septum. La regresión del septum medianum se

hace de delante atrás y no abandonará más que en último lugar sus conexiones con el ligamento cruzado anterior".

Para McDERMOTT (1943), que toma como estudio del componente graso de la rodilla a la almohadilla grasa infrapatelar o infrarotuliana, la aparición de células grasas evidentes en la masa del tejido conectivo inferior de la rótula, de modo que se convierte en una almohadilla grasa infrapatelar, tiene lugar a las 19 semanas de desarrollo.

GRAY y GARDNER (1950) encontraron "...Numerosas células grasas dispersas en la región infrarotuliana y en la fosa poplítea en la 17 semana, y también en otros estadios de la evolución. Son más numerosas en la semana 18, y cerca de la línea media de la región infrarotuliana están dispuestas en lóbulos grasos".

SHIMODA (1955) refiriéndose a la constitución de los elementos grasos de la articulación de la rodilla afirma que "...Los cuerpos adiposos de alrededor de la rodilla están compuestos de tejido laxo".

PALACIOS y RHODE (1980) aseguran que "...Los pliegues adiposos, por regla general, aparecen de la 16 a la 20 semana del desarrollo fetal, 140-190 mm. de longitud. Los primeros acúmulos de células adiposas suelen encontrarse en la región infrarotuliana y en la fosa poplítea, por detrás de la parte media posterior débil, de la cápsula fibrosa. Se ven lobulillos de grasa cerca de la línea media anterior, a nivel infrarotuliano, en fetos de 18 semanas, 170 mm., así como pliegues alares muy vascularizados, a cada lado de la rótula, cubiertos por sinovial (ligamento falciforme de Morris). Más tarde, 19 semanas, fetos de 180 mm., se distinguen también células adiposas a lo largo de los ligamentos cruzados. La grasa aumenta en el resto del periodo fetal, y en fetos "a término" predomina en la región infrarotuliana, en los pliegues alares, en la fosa poplítea directamente a la parte posterior de la articulación, cuando esta articulación presenta un defecto vertical medio posterior en su cápsula fibrosa. La grasa situada en la región infrarotuliana constituirá el paquete adiposo anterior, revestido igualmente por sinovial, cuyo vértice se va dirigiendo a la parte anterior del espacio intercondíleo del fémur; al converger con las aletas de la rótula, forma el ligamento adiposo,

prolongación celular que en la época fetal divide la cavidad articular de la rodilla en dos cámaras, interna y externa."

9.- BOLSAS SEROSAS EN LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA.

La información más antigua que poseemos a este respecto proviene de MOSER (1892) quien considera que la bolsa anserinal se forma en el estadio de 74 mm. y la bolsa semimembranosa en el de 90 mm. Sin embargo, ni este autor, ni BLACK (1934) encontraron la bolsa prepatelar.

GRAY y GARDNER (1950) refiriéndose a las bolsas serosas articulares, afirman que "...Las bolsas, estructuras parecidas a las cavidades articulares, están por primera vez indicadas por medio de una laxitud en los lugares de los futuros espacios. Así, en la 9ª semana, el tejido de las áreas de las futuras bolsas suprapatelar superficial, semimembranosa y anserinal es laxo en estructura, en los especímenes jóvenes. La bolsa superficial prepatelar está presente definitivamente en la 11ª semana. En uno de los fetos examinados de la 12ª semana se aprecia la presencia bilateral de las bolsas prepatelar superficial,

anserinal y semimembranosa. Las suprapatellar e infrapatelares profundas están indicadas por una laxitud del tejido en la 13ª semana y están definitivamente presentes en la 15ª semana. A la 18ª semana aparecen ya varias bolsas más: Una, entre la cabeza medial del músculo gastrocnemius y el músculo semimembranoso, y otras entre la cápsula y el ligamento fibular colateral. Al principio nunca se observan comunicaciones de las bolsas con la articulación de la rodilla, pero más tarde terminan haciéndolo siempre".

POLACEK (1959) realizó un estudio sobre la inervación de una de las bolsas de la articulación de la rodilla, la bolsa suprapatellar, y dice que "...Tiene lugar por un ramo perióstico proveniente de una rama que da el nervio femoral para el vasto intermedio". Estos resultados los obtuvo estudiando 30 preparaciones, de las cuales 15 eran de adulto y 15 de fetos.

PALACIOS y RHODE (1980) también dedican un apartado al estudio de estas estructuras, en el que puede leerse "...Las primeras bolsas sinoviales que se esbozan, al igual que las lagunas articulares, en el tejido laxo de distinta localización, se reconocen a nivel

prerrotuliano superficial, a las 11 semanas, 70 mm., con limitación de células aplanadas. La bolsa de la pata de ganso y del tendón del músculo semimembranoso, aparecen alrededor de las 12 semanas, 85 mm.; y la bolsa serosa del tendón del músculo bíceps femoral y las bolsas serosas supra e infrarotulianas profundas se pueden ver a las 15 semanas, 130 mm. Las bolsas sinoviales situadas entre el músculo gemelo interno y la parte pósterointerna de la cápsula, y entre aquél y el tendón del músculo semimembranoso, así como la situada entre el ligamento lateral externo y la cápsula de la articulación de la rodilla, no aparecen hasta las 18 semanas, 170 mm."

MATERIAL

Y

MÉTODOS

El material utilizado para la realización de la presente Tesis Doctoral pertenece a las Embriotecas de los Departamentos de Ciencias Morfológicas de la Universidad de Granada y Ciencias Morfológicas II de la Universidad Complutense de Madrid. Su distribución por estadios es la siguiente:

Estadio 17 de O'Rahilly:

Embrión humano: JD-5, de 13 mm.

Estadio 18 de O'Rahilly:

Embrión humano: X-12, de 15 mm.

Embrión humano: GG-1, de 17 mm.

Estadio 19 de O'Rahilly:

Embrión humano: BE-1, de 17 mm.

Embrión humano: BB-5, de 18 mm.

Estadio 20 de O'Rahilly:

Embrión humano: E-19, de 19 mm.

Embrión humano: JD-7, de 19 mm.

Embrión humano: PT-9, de 20 mm.

Embrión humano: JD-2, de 20 mm.

Embrión humano: PT-8, de 20 mm.

Estadio 21 de O'Rahilly:

Embrión humano: R-1, de 21mm.

Embrión humano: MA-7, de 22 mm.

Embrión humano: X-6, de 22.5 mm.

Estadio 22 de O'Rahilly:

Embrión humano: PE-8, de 23 mm.

Embrión humano: HA-2, de 23 mm.

Embrión humano: CH-1, de 24 mm.

Embrión humano: X-14, de 24 mm.

Embrión humano: EA-3, de 24.5 mm.

Embrión humano: BB-4, de 26 mm.

Embrión humano: GV-4, de 27 mm.

Embrión humano: NA-2, de 27.5 mm.

Estadio 23 de O'Rahilly:

Embrión humano: HE-1, de 28 mm.

Embrión humano: FA-5, de 28 mm.

Embrión humano: NA-1, de 29 mm.

Embrión humano: RI-4, de 29 mm.

Embrión humano: X-18, de 30 mm.

Embrión humano: BB-2, de 30 mm.

Embrión humano: H-23, de 31 mm.

Embrión humano: X-4, de 31 mm.

Embrión humano: MA-4, de 35 mm.

Período fetal, novena semana del desarrollo:

Feto humano: CA-1, de 35 mm.

Feto humano: RI-1, de 38 mm.

Feto humano: H-19, de 39 mm.

Feto humano: BB-1, de 39 mm.

Periodo fetal, décima semana del desarrollo:

Feto humano: GV-3, de 41 mm.

Feto humano: AM-1, de 41 mm.

Feto humano: PE-7, de 41 mm.

Feto humano: ZO-1, de 42 mm.

Feto humano: SA-1, de 44 mm.

Feto humano: GV-1, de 45 mm.

Feto humano: MA-3, de 46 mm.

Feto humano: SA-3, de 48 mm.

Periodo fetal, décimo primera semana del desarrollo:

Feto humano: X-8, de 50 mm.

Feto humano: MA-2, de 50 mm.

Feto humano: MA-1, de 52 mm.

Feto humano: X-11, de 53 mm.

Feto humano: BB-3, de 53 mm.

Periodo fetal, décimo segunda semana del desarrollo:

Feto humano: H-4, de 62 mm.

Feto humano: SA-4, de 70 mm.

Feto humano: PE-3, de 70.5 mm.

Periodo fetal, décimo tercera semana del desarrollo:

Feto humano: JM-1, de 80 mm.

Feto humano: OL-1, de 83 mm.

Período fetal, décimo cuarta semana del desarrollo:

Feto humano: ZO-2, de 102 mm.

Feto humano: BU, de 113 mm.

Este material fue estudiado en forma seriada, analizando el origen y desarrollo embriológico y fetal de las formaciones ligamentosas del par kinemático articular de la rodilla humana.

De todos los embriones y fetos humanos estudiados, y para evitar repeticiones innecesarias en las descripciones, seleccionamos, por representar los momentos culminantes en la cronología evolutiva de las formaciones ligamentosas de la articulación de la rodilla, una serie de ellos, cuyo estudio nos va a permitir hacer un seguimiento en su desarrollo, desde su inicio hasta su organización final. Los ejemplares seleccionados y sus características pueden encontrarse al final de este capítulo.

Los embriones y fetos estudiados tienen una longitud que abarca desde los 13 mm. a los 113 mm., es decir, con una edad evolutiva entre el estadio 17 de O'Rahilly (O'RAHILLY y MÜLLER, 1987) y la décimo cuarta semana del desarrollo.

En su día, y por los respectivos servicios de las citadas embriotecas, siguiendo las técnicas habituales de laboratorio, fueron fijados en formol neutro al 10% durante 24-72 horas, seguidamente se deshidrataron con etanol a concentraciones crecientes, aclarando con benzoato de metilo y benzol, para más tarde hacer su inclusión en parafina de P.F. a 58-60°; con posterioridad se cortaron los bloques en series transverso-horizontales, todos ellos excepto los EA-3, AM-1, X-8 y ZO-2, que lo fueron sagitalmente, con un grosor de corte aproximado de 10-15 micras. La tinción de los citados cortes se hizo a base de hematoxilina de Harris y eosina (McMANUS y MOWRY, 1968).

Hemos hecho un estudio morfodescriptivo, con microscopio óptico convencional Orthoplan, con cámara fotográfica modelo Vario-Orthomat 2, de una serie de planos de sección de los diferentes

embriones y fetos. Y elegimos de la seriación completa aquellos planos que consideramos de mayor utilidad, para cumplir el objetivo de nuestro trabajo de investigación.

Los embriones y fetos humanos que presentamos tienen las siguientes características:

PROTOCOLO 1

Embrión humano: X-12

Estadío: 18 de O'Rahilly

Longitud: 15 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 2

Embrión humano: GG-1

Estadío: 18 de O'Rahilly

Longitud: 17 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 3

Embrión humano: BE-1

Estadío: 19 de O'Rahilly

Longitud: 17 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 4

Embrión humano: BB-5

Estadío: 19 de O'Rahilly

Longitud: 18 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 5

Embrión humano: MA-7

Estadío: 21 de O'Rahilly

Longitud: 22 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 6

Embrión humano: PE-8

Estadío: 22 de O'Rahilly

Longitud: 23 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 7

Embrión humano: CH-1

Estadío: 22 de O'Rahilly

Longitud: 24 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 8

Embrión humano: EA-3

Estadío: 22 de O'Rahilly

Longitud: 24.5 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 9

Embrión humano: HE-1

Estadío: 23 de O'Rahilly

Longitud: 28 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 10

Embrión humano: NA-1

Estadío: 23 de O'Rahilly

Longitud: 29 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 11

Embrión humano: X-4

Estadío: 23 de O'Rahilly

Longitud: 31 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 12

Feto humano: RI-1

Estadio: Período fetal

Edad: 9 semanas

Longitud: 38 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 13

Feto humano: GV-3

Estadio: Período fetal

Edad: 10 semanas

Longitud: 41 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 14

Feto humano: AM-1

Estadio: Período fetal

Edad: 10 semanas

Longitud: 41 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 15

Feto humano: GV-1

Estadío: Período fetal

Edad: 10 semanas

Longitud: 45 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 16

Feto humano: MA-3

Estadío: Período fetal

Edad: 10 semanas

Longitud: 46 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 17

Feto humano: X-8

Estadio: Período fetal

Edad: 11 semanas

Longitud: 50 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 18

Feto Humano: MA-1

Estadio: Período fetal

Edad: 11 semanas

Longitud: 52 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 19

Feto humano: BB-3

Estadio: Período fetal

Edad: 11 semanas

Longitud: 53 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 20

Feto humano: SA-4

Estadío: Período fetal

Edad: 12 semanas

Longitud: 70 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 21

Feto humano: OL-1

Estadío: Período fetal

Edad: 13 semanas

Longitud: 83 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

PROTOCOLO 22

Feto humano: ZO-2

Estadio: Período fetal

Edad: 14 semanas

Longitud: 102 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

OBSERVACIONES

Fig. 1-1



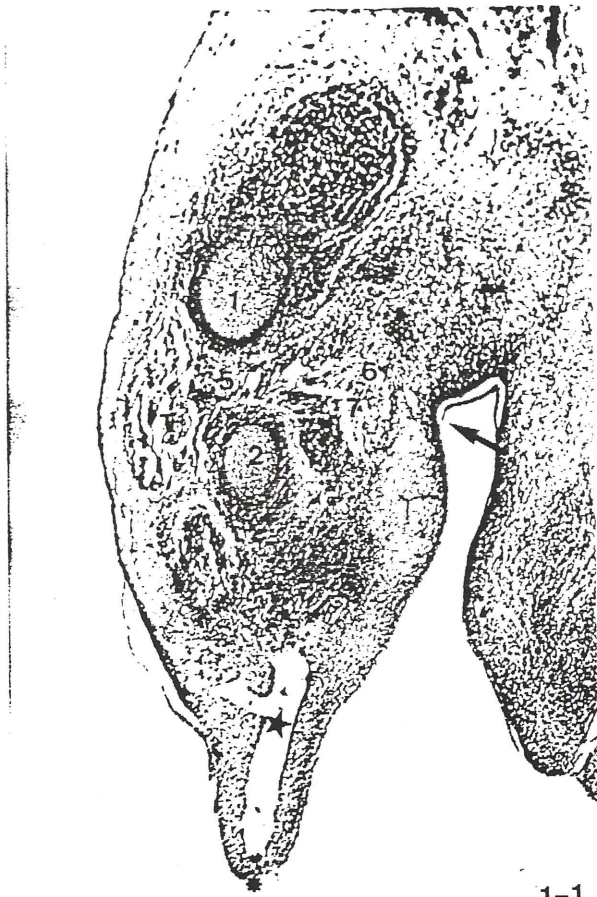
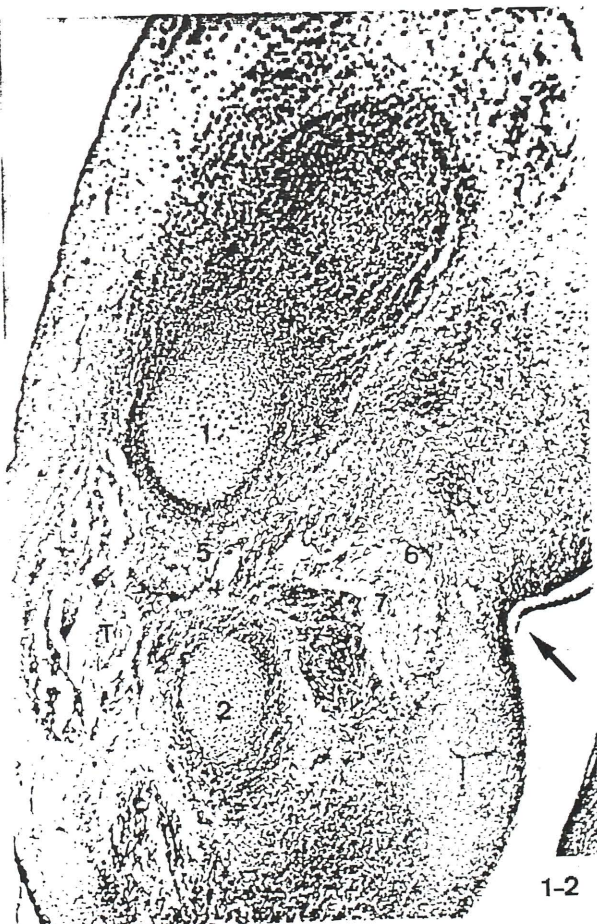
- Embrión humano: X-12.
- Corte: 11.2.6.
- : Constricción que marca el esbozo de la articulación de la rodilla.
- * : Cresta ectodérmica apical.
- ★ : Vena marginal.
- 1 : Fémur en fase precartilaginosa.
- 2 : Tibia en fase precartilaginosa.
- 5 : Pieza articular intermedia fémoro-tibial.
- 6 : Nervio ciático mayor.
- 7 : Nervio ciático poplíteo interno.
- T : Nervio tibial anterior.

Fig. 1-2

- Embrión humano: X-12.
- Corte: 10.2.3.
- : Constricción que marca el esbozo de la futura articulación de la rodilla.
- 1 : Fémur en fase precartilaginosa.
- 2 : Tibia en fase precartilaginosa.
- 5 : Pieza articular intermedia fémoro-tibial.
- 6 : Nervio ciático mayor.
- 7 : Nervio ciático poplíteo interno.
- T : Nervio tibial anterior.



1-1



1-2

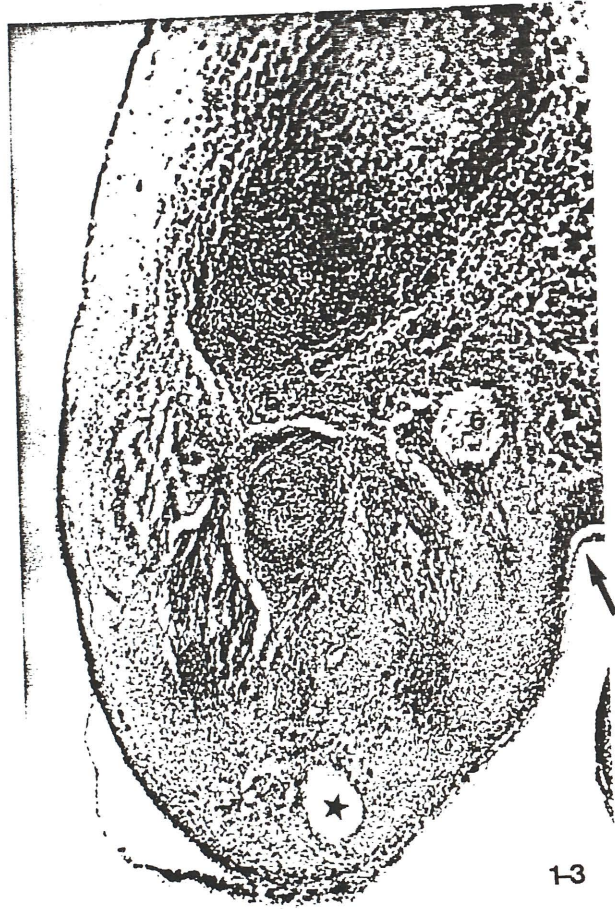



Fig. 1-3

- Embrión humano: X-12.
- Corte: 10.2.3.
-  :Constricción que marca el esbozo de la futura articulación de la rodilla.
- * :Cresta ectodérmica apical.
- ★ :Vena marginal.
- 1 :Fémur en fase precartilaginosa.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia en fase precartilaginosa.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

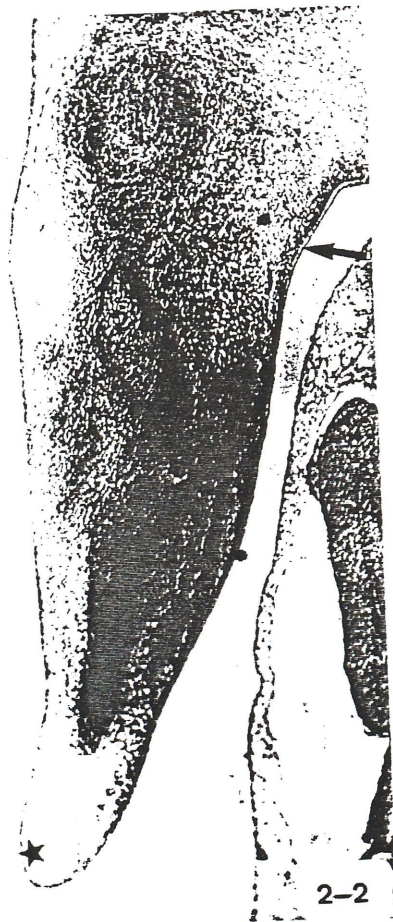
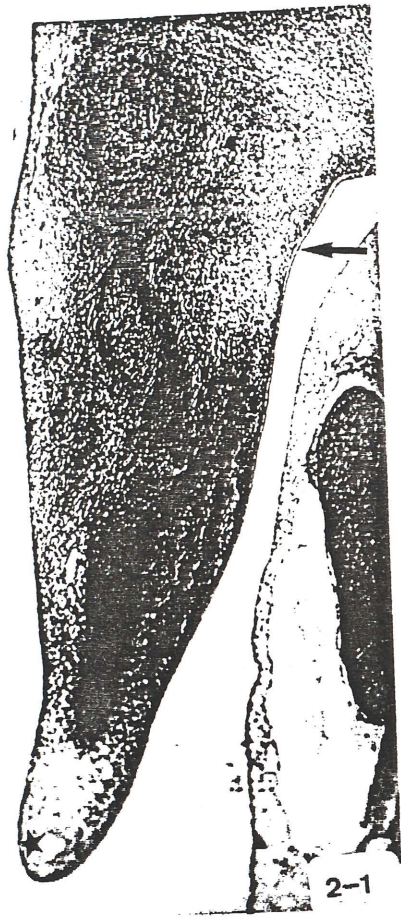


Fig. 2-1





- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 74.3.3.
- :Constricción que marca el esbozo de la futura articulación de la rodilla.
- :Vena marginal.
- 1 :Molde precartilaginoso de epífisis distal del fémur.
- 2 :Molde precartilaginoso de epífisis proximal de tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

Fig. 2-2

- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 74.3.3.
- :Constricción que marca el esbozo de la rodilla.
- :Vena marginal.
- 1 :Molde precartilaginoso de epífisis distal del fémur.
- 2 :Molde precartilaginoso de epífisis proximal de tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

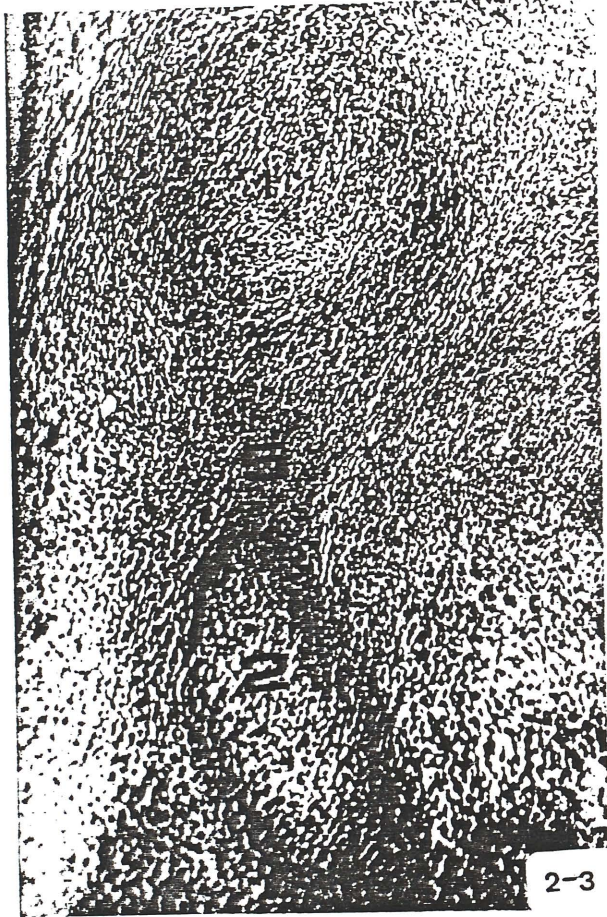
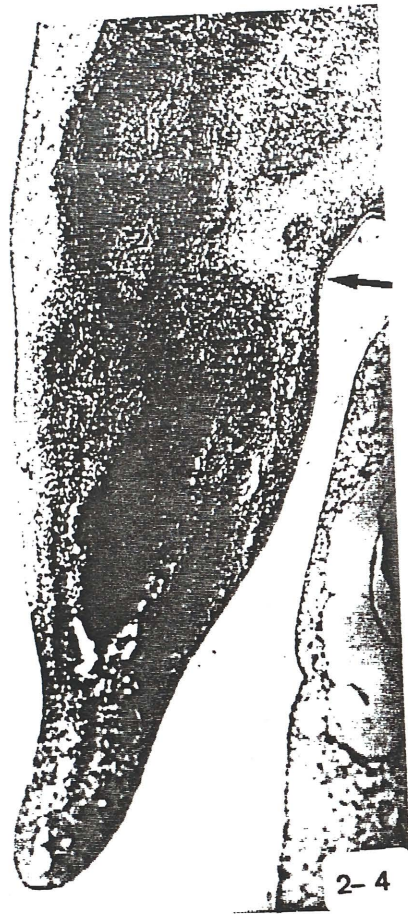
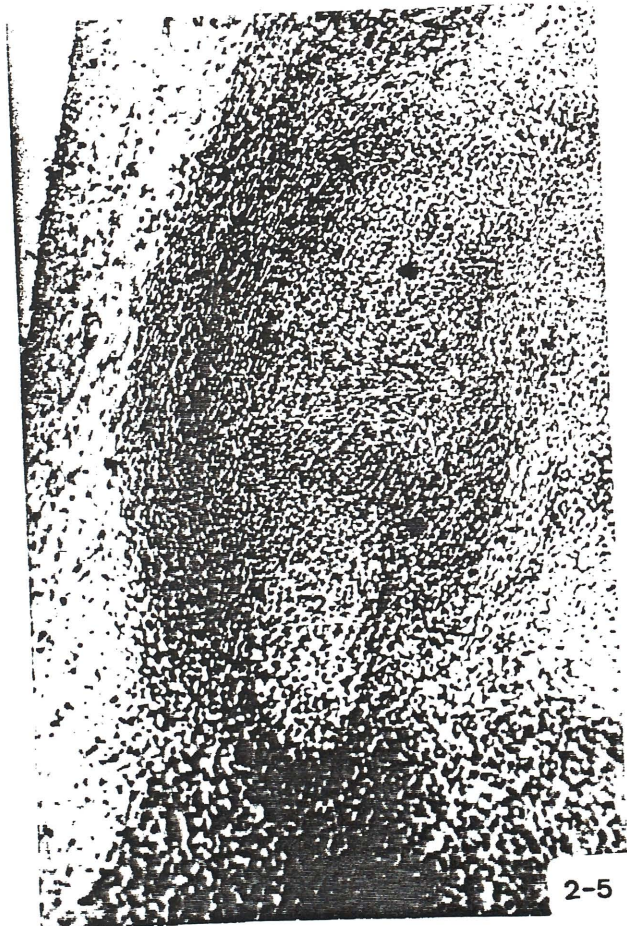


Fig. 2-3

- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 75.1.3.
- 1 : Molde precartilaginoso de epífisis distal del fémur, en aumento.
- 2 : Molde precartilaginoso de epífisis proximal de tibia, en aumento.
- 5 : Pieza intermedia fémoro-tibial.



2-4



2-5

Fig. 2-4



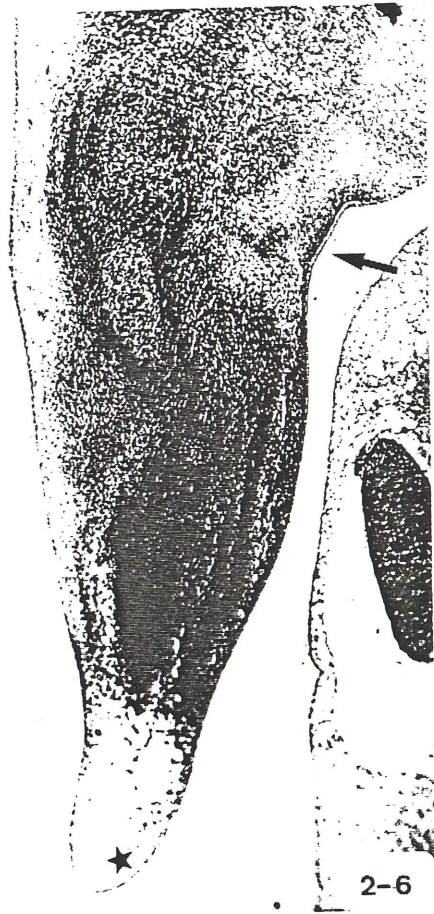
- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 75.1.3.
-  :Contricción que marca el esbozo de la rodilla.
-  :Vena marginal.
- 1 : Molde precartilaginoso femoral.
- 2 : Molde precartilaginoso tibial.
- 5 : Pieza articular intermedia fémoro-tibial.



Fig. 2-5

- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 75.3.1.
- 1 :Detalle del molde precartilaginoso de la epífisis distal femoral.
- 2 :Detalle del molde precartilaginoso de la epífisis proximal tibial.
- 5 :Detalle de la pieza articular intermedia fémoro-tibial.



2-6

Fig. 2-6

- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 75.3.1.
-  :Futura localización de la rodilla.
-  :Vena marginal.
- 1 :Molde precartilaginoso de epífisis distal del fémur.
- 2 :Molde precartilaginoso de epífisis proximal de tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

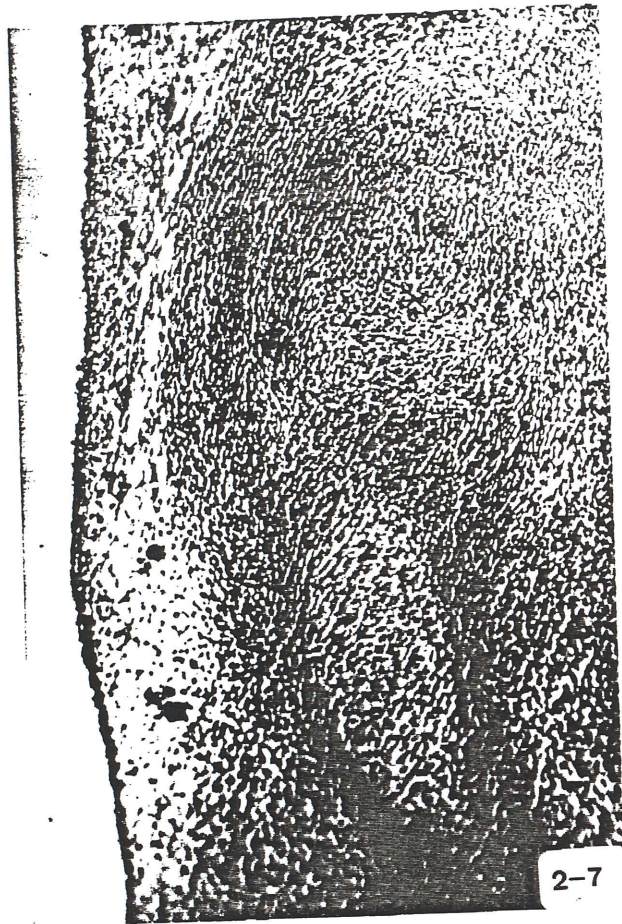


Fig. 2-7

- Embrión humano: G.G-1.
- Corte: 76.3.1.
- 1 :Detalle, a mayor aumento, de la epífisis distal del fémur.
- 2 :Detalle de la epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

Fig. 2-8

- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 76.3.1.
- 1 :Epífisis distal femoral.
- 2 :Epífisis proximal tibial.
- 6 :Nervio ciático mayor.
- M :Nervio femoral.
- U :Nervio obturador.

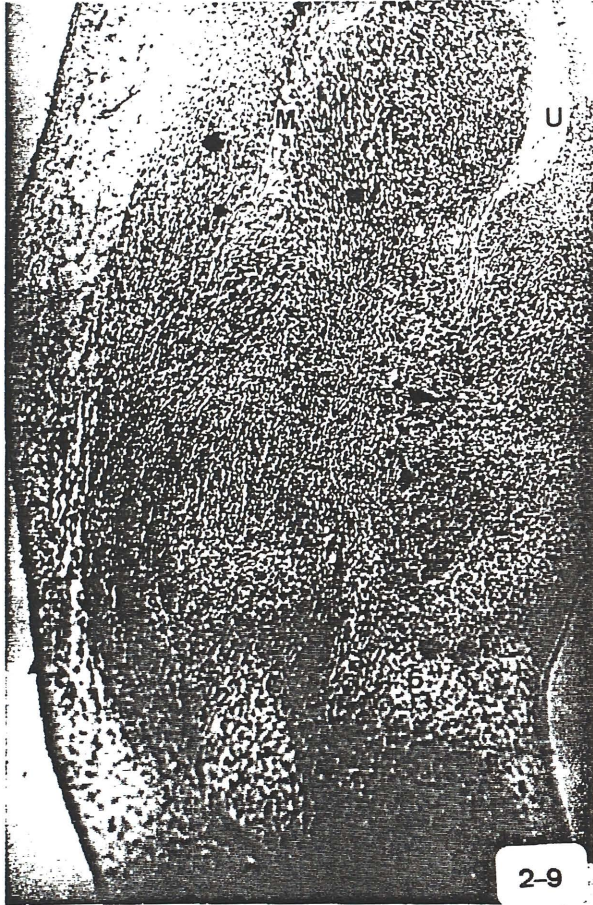
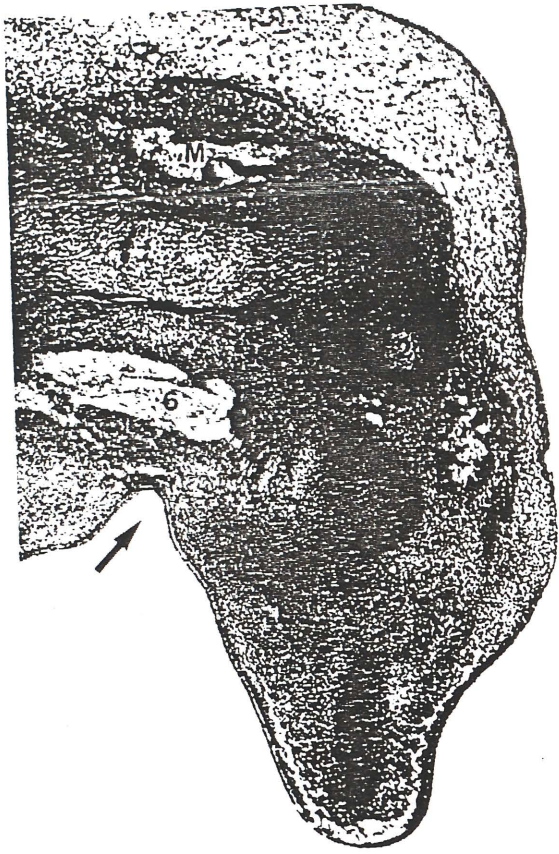


Fig. 2-9

- Embrión humano: G.G.-1.
- Corte: 76.3.1.
- 1 : Molde precartilaginoso del fémur.
- 2 : Molde precartilaginoso de la tibia.
- 6 : Nervio ciático mayor.
- M : Nervio femoral.
- U : Nervio obturador



3-1



3-2

Fig. 3-1


- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.1.6.
-  : Contricción que marca la zona de la rodilla.
- 1 : Molde precartilaginoso del fémur.
- 2 : Molde precartilaginoso de epífisis proximal de la tibia.
- 5 : Zona intercondílea femoro-tibial.
- 6 : Tronco del Nervio ciático mayor.
- M : Nervio femoral.

Fig. 3-2

- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.1.6.
- 1 : Molde precartilaginoso del fémur.
- 2 : Molde precartilaginoso de epífisis proximal de la tibia.
- 5 : Zona intermedia fémoro-tibial.
- 6 : Tronco del nervio ciático.
- M : Nervio femoral.



3-3



3-4

Fig. 3-3


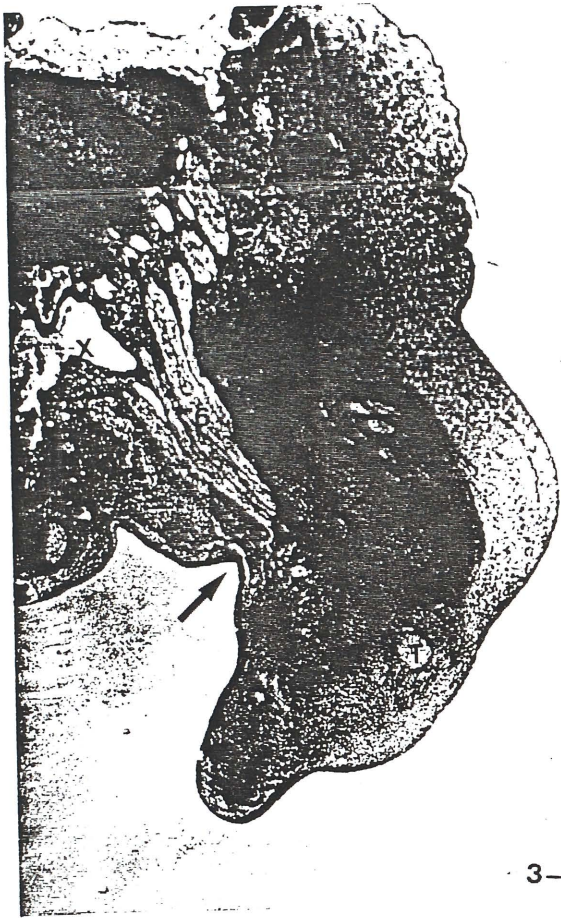
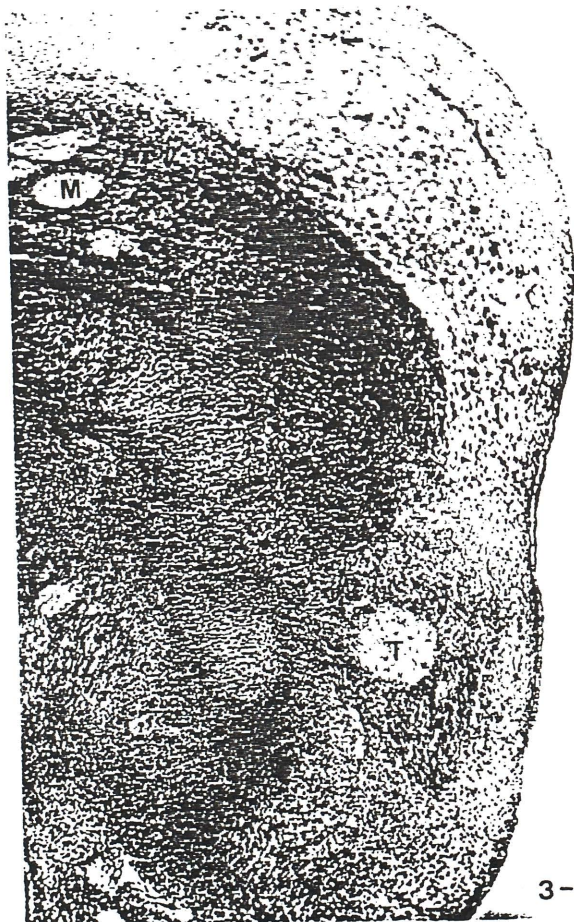
- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.2.2.
- 1 : Molde precartilaginoso de epífisis distal de fémur.
- 2 : Molde precartilaginoso de epífisis proximal de tibia.
- 6 : Tronco nervio ciático.
-  : Constricción que marca la zona de la rodilla
- M : Nervio femoral.
- X : Vasos axiales que dan lugar a los iliacos.

Fig. 3-4

- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.2.2.
- 1 : Molde precartilaginoso de epífisis distal del fémur.
- 2 : Molde precartilaginoso de epífisis proximal de la tibia.
- 5 : Zona intermedia fémoro-tibial.
- M : Nervio femoral.



3-5



3-6

Fig. 3-5


- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.3.5.
-  :Constricción que marca el área de la rodilla.
- 6 :Tronco del nervio ciático, organizado a partir de las ramas ventrales de los últimos nervios lumbares y primeros sacros.
- X :Vasos axiales.
- T :Nervio tibial anterior.

Fig. 3-6

- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.3.5.
- M :Nervio femoral.
- T :Nervio tibial anterior.

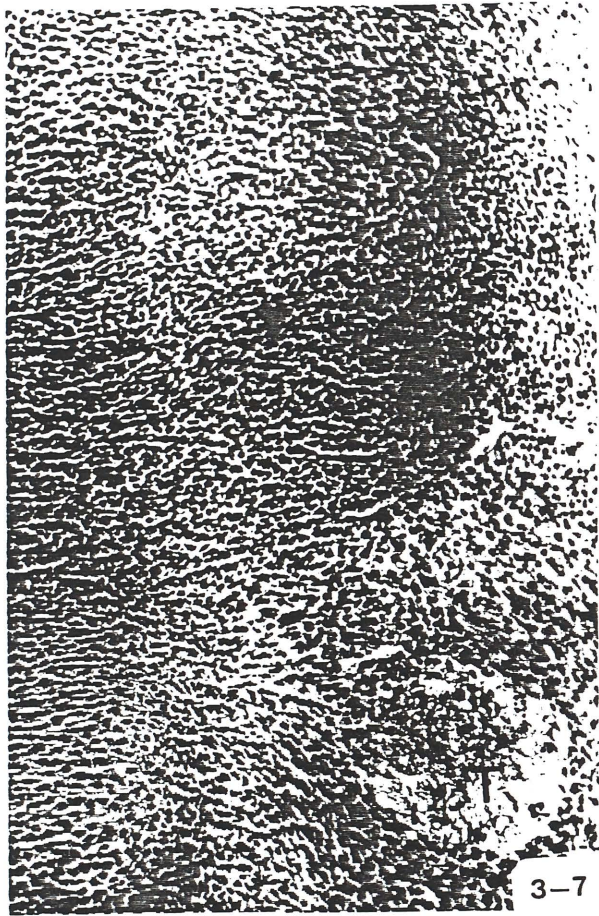


Fig. 3-7

- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 37.3.5.
- T :Nervio tibial anterior.



3-8



3-9

Fig. 3-8


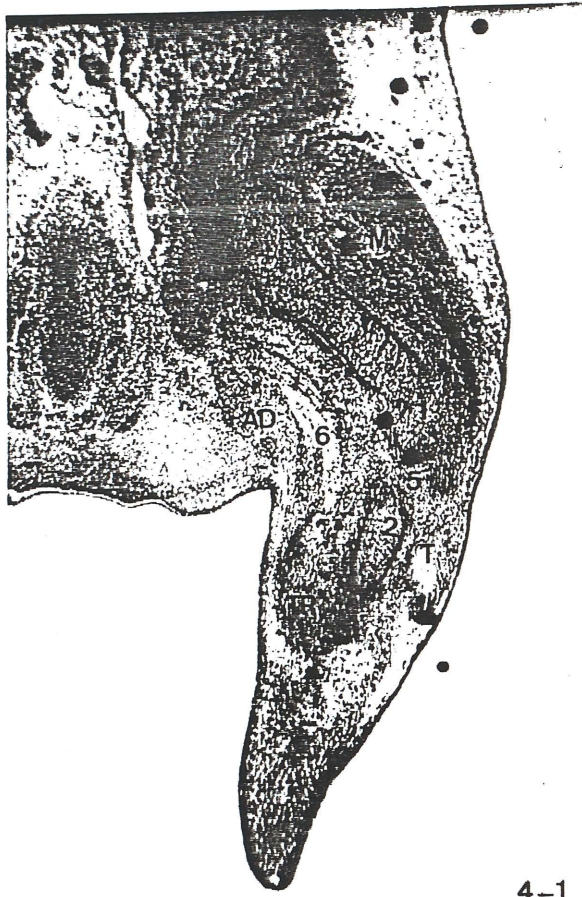
- Embrión humano: B.E.1.
- Corte: 36.4.5.
- 1 :Epífisis distal de fémur.
- 2 :Epífisis proximal de tibia.
- 5 :Zona intermedia fémoro-tibial.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 7 :Ciático poplíteo interno.
- 8 :Ciático poplíteo externo.
-  :Constricción que marca el área de la rodilla
- M :Nervio femoral.
- T :Nervio tibial anterior.

Fig. 3-9

- Embrión humano: B.E.-1.
- Corte: 36.4.5.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de tibia.
- 5 :Zona intermedia fémoro-tibial.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 7 :Ciático poplíteo interno.
- 8 :Ciático poplíteo externo.
- T :Nervio tibial anterior.



4-1



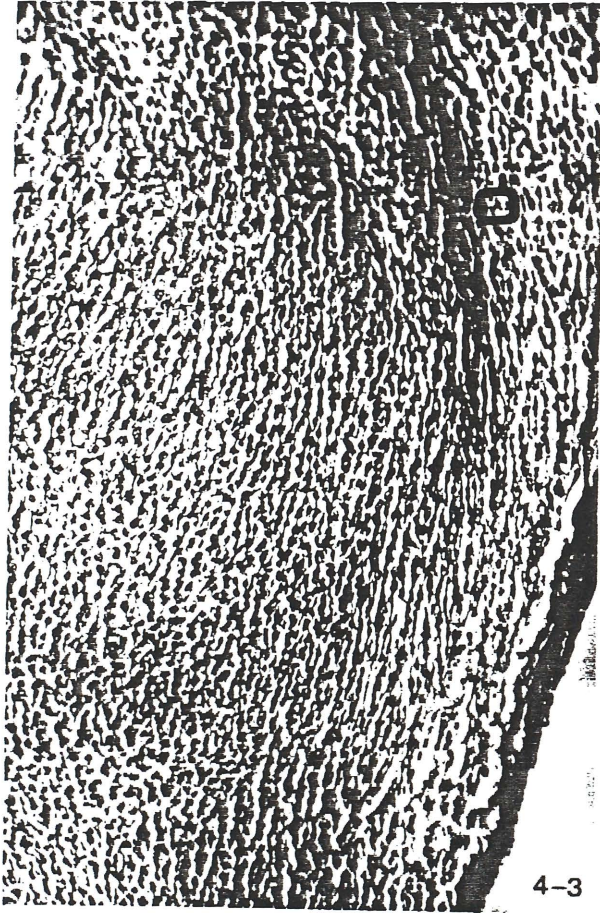
4-2

Fig. 4-1

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 83.2.10.
- 1 :Fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza intermedia fémoro-tibial.
- 6 :Tronco del nervio ciático.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- AD :Músculos aductores.
- TR :Músculo triceps sural.
- T :Nervio tibial anterior.

Fig. 4-2

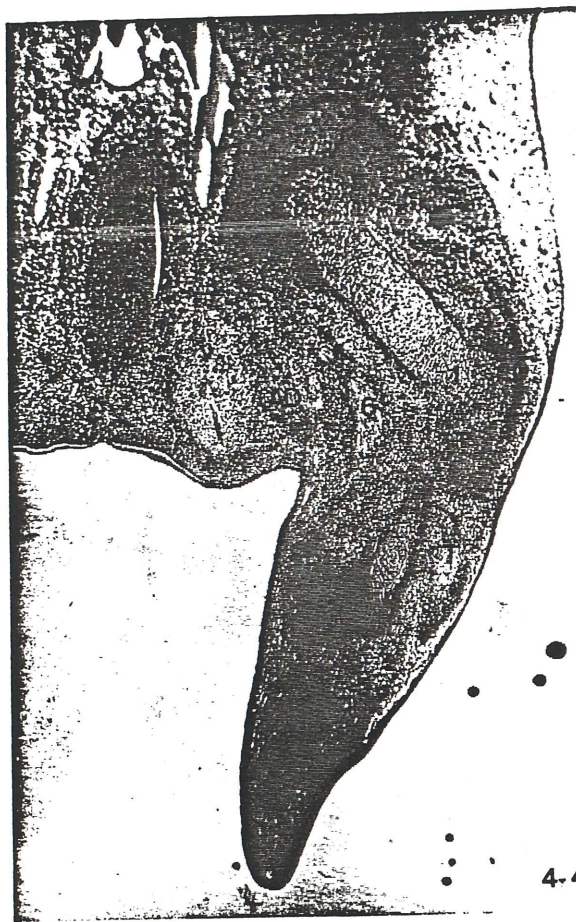
- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 83.2.10.
- 1 :Fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 3 :Esbozo mesenquimatoso de la rotula.
- 5 :Pieza intermedia fémoro-tibial.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- T :Nervio tibial anterior.



4-3

Fig. 4-3

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 83.2.10
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 0 :Tendón rotuliano.



4-4



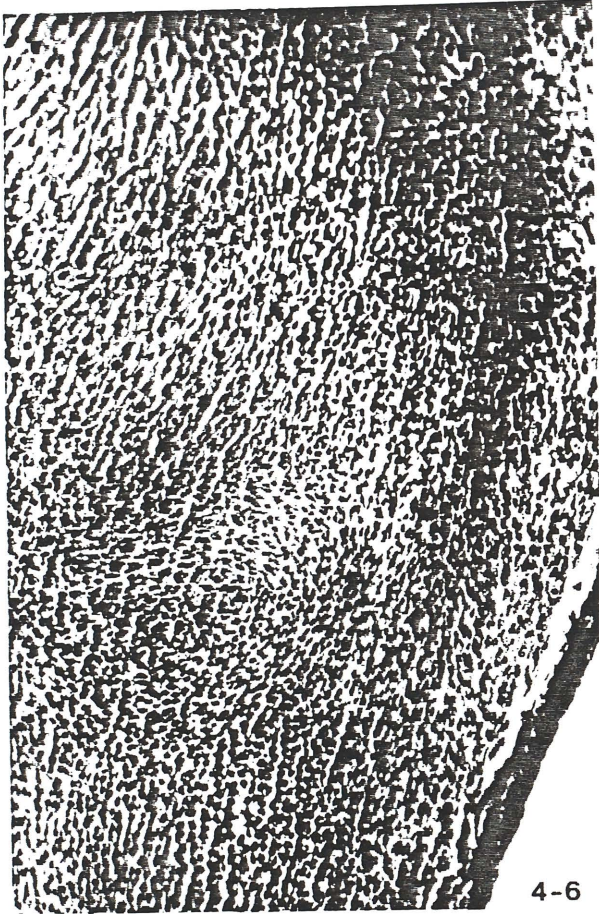
4-5

Fig. 4-4

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 83.1.10.
- 1 :Fémur.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 9 :Músculo cuádriceps.
- 0 :Tendón rotuliano.
- AD :Músculos aductores.
- TR :Músculo triceps sural.
- T :Nervio tibial anterior.

Fig. 4-5

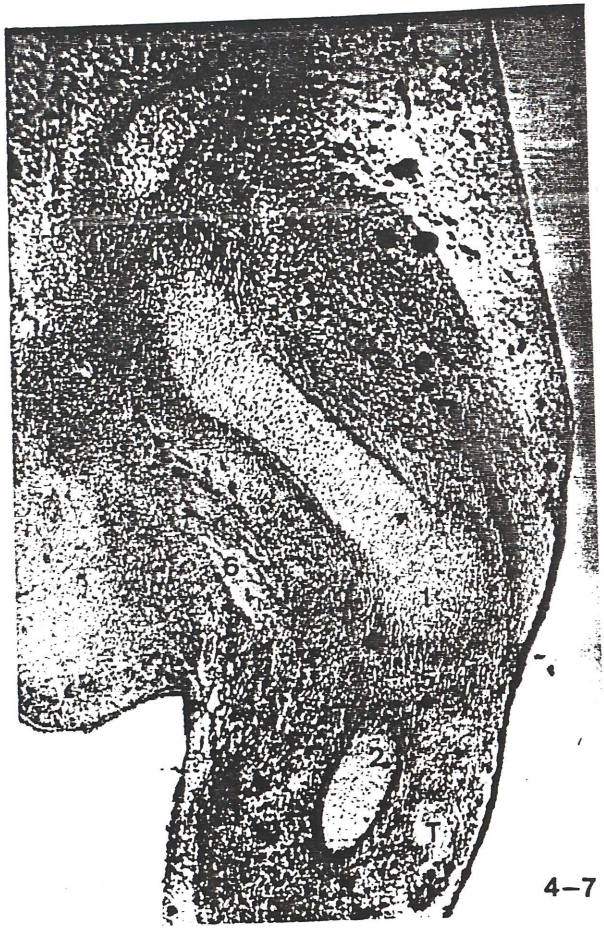
- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 83.1.10.
- 1 :Fémur.
- 3 :Esbozo mesenquimatoso que señala la rotula.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- T :Nervio tibial anterior.



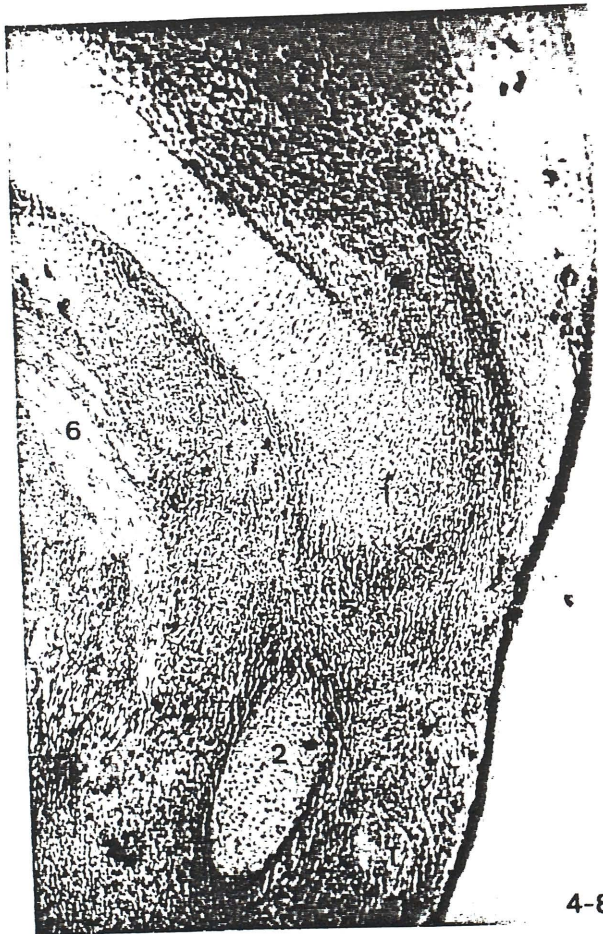
4-6

Fig. 4-6

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 83.1.10.
- O :Tendón rotuliano.



4-7



4-8

Fig. 4-7

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 84.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Esbozo mesenquimatoso de la rótula.
- 5 :Pieza intermedia fémoro-tibial.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- T :Nervio tibial anterior.

Fig. 4-8

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 84.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Esbozo mesenquimatoso de la rótula.
- 5 :Pieza intermedia fémoro-tibial.
- 6 :Tronco nervio ciático.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- T :Nervio tibial anterior.



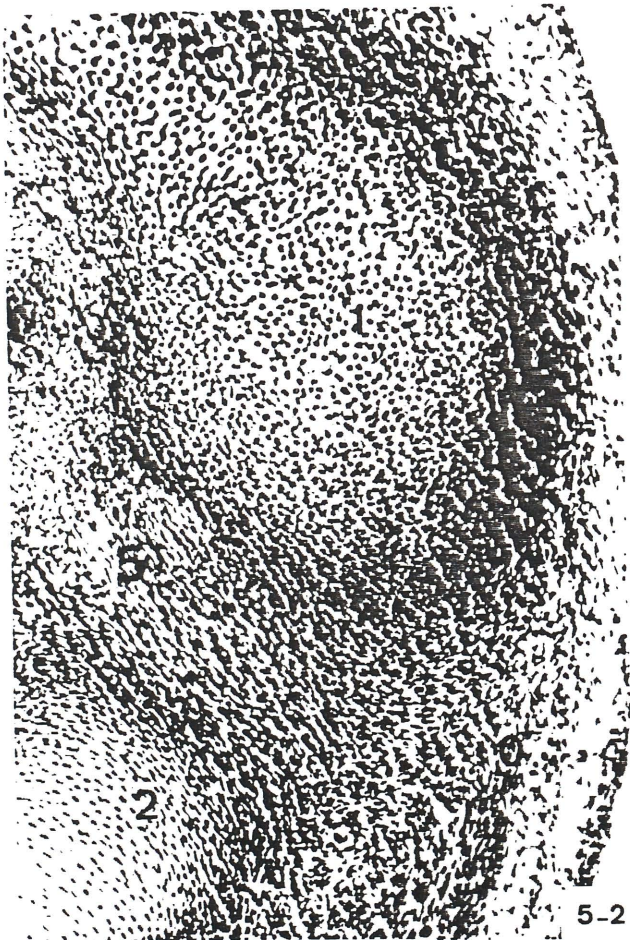
4-9

Fig. 4-9

- Embrión humano: B.B.-5.
- Corte: 84.1.2.
- 1 :Fémur.
- 0 :Tendón rotuliano.



5-1



5-2

Fig. 5-1

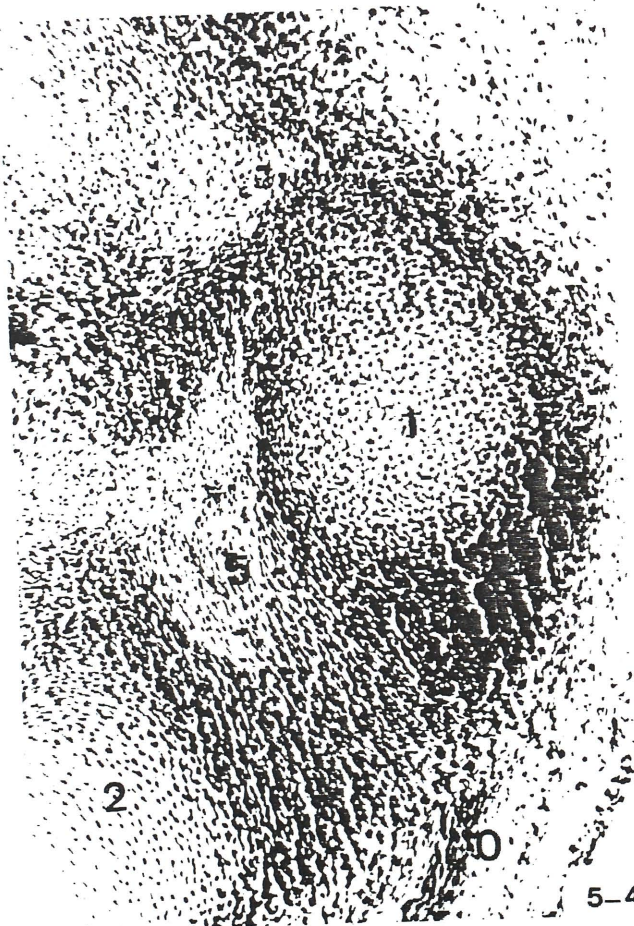
- Embrión humano: M.A.-7.
- Corte: 43.1.2.
- 1 :Cóndilo femoral en fase de cartilificación.
- 2 :Tibia, donde se está definiendo la meseta tibial.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- N :Músculos gastrocnemius o gemelos.
- S :Músculo soleo.
- 6 :Nervio ciático.
- 7 :N. ciático poplíteo interno.
- T :Nervio tibial anterior.

Fig. 5-2

- Embrión humano: M.A.-7.
- Corte: 43.1.2.
- 1 :Cóndilo femoral, en la que se aprecia el grado de cartilificación alcanzado.
- 2 :Tibia.
- 0 :Tendón rotuliano.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.



5-3



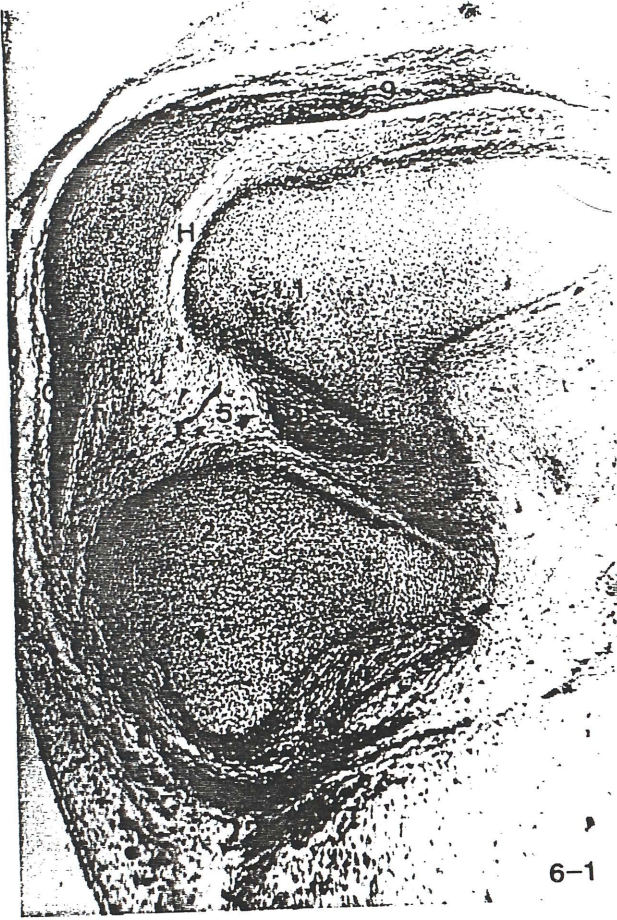
5-4

Fig. 5-3

- Embrión humano: M.A.-7.
- Corte: 43.1.3.
- 1 :Cóndilo femoral en fase de cartilificación.
- 2 :Tibia, donde se está definiendo la meseta tibial.
- 5 :Interzona fémoro-tibial.
- 6 :Nervio ciático.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- N :Músculos gastrocnemius.
- S :Músculo soleo.
- T :Nervio fibularis profundus.

Fig. 5-4

- Embrión humano: M.A.-7.
- Corte: 43.2.3.
- 1 :Cóndilo femoral.
- 2 :Tibia, donde se está definiendo la meseta tibial.
- 0 :Tendón rotuliano.
- 5 :Pieza articular intermedia, con evidentes zonas de laxitud.



6-1



6-2

Fig. 6-1

- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 87.2.1.
- 1 :Cóndilo femoral interno en fase cartilaginosa.
- 2 :Cóndilo tibial interno, en fase cartilaginosa.
- 3 :Rótula, en fase cartilaginosa.
- 5 :Pieza articular intermedia.
- 9 :Fibras pertenecientes al músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D :Condensación blastémica correspondiente al ligamento cruzado posterior.
- H :Inicio de cavitación en la interzona fémoro-rotuliana.

Fig.6-2

- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 87.2.8.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Cóndilo tibial interno.
- 3 :Rótula, en fase cartilaginosa.
- 5 :Pieza articular intermedia.
- 9 :Fibras del tendón del músculo cuádriceps.
- H :Cavidad fémoro-rotuliana.
- D :Ligamento cruzado posterior.

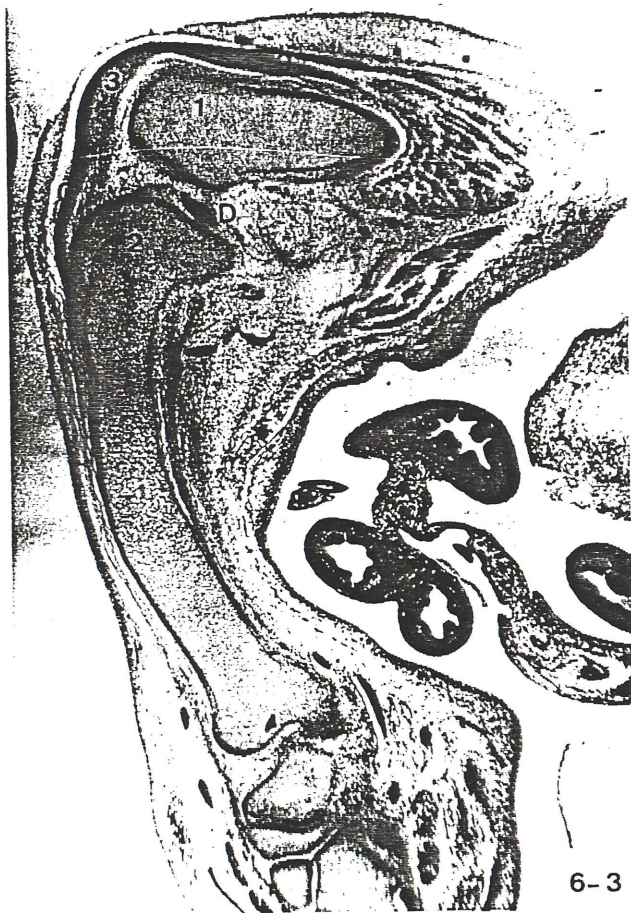
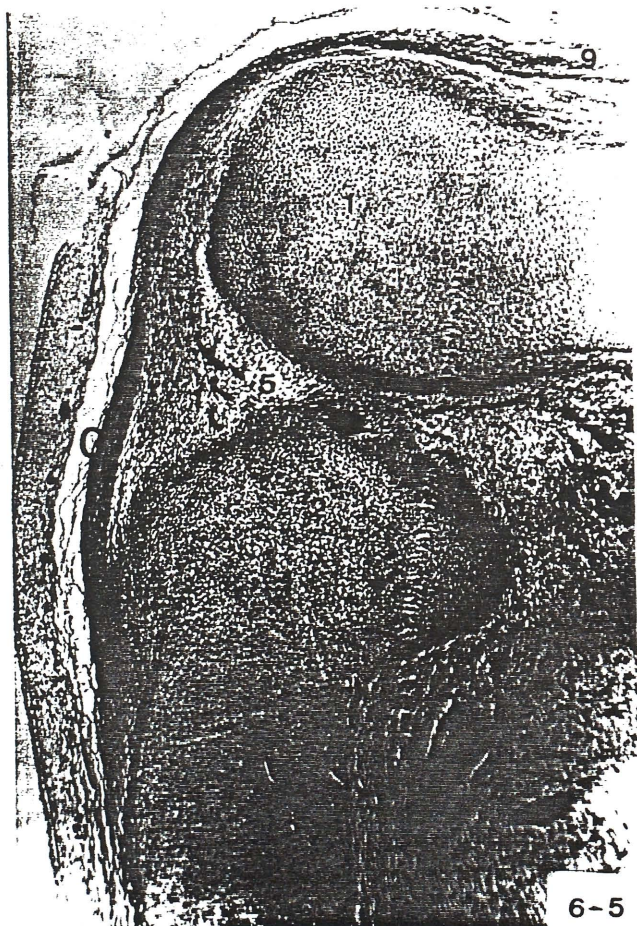


Fig. 6-3

- Embrión humano: P.E.-8
- Corte: 88.1.3.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 9 :Músculo cuádriceps y su correspondiente tendón.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D : Ligamento cruzado posterior.



6-4



6-5

Fig. 6-4


- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 88.1.3.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
-  :Inicio de la organización de la futura espina de la tibia.
- 3 :Rótula.
- 9 :Fibras del tendón del músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- H :Cámara articular fémoro-rotuliana.

Fig. 6-5


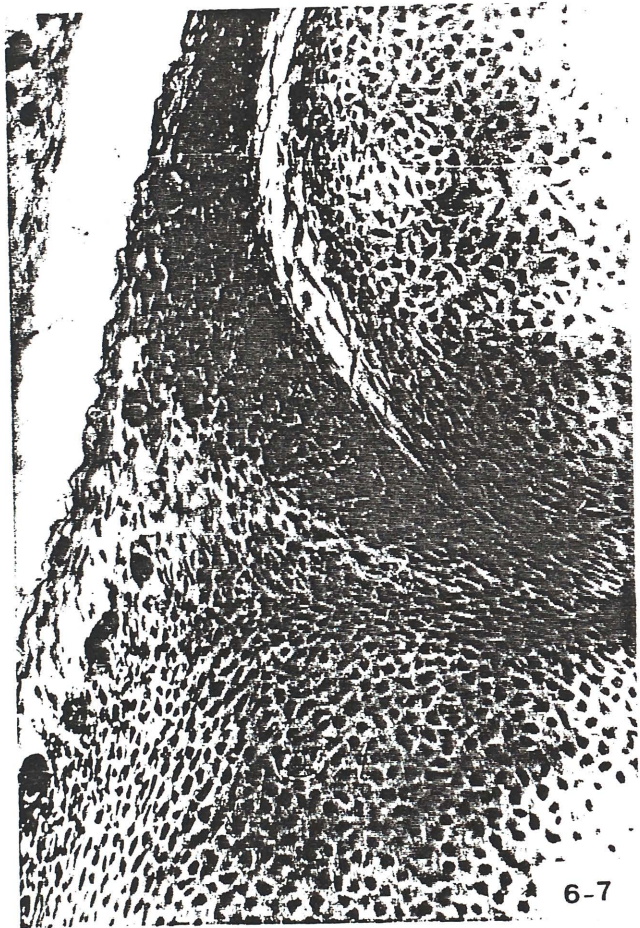
- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 88.2.5.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
-  :Inicio de la organización de la futura espina de la tibia.
- 5 :Interzona articular fémoro-tibial.
- 9 :Fibras tendón músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D :Ligamento cruzado posterior.



Fig. 6-6

- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 89.2.7.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Cóndilo tibial externo.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 9 :Fibras del tendón del músculo cuádriceps femoral.
- A :Menisco externo.
- K :Cápsula articular, fijándose tanto en la margen anterior como en la posterior del menisco externo.
- V :Vena poplíteo.



6-7

Fig. 6-7

- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 89.2.7.
- A :Detalle del menisco externo.
- K :Detalle de la inserción capsular en la
margen anterior del menisco externo.

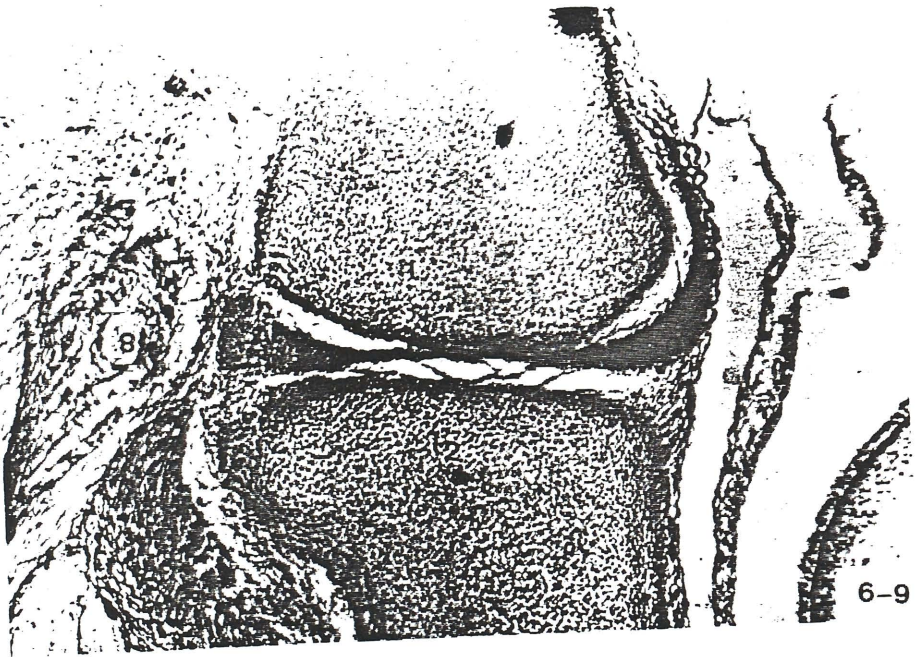
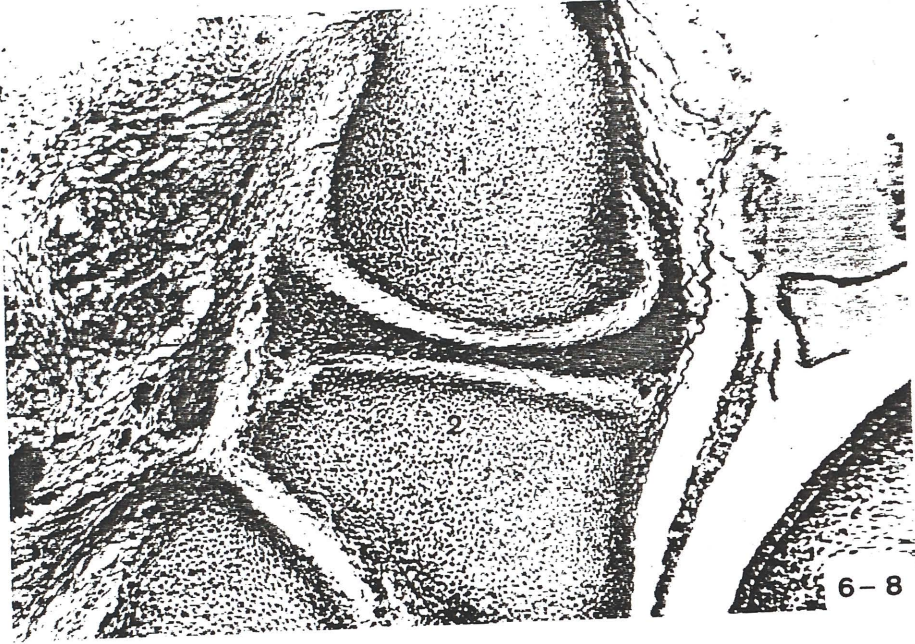
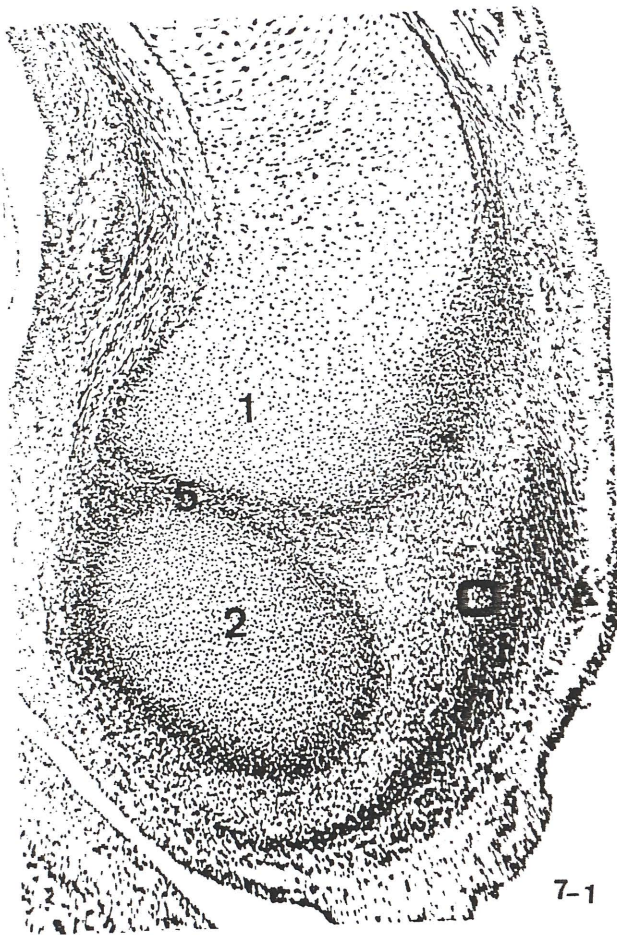


Fig. 6-8

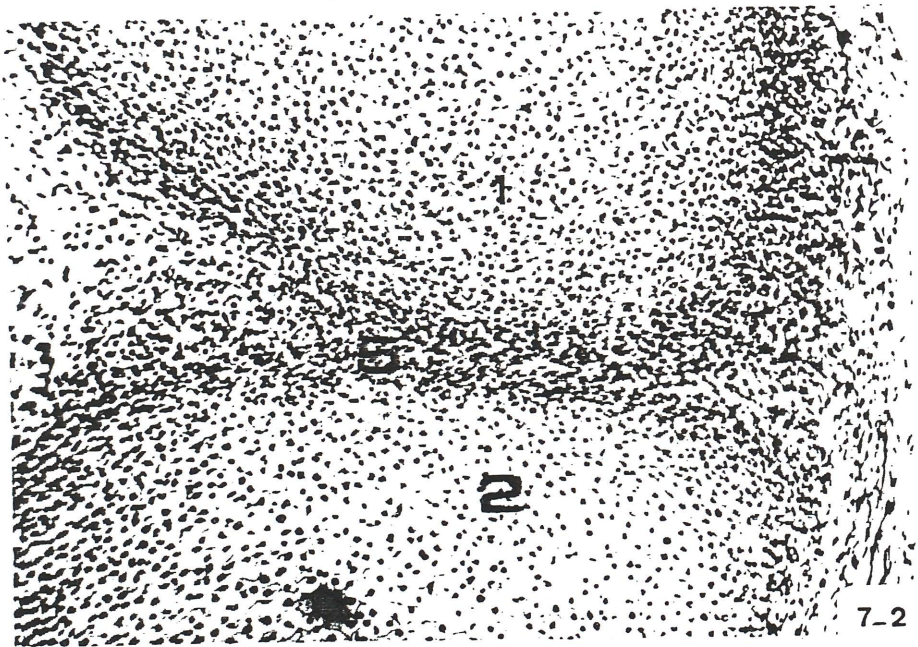
- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 90.1.7.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Cóndilo tibial externo.
- A :Menisco externo.
- K :Cápsula articular.

Fig. 6-9

- Embrión humano: P.E.-8.
- Corte: 90.2.8.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Cóndilo tibial externo.
- A :Menisco externo.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.



7-1



7-2

Fig. 7-1

- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 61.3.1.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.
- 0 :Tendón rotuliano.

Fig. 7-2

- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 61.3.1.
- 1 :Detalle de epífisis distal del fémur.
- 2 :Detalle de epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

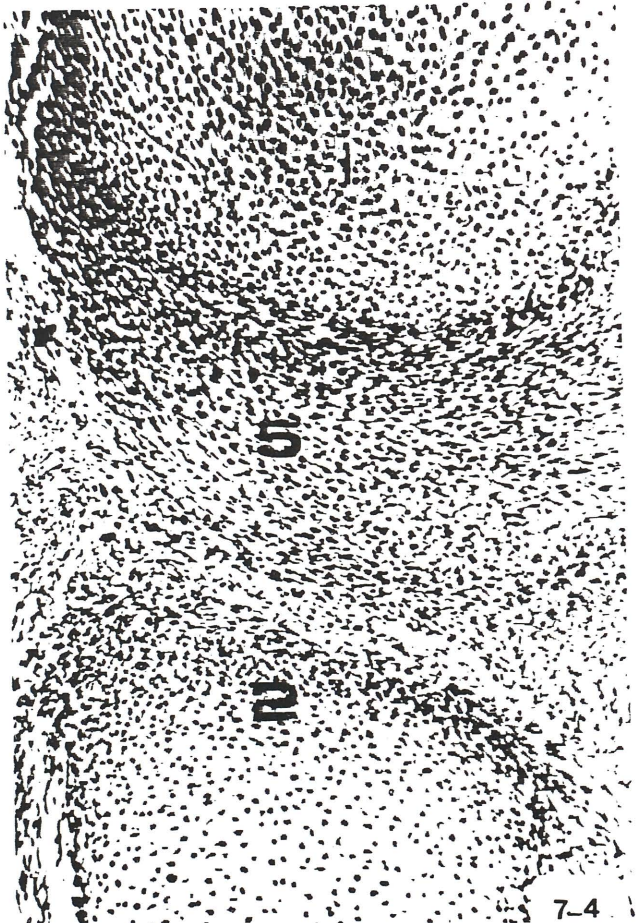
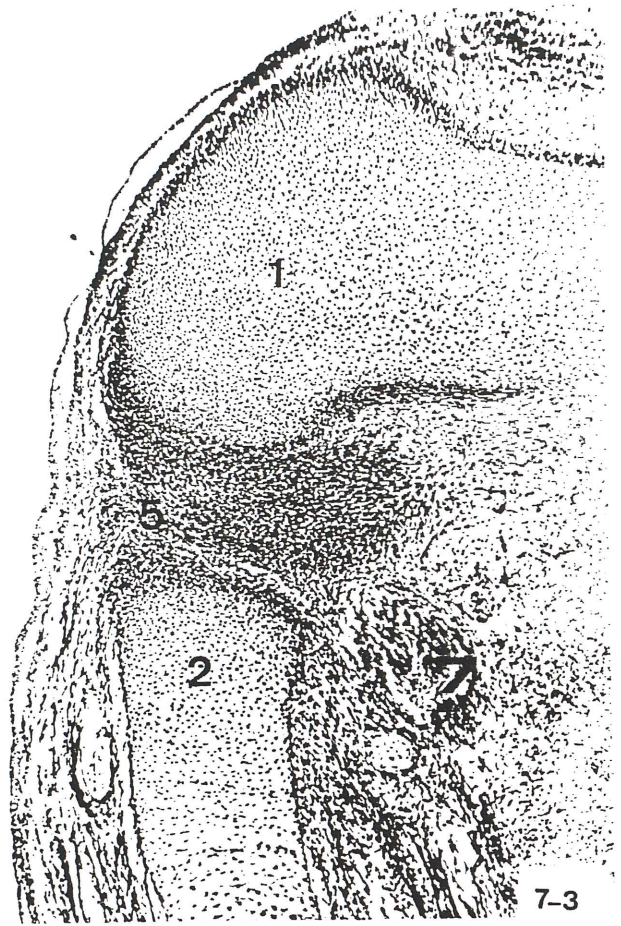
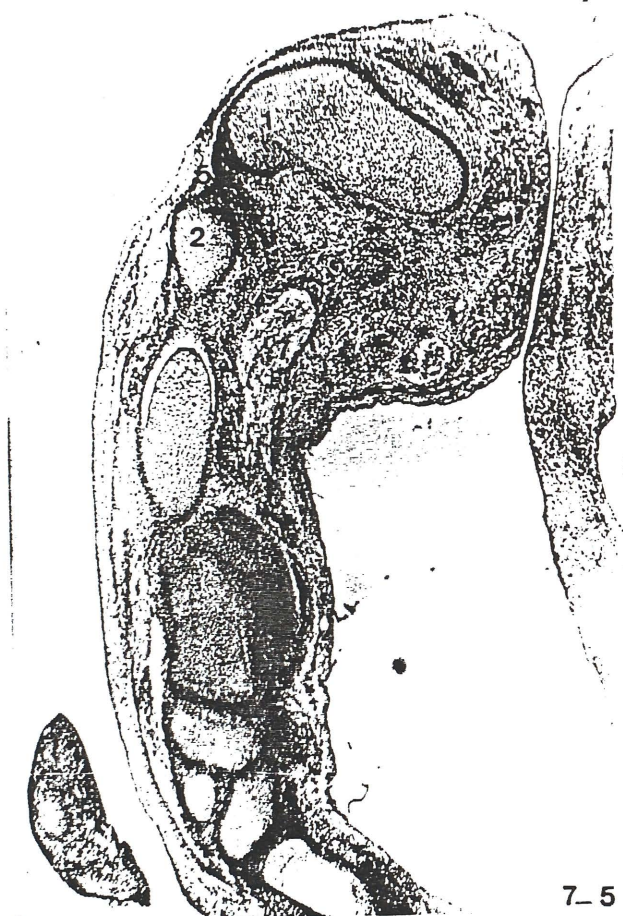


Fig. 7-3

- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 67.1.1.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 5 : Pieza intermedia algo más densificada.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.

Fig. 7-4

- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 67.1.1..
- 1 :Detalle a mayor aumento de epífisis distal del fémur.
- 2 :Detalle de epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia donde se aprecia el inicio de un proceso de densificación que le llevará a elaborar los meniscos articulares.



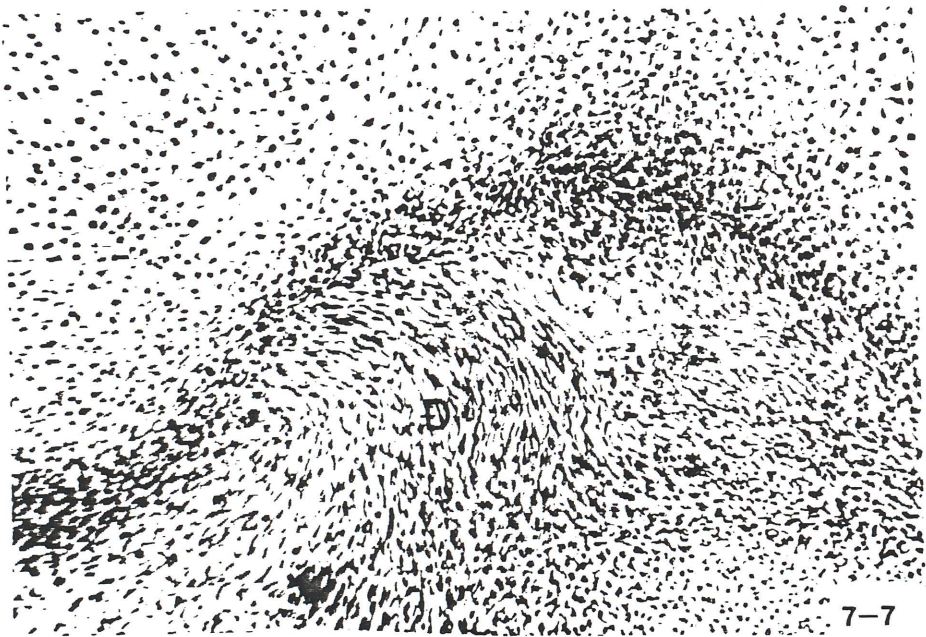
7-5

Fig.--7-5

- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 68.1.1.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.



7-6



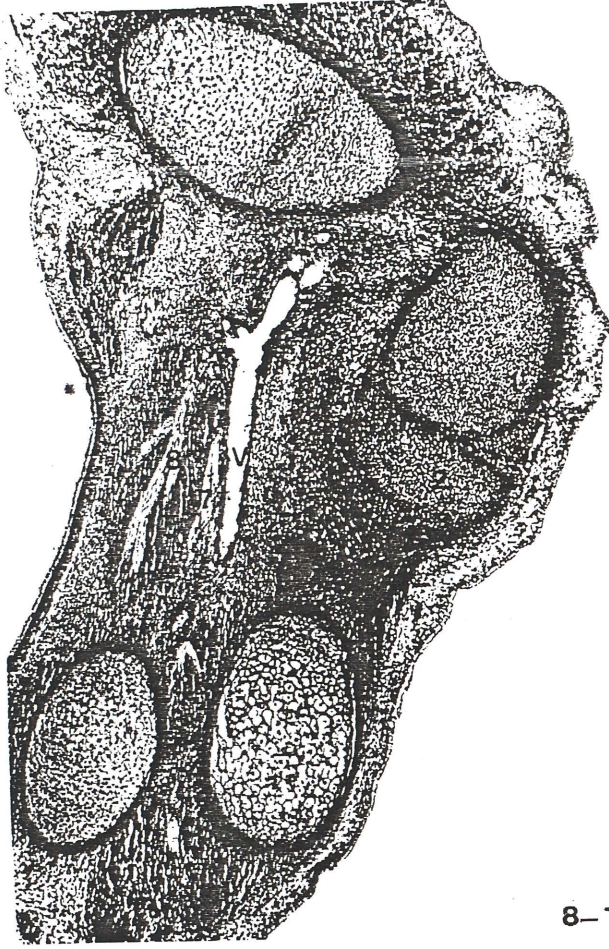
7-7

Fig. 7-6

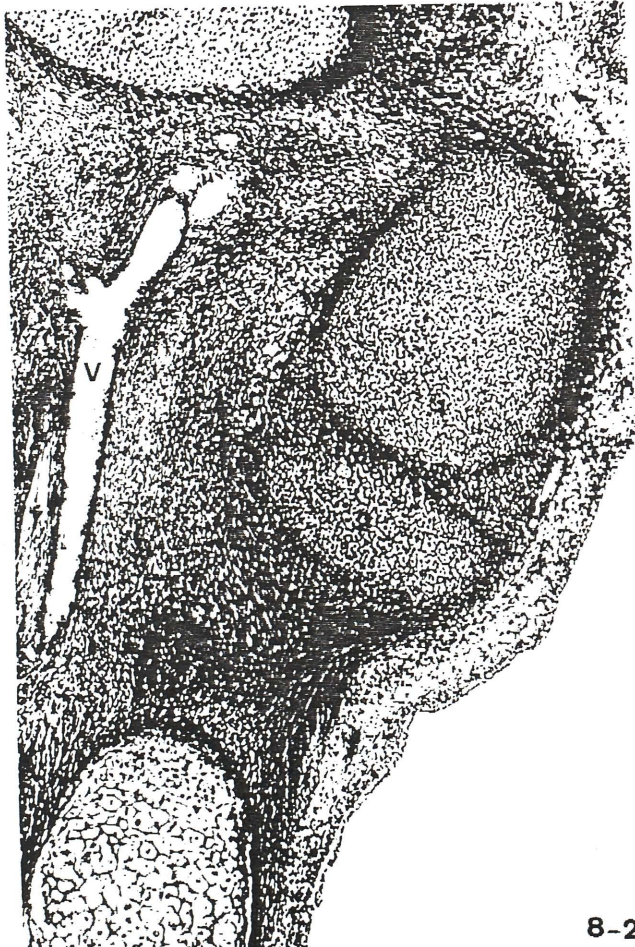
- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 61.3.1.
- 1 :Cóndilos femorales, escotadura intercondílica y superficie articular para la rótula.
- 3 :Rótula.
- 5 :Interzona o pieza articular intermedia fémoro-rotuliana.
- D :Ligamento cruzado posterior.

Fig. 7-7

- Embrión humano: C.H.-1.
- Corte: 61.3.5.
- D :Detalle del ligamento cruzado posterior.



8-1



8-2

Fig. 8-1

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 57.1.2.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- V :Vasos poplíteos.

Fig. 8-2

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 57.1.2.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.
- V :Vasos poplíteos.

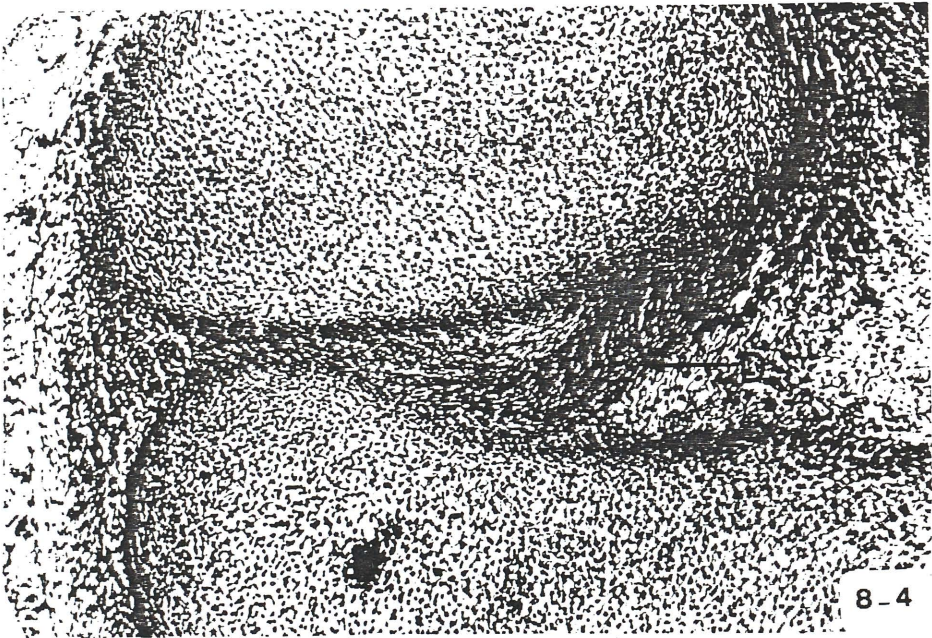
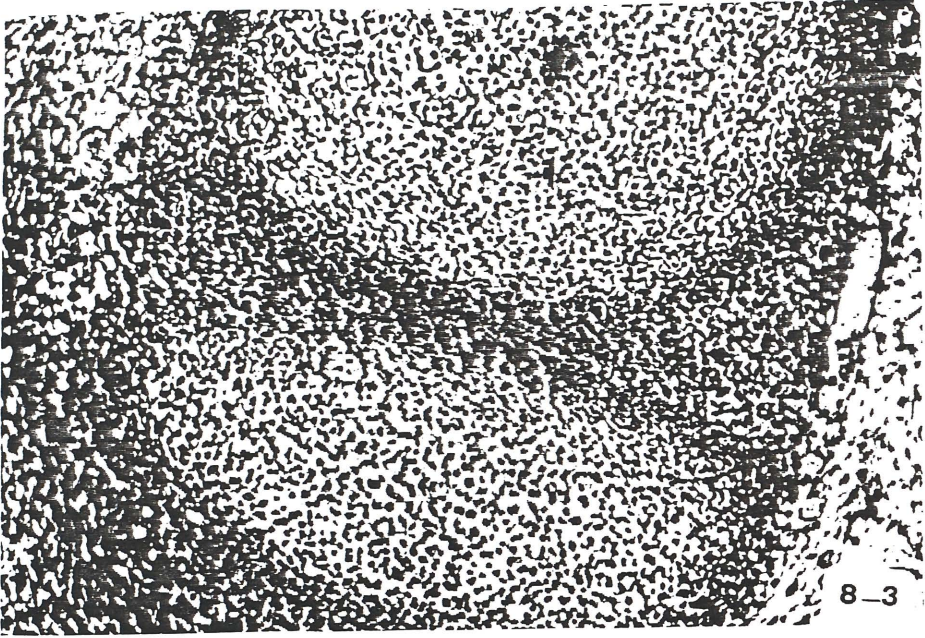
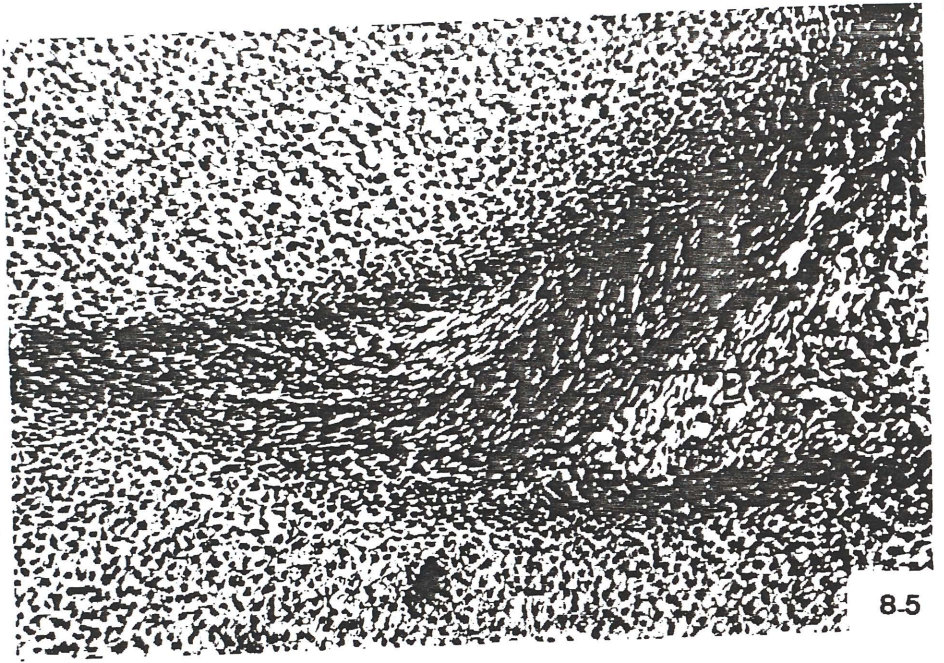


Fig. 8-3

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 57.1.2.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 5 :Pieza articular intermedia fémoro-tibial.

Fig. 8-4

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 58.2.3.
- D :Ligamento cruzado posterior que desde la superficie retroespinal de la tibia va a insertarse en el cóndilo interno femoral.
Detalle



8-5



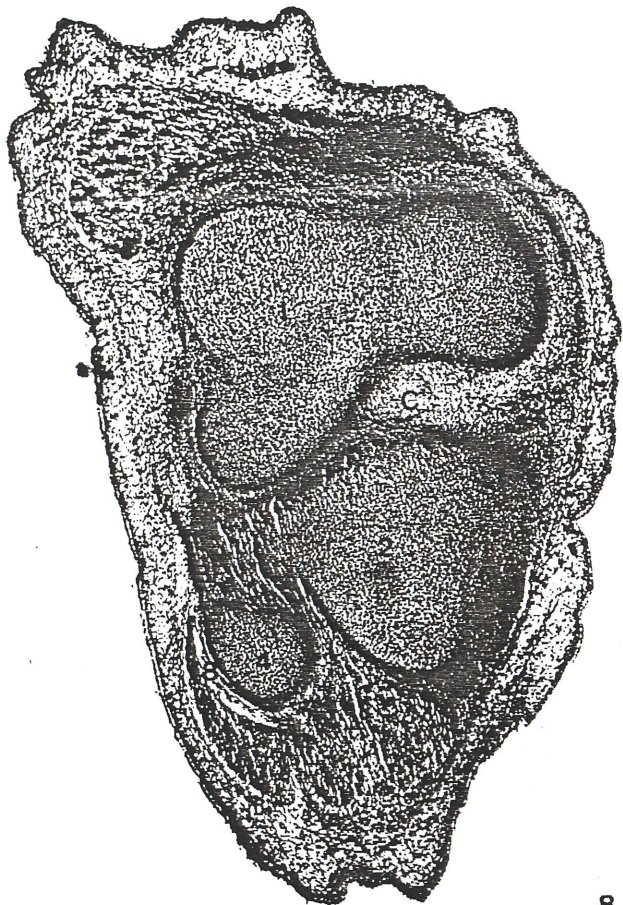
8-6

Fig. 8-5

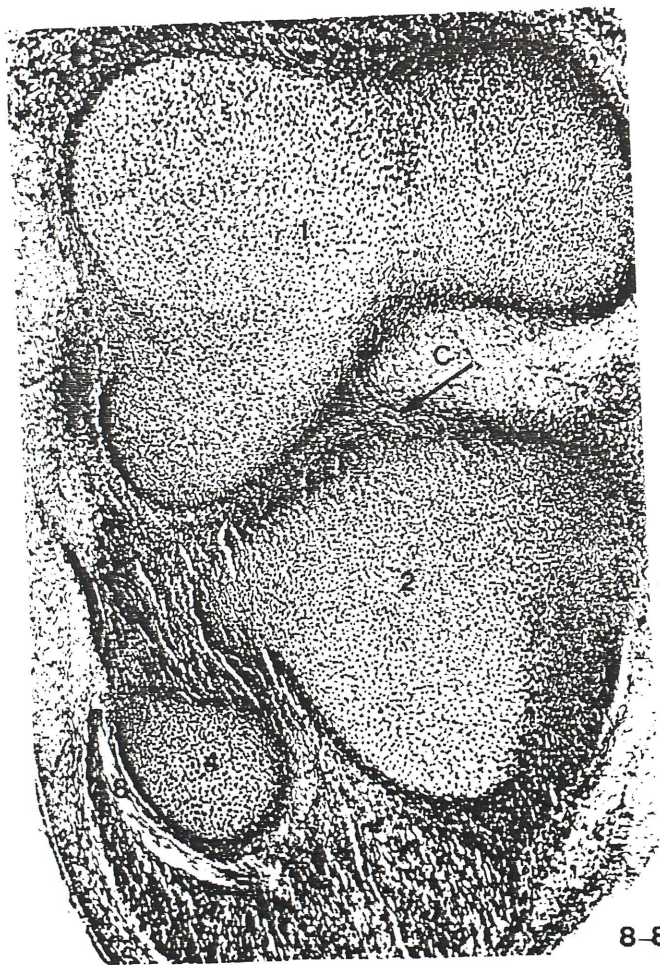
- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 58.2.3.
- D :Ligamento cruzado posterior. Detalle a mayor aumento.

Fig. 8-6

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 59.1.4.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 3 :Rótula.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral. Detalle de la inserción de sus fibras en la rótula.



8-7



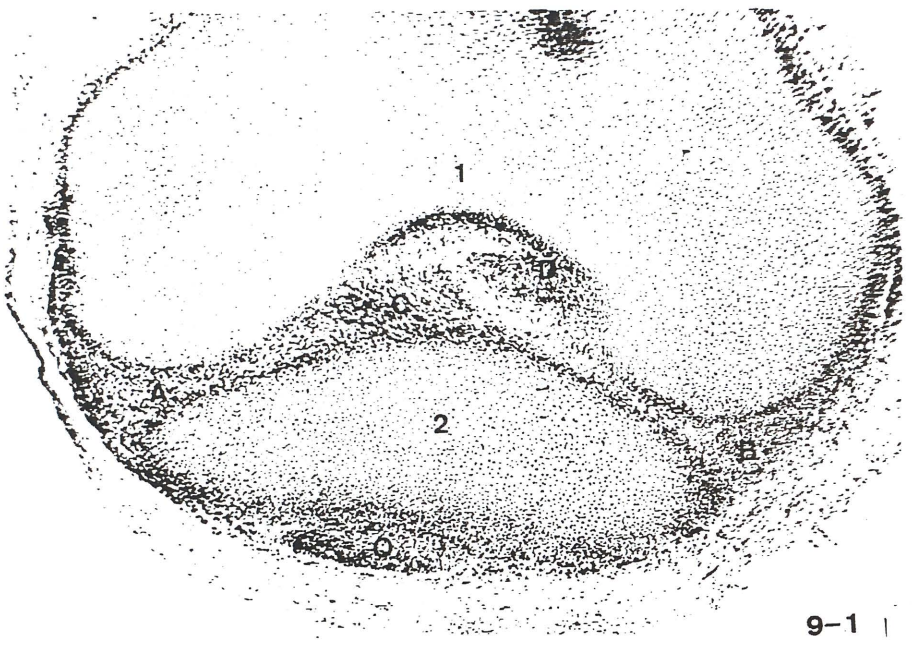
8-8

Fig. 8-7

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 60.1.1.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 4 :Extremidad proximal del peroné.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- BF :Músculo biceps femoral.

Fig. 8-8

- Embrión humano: E.A.-3.
- Corte: 60.1.1.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 4 :Extremidad proximal del peroné.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- BF :Músculo biceps femoral.



9-1 |



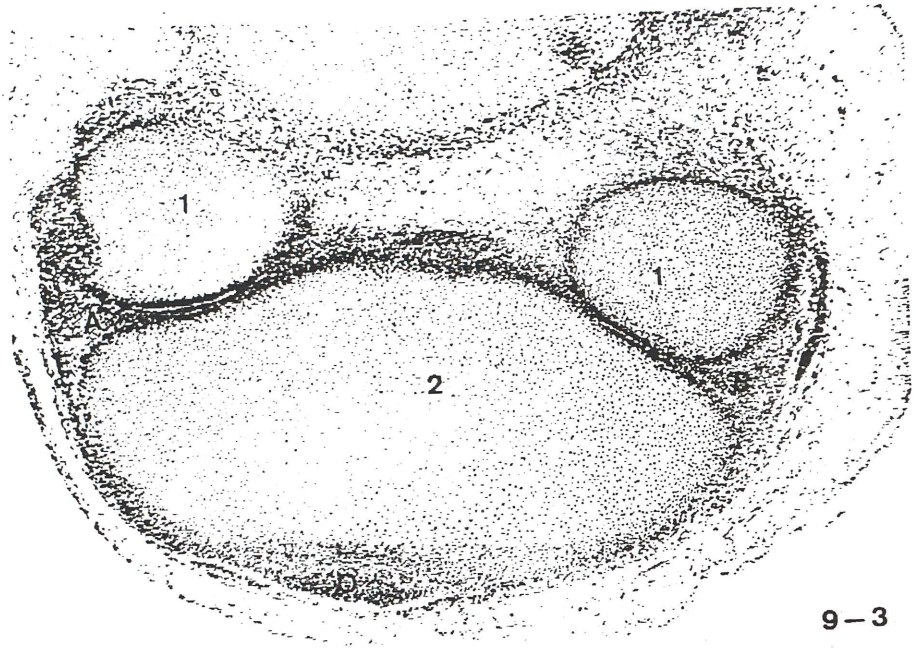
9-2

Fig. 9-1

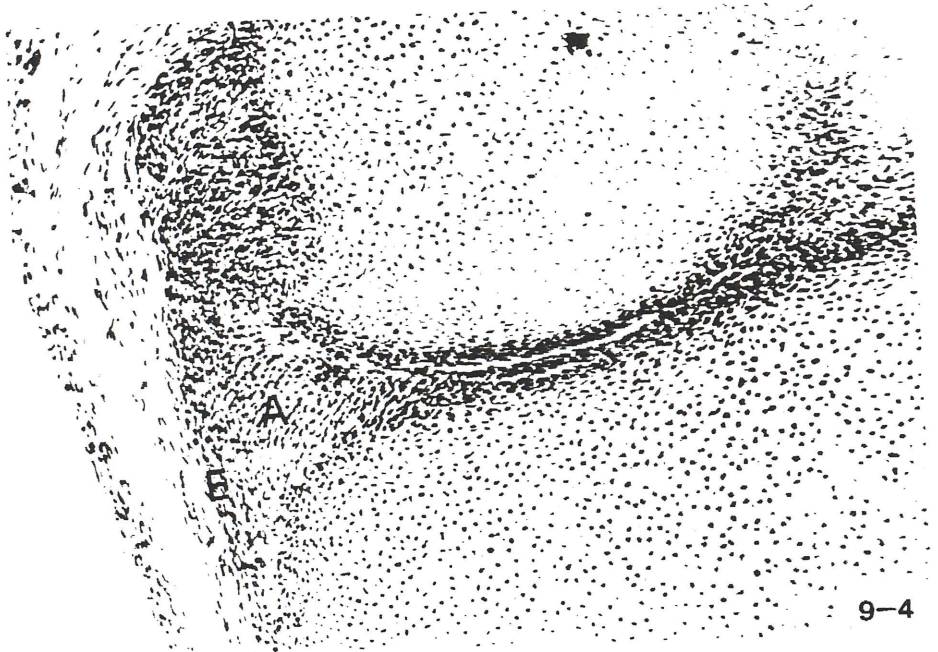
- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 11.3.1.
- 1 :Fémur. Cóndilo y fosa intercondílica.
- 2 :Tibia.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- O :Tendón rotuliano.
- E :Ligamento lateral externo.

Fig. 9-2

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 13.1.2.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- O :Tendón rotuliano.
- E :Ligamento lateral externo.



9-3



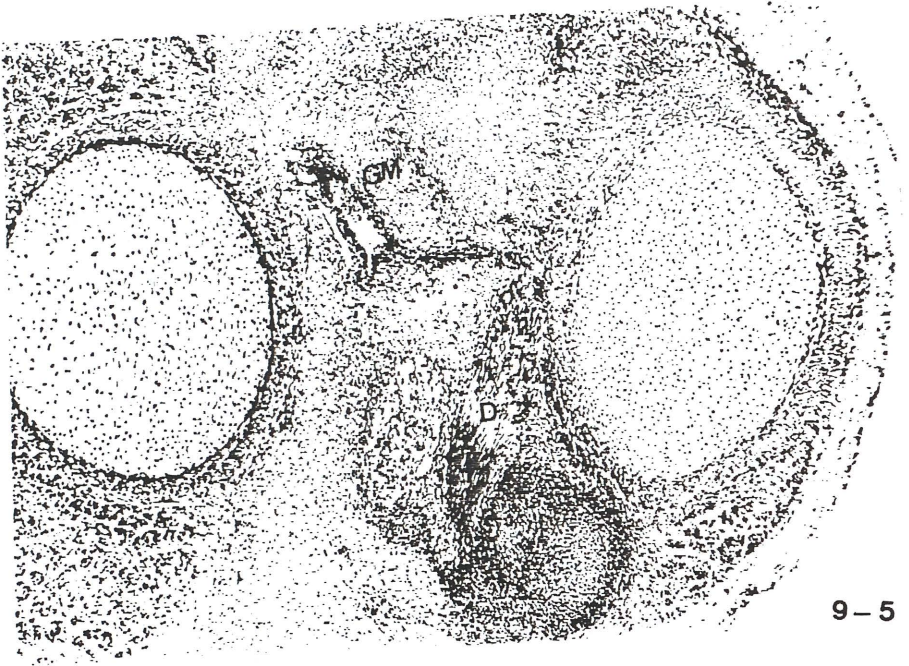
9-4

Fig. 9-3

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 13.1.4.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- O :Tendón rotuliano.
- E :Ligamento lateral externo.

Fig. 9-4

- Embrión humano: H.E.-1
- Corte: 13.1.4.
- A :Detalle del menisco externo.
- E :Detalle del ligamento lateral externo.



9-5



9-6

fig. 9-5

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 15.2.5.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- GM :Arteria genu media, que a este nivel desprende un ramo para el ligamento cruzado posterior.

fig. 9-6

- Embrión humano: H.E.-1-.
- Corte: 40.3.6.
- 1 :Fémur, en cuya diáfisis se observa el derrumbamiento del molde cartilaginoso.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 3 :Rótula
- 9 :Tendón del músculo cuádriceps femoral.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- AP :Arteria poplítea.

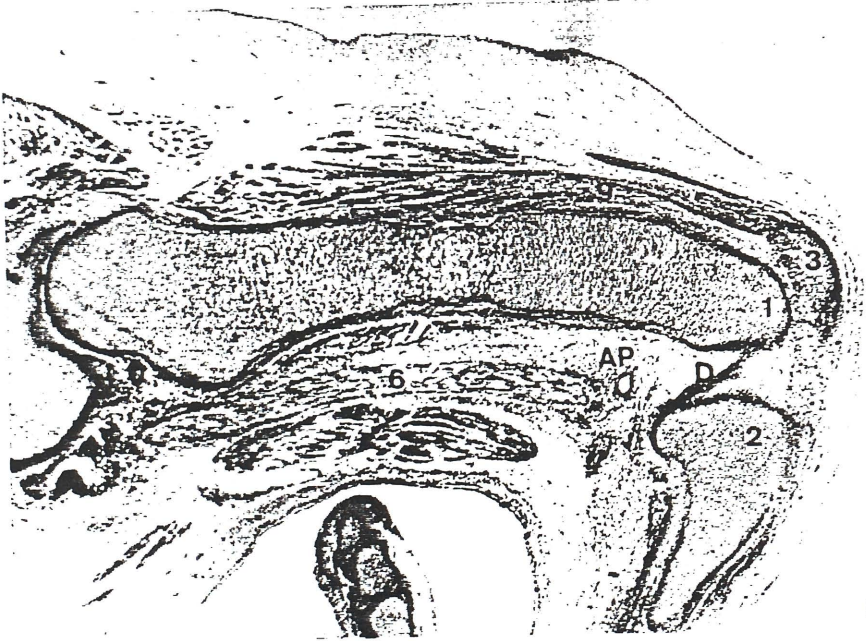
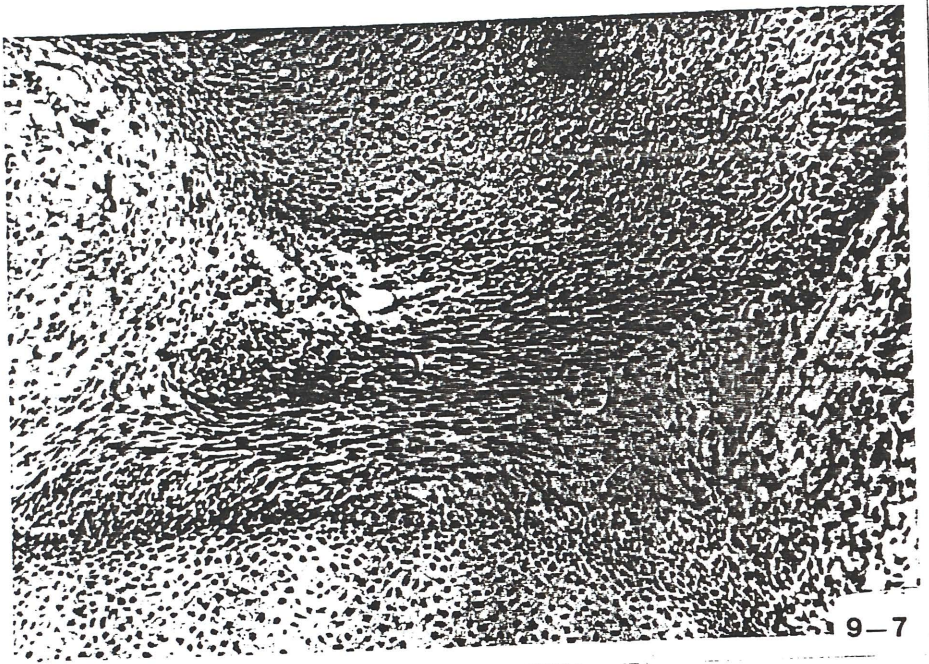
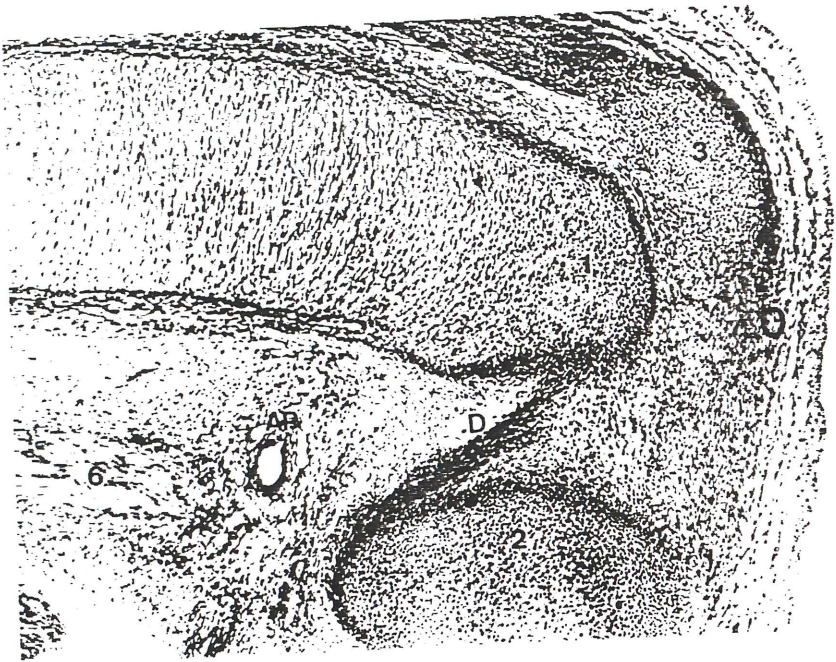


Fig. 9-7

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 40.3.6.
- D :Ligamento cruzado posterior. Detalle de su inserción en el cóndilo femoral interno.

Fig. 9-8

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 41.1.3.
- 1 :Fémur. Detalle del derrumbamiento del molde cartilaginoso a nivel de la porción central de su diáfisis.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 6 :Nervio ciático mayor.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral y tendón.
- AP :Arteria poplítea.
- D :Ligamento cruzado posterior.



9-9



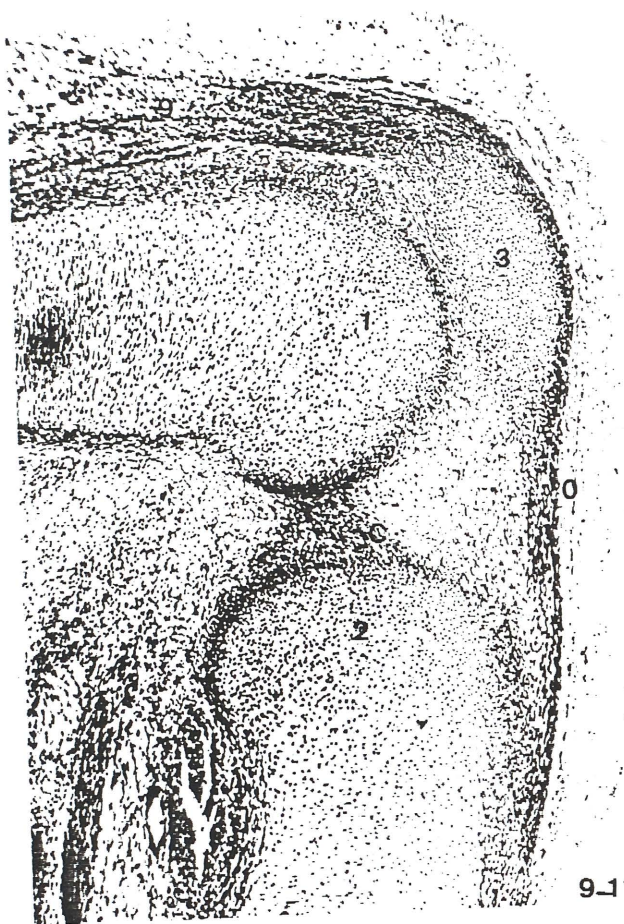
9-10)

Fig. 9-9

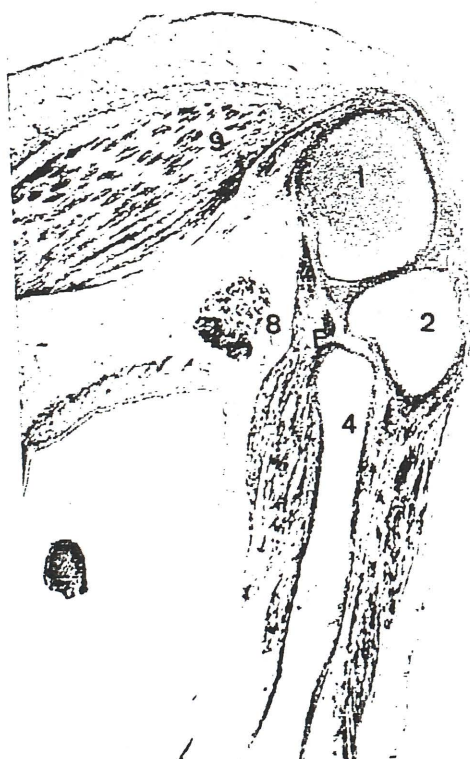
- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 41.1.3.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 6 :Nervio ciático mayor.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D :Ligamento cruzado posterior. Se observa su fijación tibial y la inserción en cóndilo femoral interno.

Fig. 9-10

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 42.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- 0 :Tendón rotuliano.
- D :Ligamento cruzado posterior.



9-11



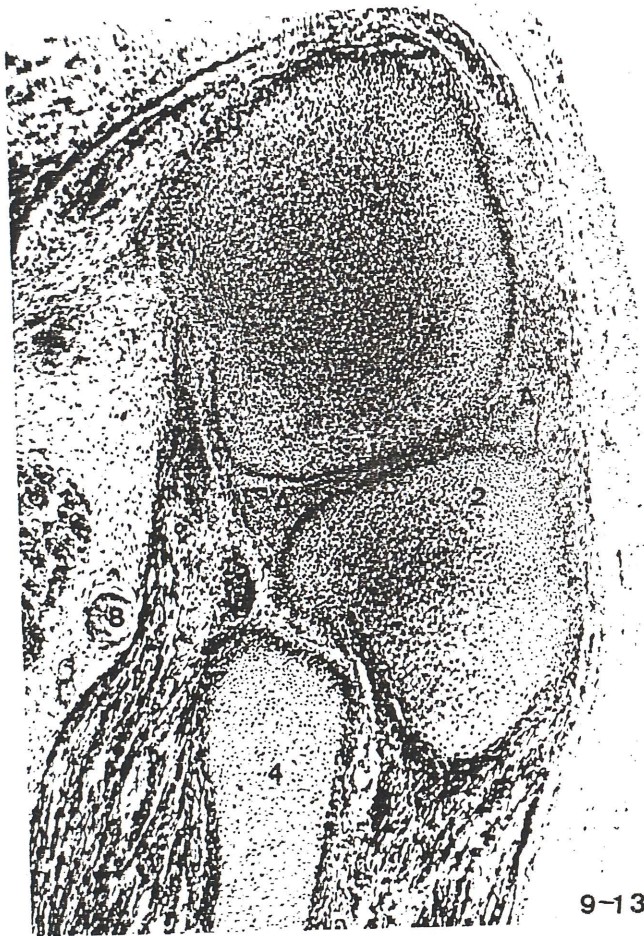
9-12

Fig. 9-11

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 42.1.2.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 3 :Rótula:
- 9 :Músculo cuádriceps femoral alcanzando la
rótula.
- 0 :Tendón rotuliano, que desde la rótula
busca su inserción tibial.

Fig. 9-12

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 43.2.2.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 4 :Peroné.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral.
- E :Ligamento lateral externo.



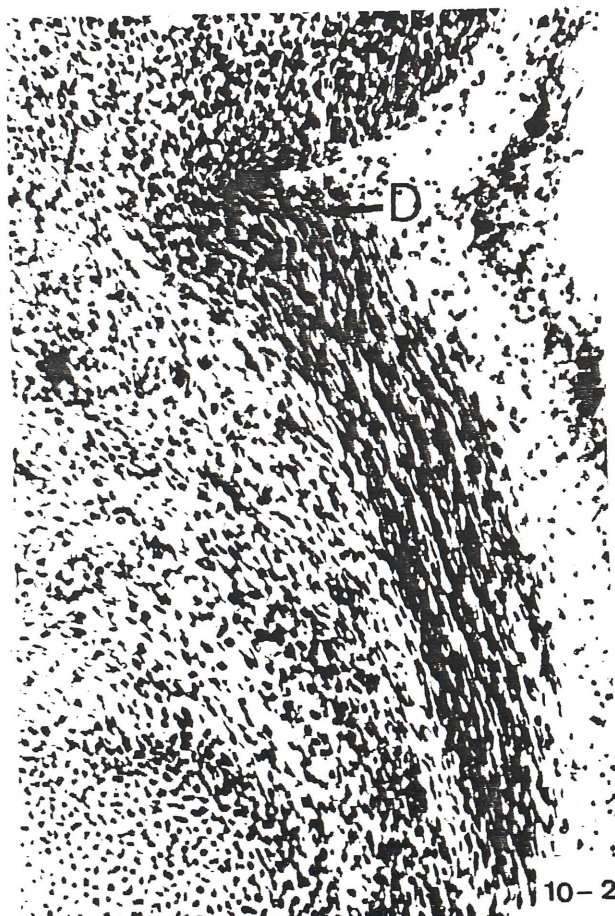
9-13

Fig. 9-13

- Embrión humano: H.E.-1.
- Corte: 43.2.2.
- 1 :Fémur.
- 4 :Peroné.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- A :Menisco externo.
- E :Ligamento lateral externo



10-1



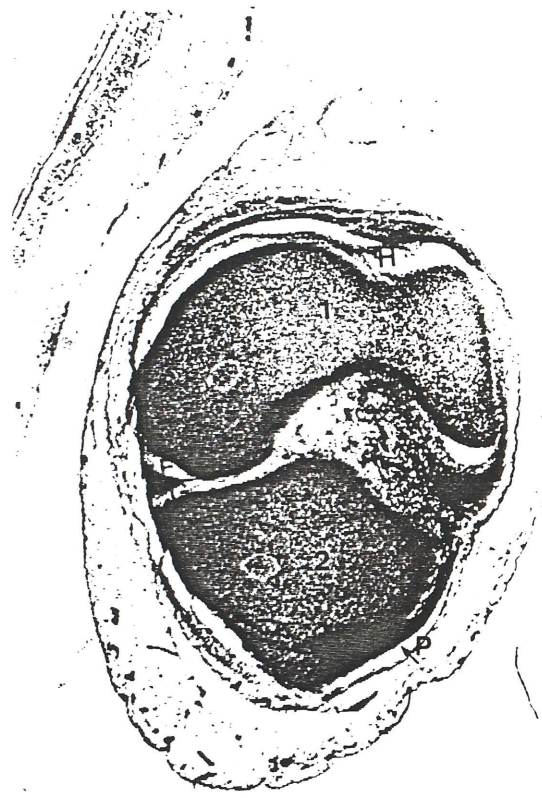
10-2

Fig. 10-1

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 13.1.2.
- D : Inserción en cóndilo femoral interno del ligamento cruzado posterior.

fig. 10-2

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 13.1.2.
- D : Detalle del ligamento cruzado posterior en el cual puede verse su estructura.



10-3



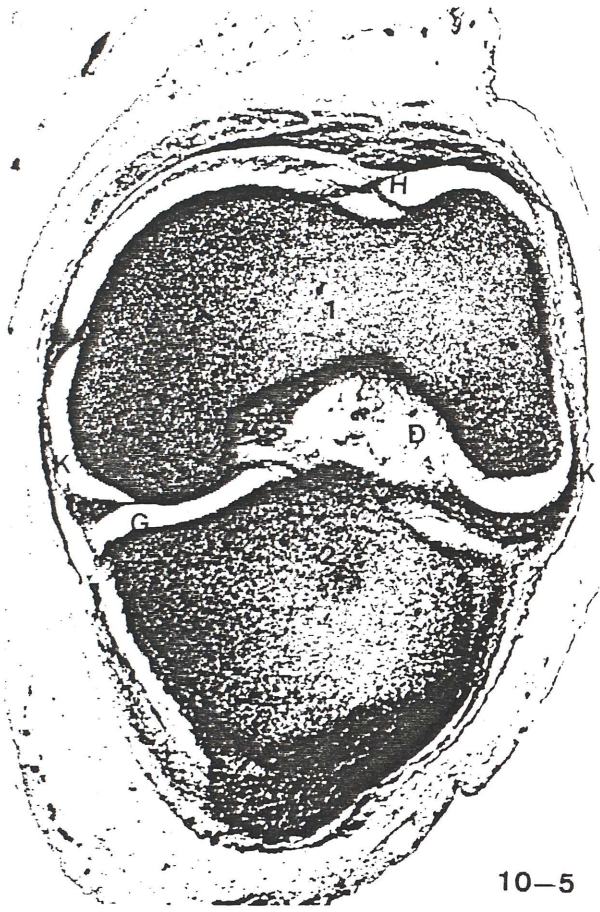
10-4

Fig. 10-3

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 16.2.1.
- 1 :Epífisis distal femoral en la que pueden apreciarse los cóndilos, escotadura intercondílea y superficie articular para la rótula.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- F :Cámara fémoro-meniscal.
- G :Cámara menisco-tibial.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- P :Tendón de origen del músculo poplíteo.

Fig. 10-4

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 16.2.2.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Cavidad glenoidea interna de la tibia.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- K :Cápsula articular y fijación de esta estructura en el menisco interno.



10-5



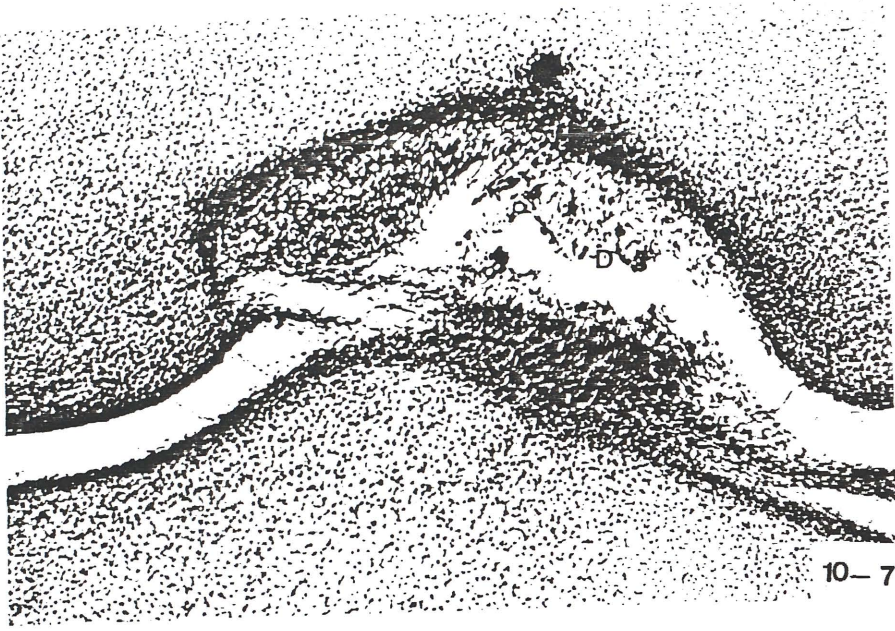
10-6

fig. 10-5

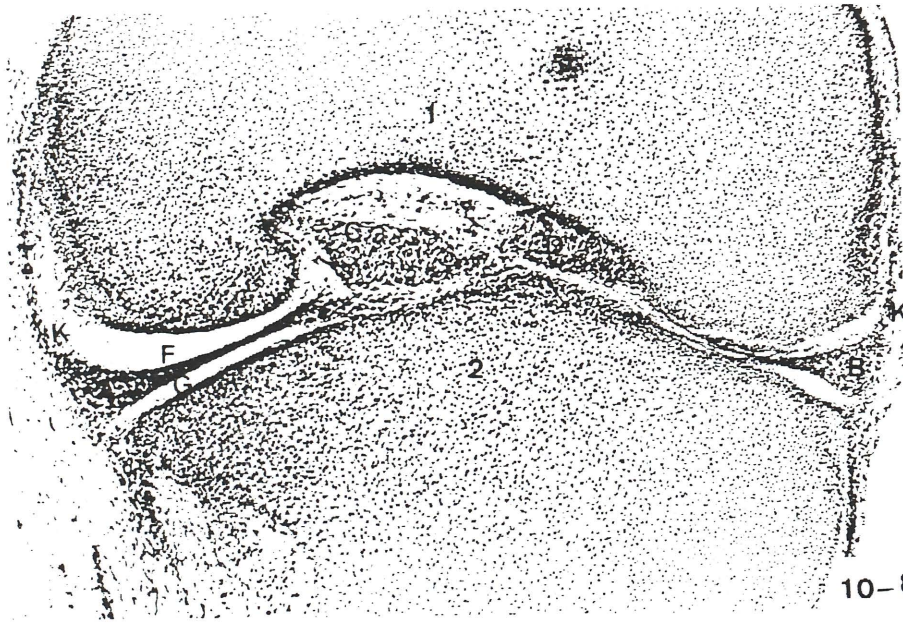
- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 17.1.3.
- 1 :Epífisis distal del fémur, en la que pueden apreciarse los cóndilos, escotadura intercondílica y superficie articular, para la rotula.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia en la que se aprecian las cavidades glenoideas.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior..
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- G :Cámaras menisco-tibiales.
- H :Cámara fémoro-rotuliana, en la que pueden apreciarse septos conjuntivos, producto de la deslaminación
- K :Cápsula articular y su fijación en los márgenes laterales de ambos meniscos.

fig. 10-6

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 18.1.2.
- C :Detalle del ligamento cruzado anterior.
- D :Detalle del ligamento cruzado posterior.



10-7



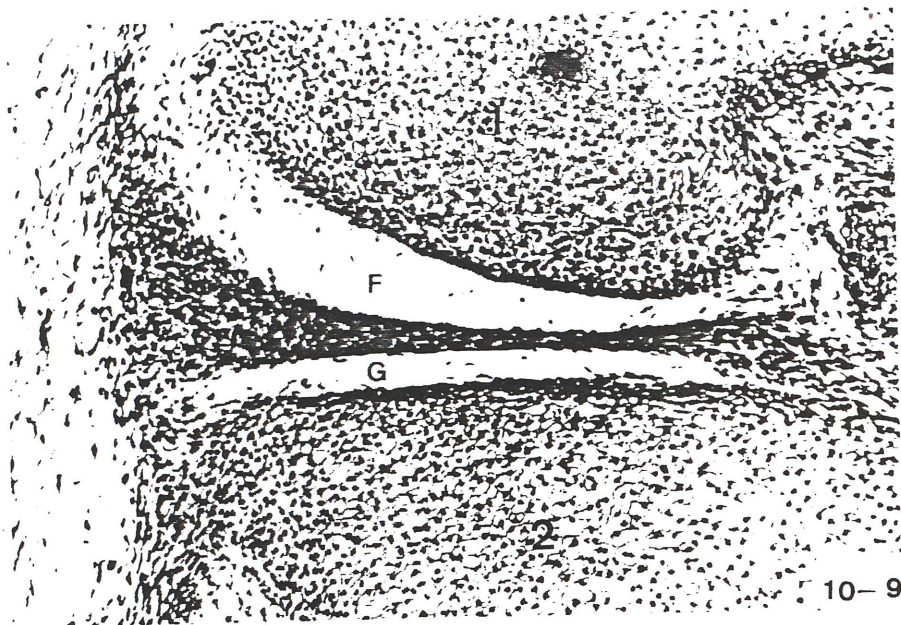
10-8

Fig. 10-7

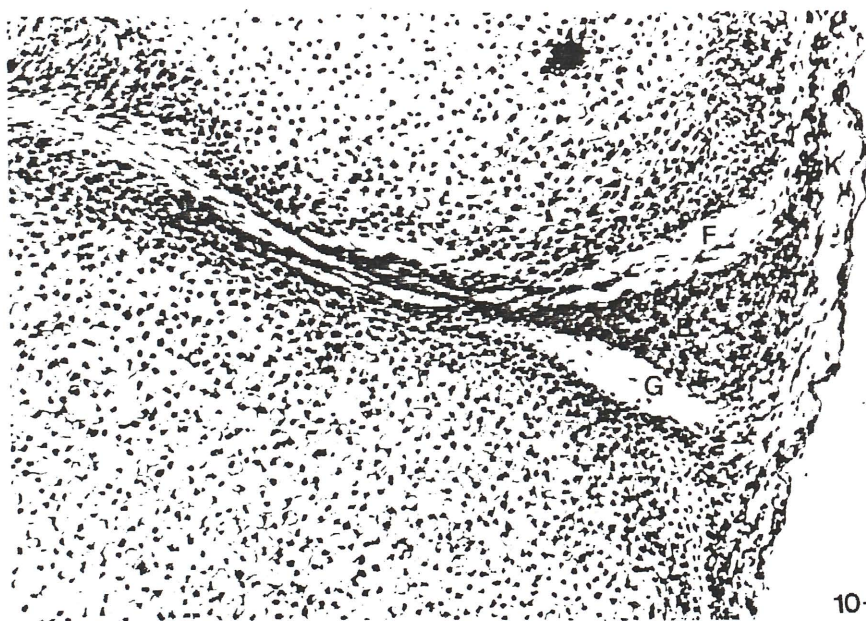
- Embrión humano: N.A.-1.
 - Corte: 20-1.4.
 - C :Detalle del ligamento cruzado anterior.
 - D :Detalle del ligamento cruzado posterior.
- Ambos en el interior de la fosa intercrural ó intecondílica.

fig. 10-8

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 20.1.4.
- 1 :Epífisis distal femoral ofreciendo la imagen de los cóndilos femorales y escotadura intercondílica.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal.
- G :Cámara menisco-tibial.
- K :Cápsula articular.



10-9



10-10

Fig. 10-9

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 22.2.2.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- K :Cápsula articular.

Fig. 10-10

- Embrión humano: N.A.-1.
- Corte: 23.1.1.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna, en la que pueden apreciarse septos ó trabéculas conjuntivas, producto de la deslaminación:
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- K :Cápsula articular.

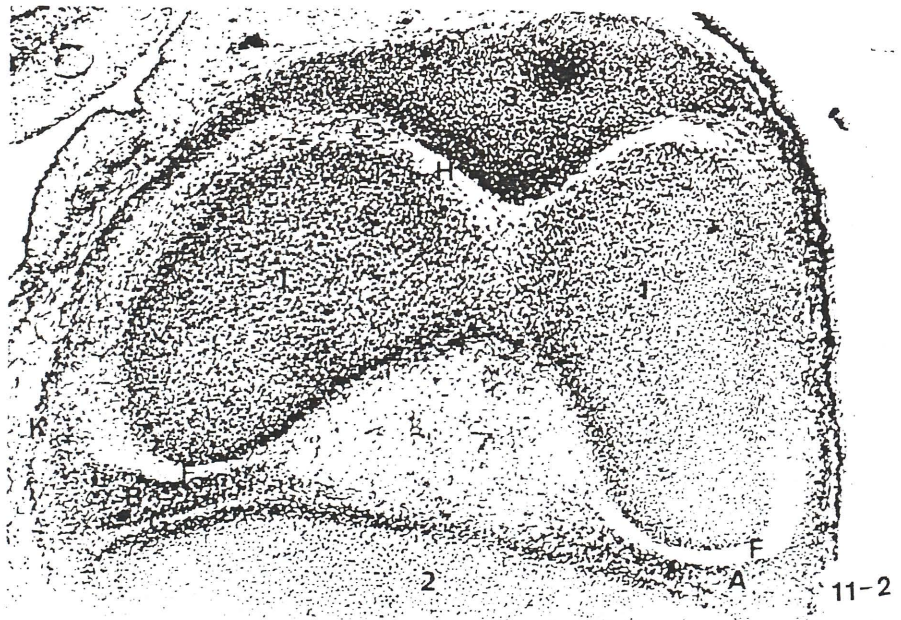
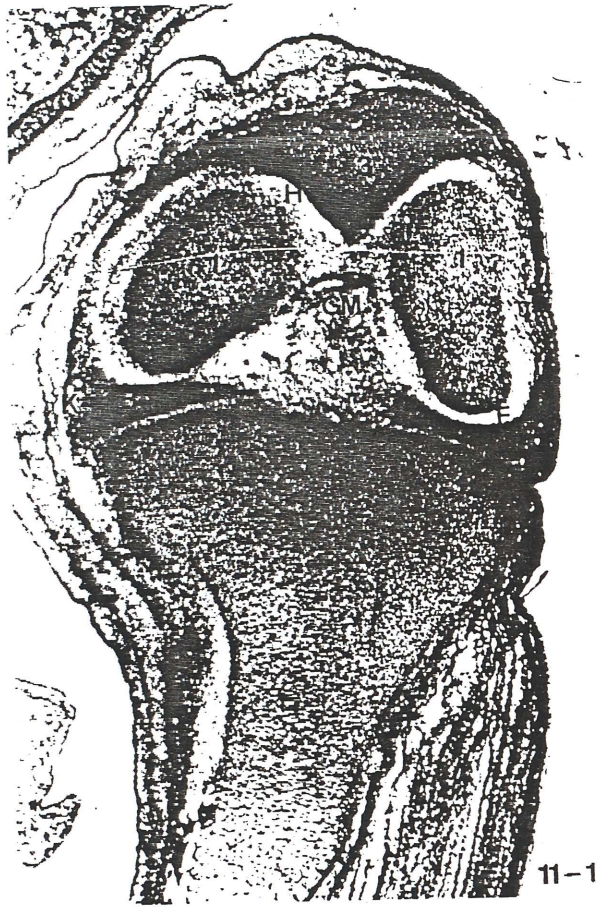
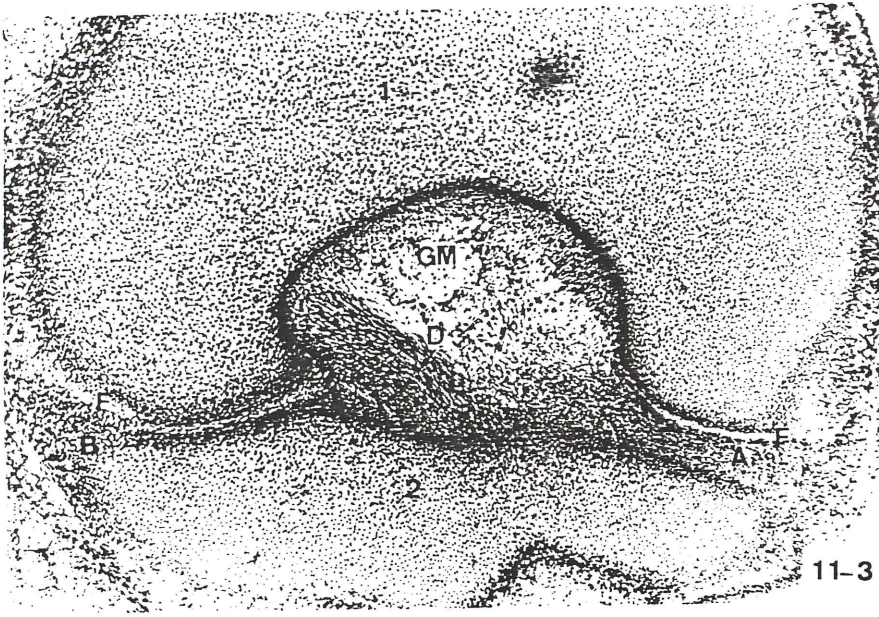


Fig. 11-1

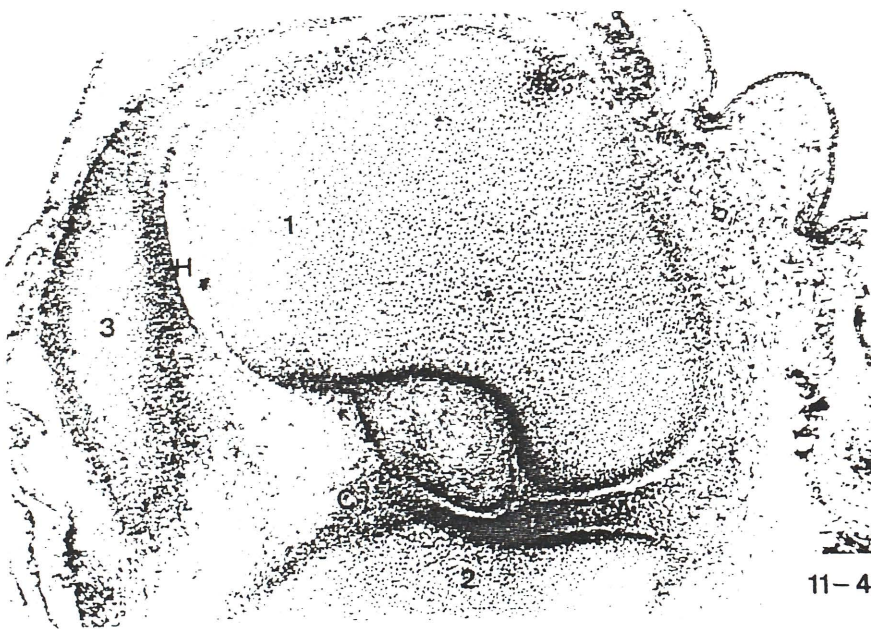
- Embrión humano: X-4.
- Corte: 64.2.3.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal.
- G :Cámara menisco-tibial.
- GM :Ramas de la arteria genu media en el interior de la fosa intercondílica.
- H :Cavidad ó cámara fémoro-rotuliana.

Fig. 11-2

- Embrión humano: X-4.
- Corte: 65.1.1.
- 1 :Cóndilos femorales, escotadura intercondílica y superficie rotuliana, en fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- G :Cámaras menisco-tibiales.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- J :Aletas rotulianas.
- K :Cápsula articular.



11-3



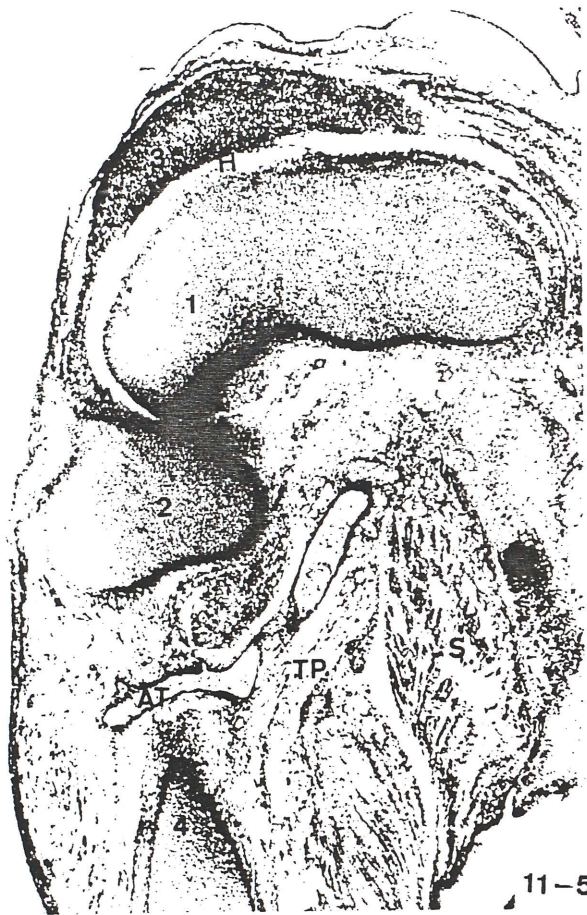
11-4

Fig. 11-3

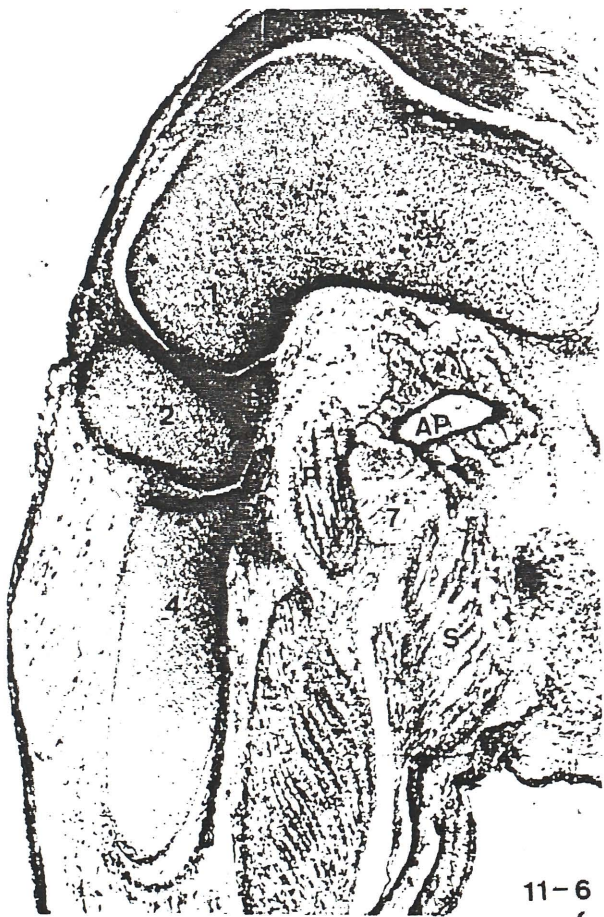
- Embrión humano: X-4.
- Corte: 66.2.2.
- 1 :Cóndilos femorales y escotadura intercondílica.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- D :Ligamento cruzado posterior, que desde la superficie retroespinal alcanza el cóndilo femoral interno.
- GM :Ramas de la arteria genu media.

Fig. 11-4

- Embrión humano: X-4.
- Corte: 74.2.1.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.



11-5



11-6

Fig. 11-5

- Embrión humano: X-4.
- Corte: 74.2.1.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Cóndilo tibial externo.
- 3 :Rótula.
- 4 :Peroné.
- A :Menisco externo.
- AT :Arteria tibial anterior.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- TP :Nervio tibial posterior.
- S :Músculo sóleo.

Fig. 11-6

- Embrión humano: X-4.
- Corte: 74.3.3.
- 1 :Cóndilo femoral.
- 2 :Tibia.
- 4 :Peroné.
- B :Menisco interno.
- AP :Arteria poplítea.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- P :Músculo poplíteo.
- S :Músculo sóleo.

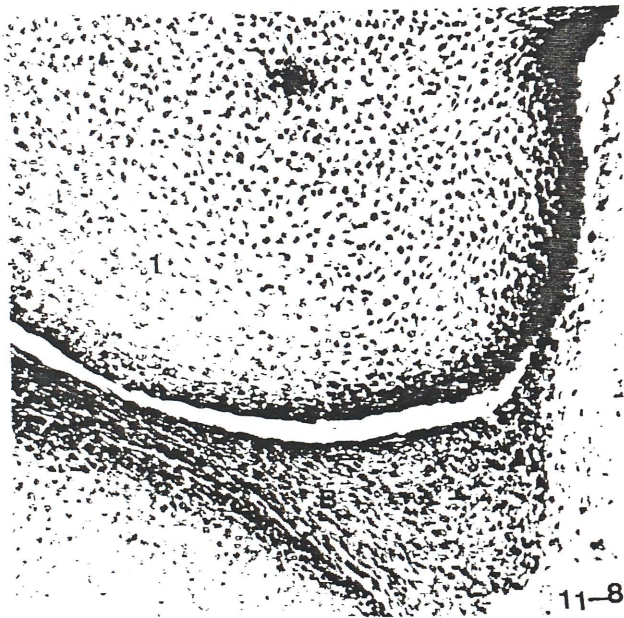
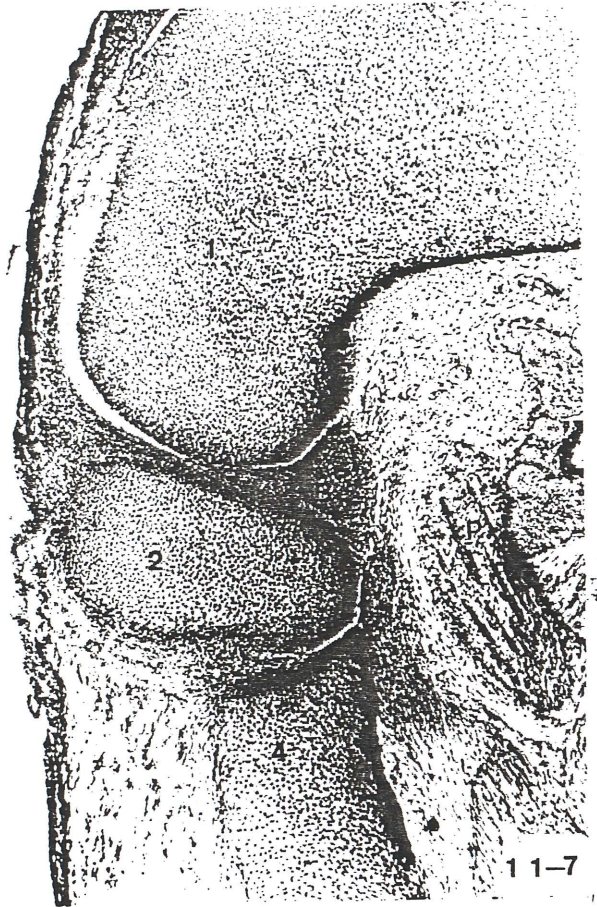
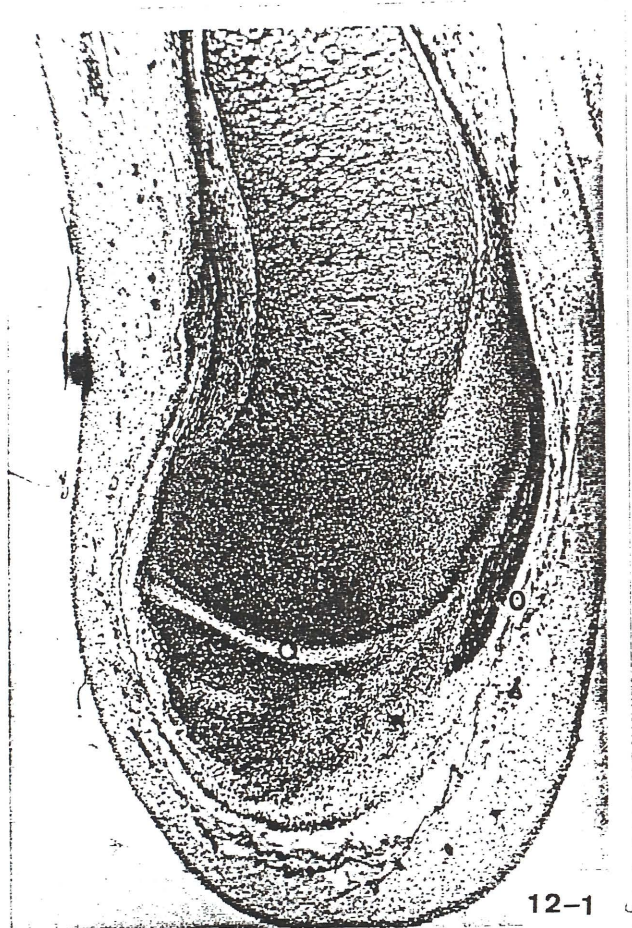


Fig. 11-7

- Embrión humano: X-4.
- Corte: 74.3.3.
- 1 :Cóndilo femoral.
- 2 :Tibia.
- 4 :Peroné.
- B :Menisco interno.
- P :Músculo poplíteo

Fig. 11-8

- Embrión humano: X-4.
- Corte: 75.1.3.
- 1 :Cóndilo femoral. Detalle.
- 2 :Tibia.
- B :Detalle del menisco interno.



12-1

Feto humano: R.I.-1.

Corte: 1.1.1.

1 :Cóndilo femoral interno.

Q :Cámara fémoro-tibial interna.

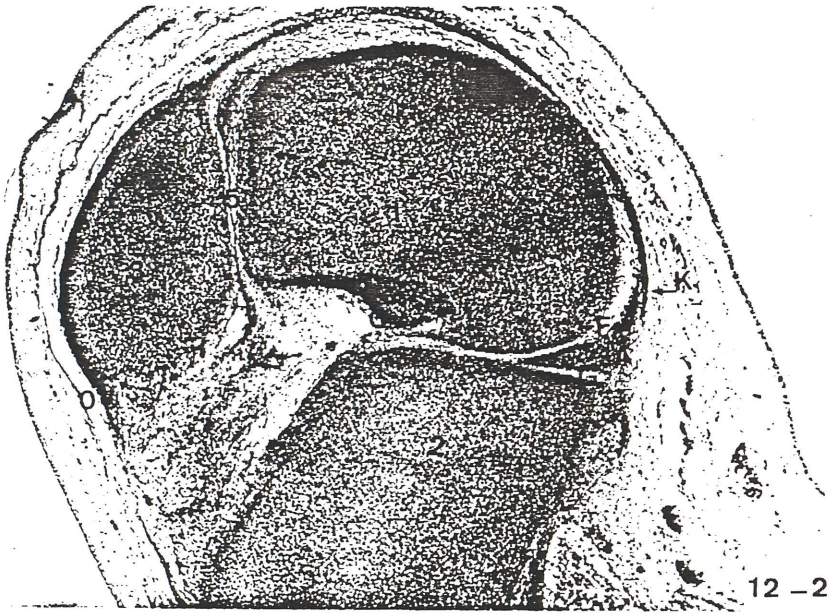
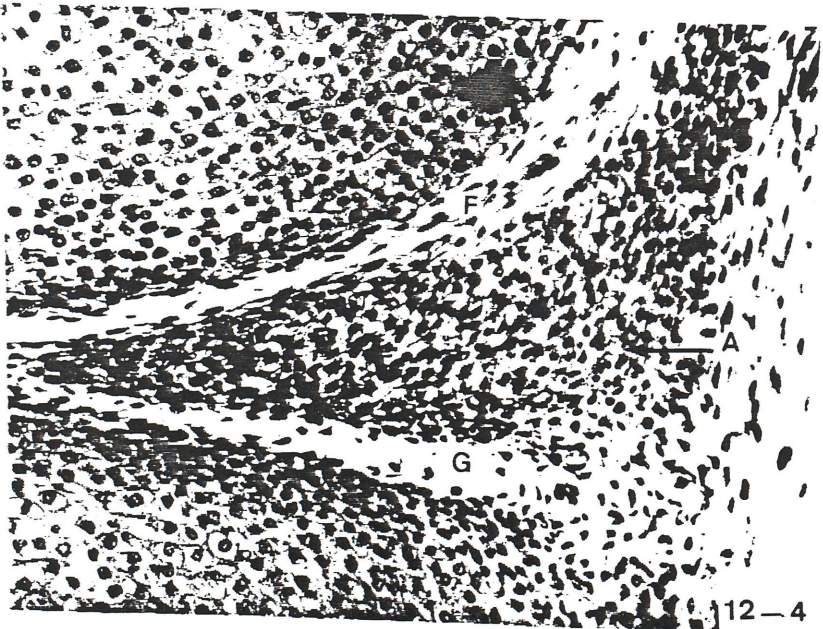


Fig. 12-2

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 3.1.3.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 5 :Pieza intermedia y cavidad
fémoro-rotuliana.
- 0 :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- K :Cápsula articular.



12-3



12-4

Fig. 12-3

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 3.1.3.
- A :Menisco externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- K :Cápsula articular.

Fig. 12-4

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 3.1.3.
- A :Detalle de menisco externo.
- F :Detalle de cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Detalle de cámara menisco-tibial externa.

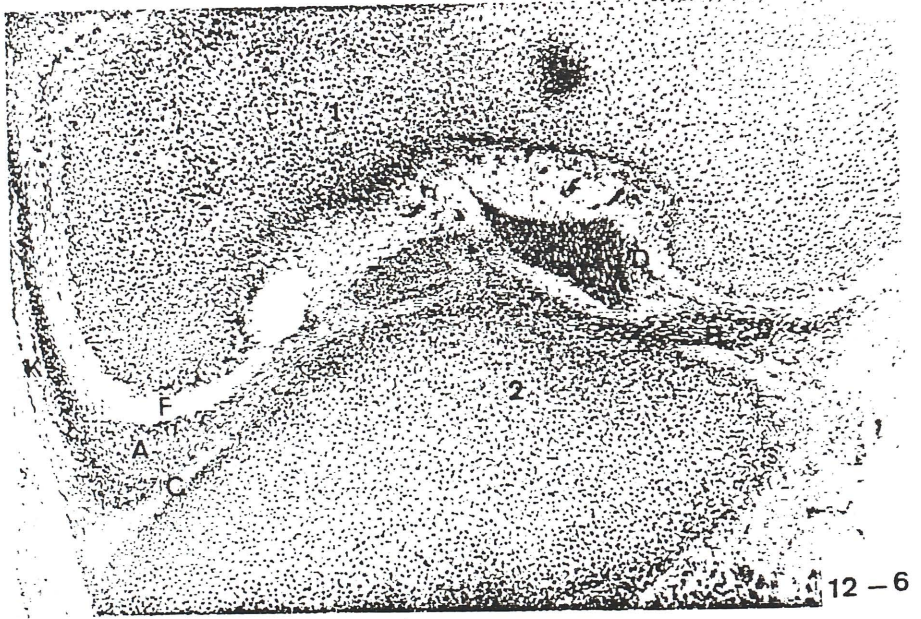
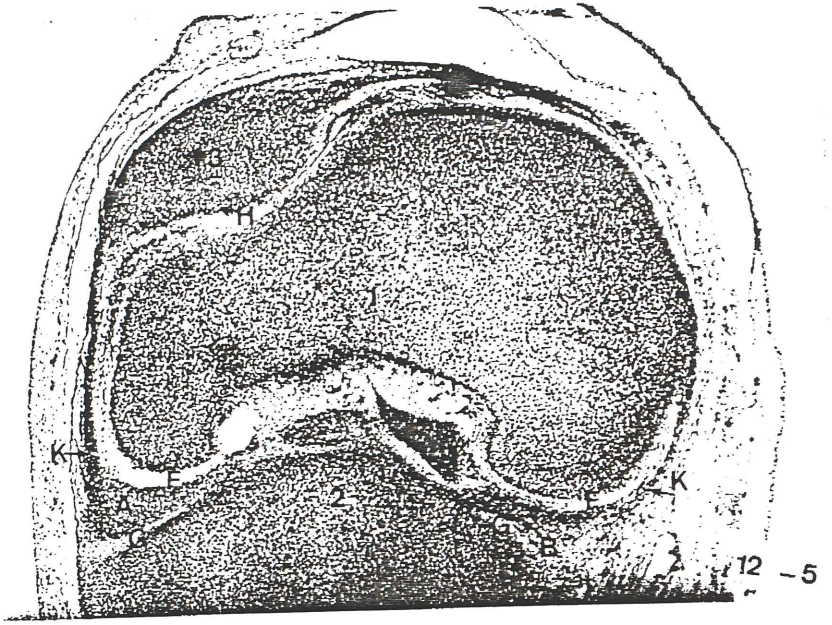


fig. 12-5

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 4.1.2.
- 1 :Epífisis distal femoral mostrando los
cóndilos y superficie intercondílica.
- 2 :Epífisis proximal de tibia.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- G :Cámaras menisco-tibiales.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- K :Cápsula articular.

Fig. 12-6

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 4.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal.
- G :Cámara menisco-tibial.
- K :Cápsula articular.

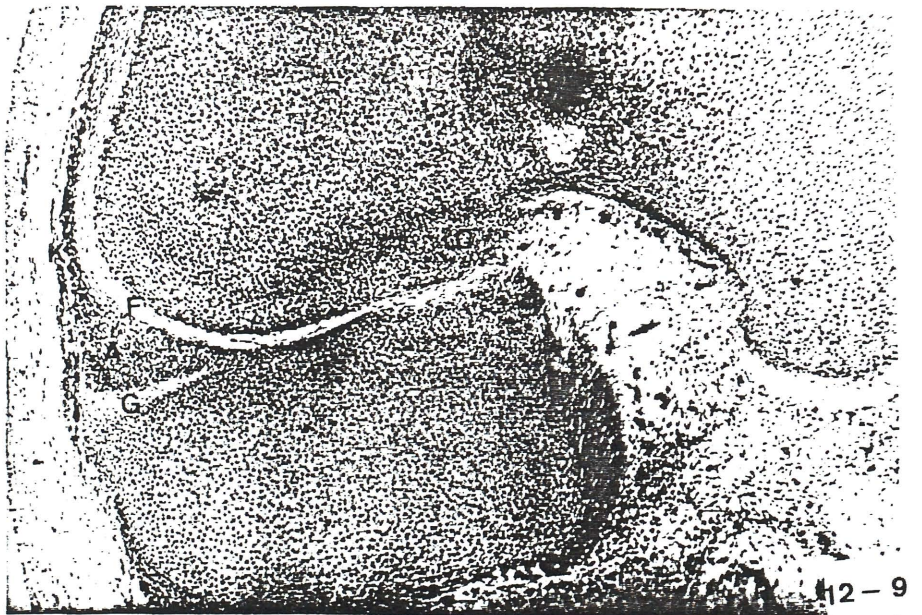
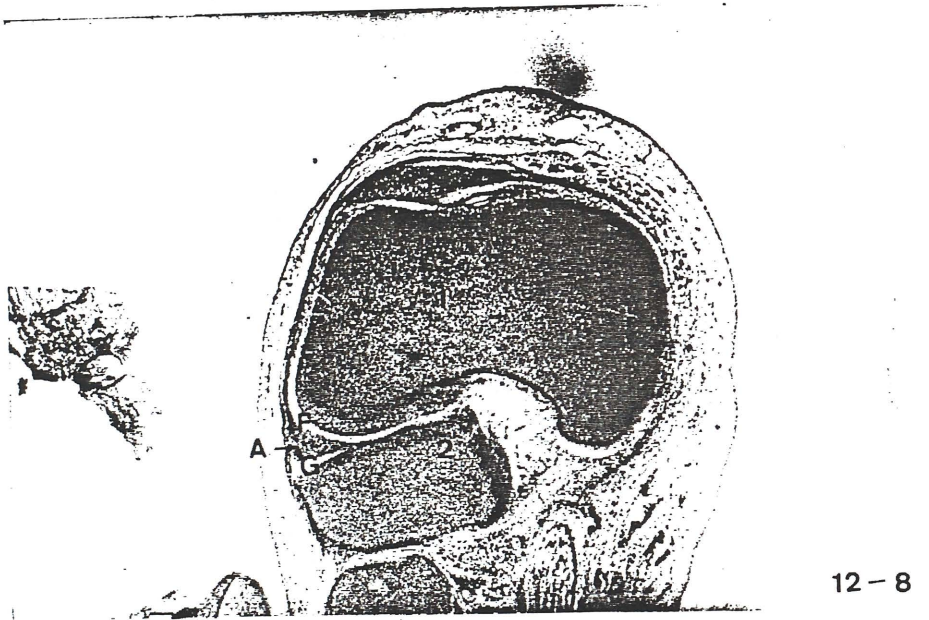
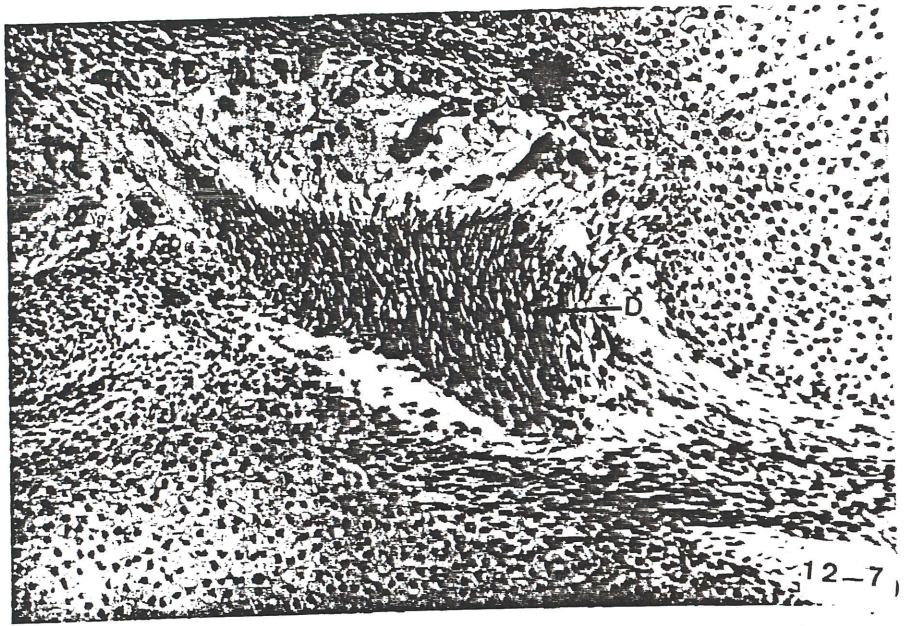


Fig. 12-7

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 4.1.2.
- D :Detalle de ligamento cruzado posterior.

Fig. 12-8

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 4.2.3.
- 1 :Epífisis distal del fémur.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- 3 :Rótula.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- A :Menisco externo.

Fig. 12-9

- Feto humano: R.I.-1.
- Corte: 4.2.3.
- A :Menisco externo.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- K :Cápsula articular.
- C :Ligamento cruzado anterior.

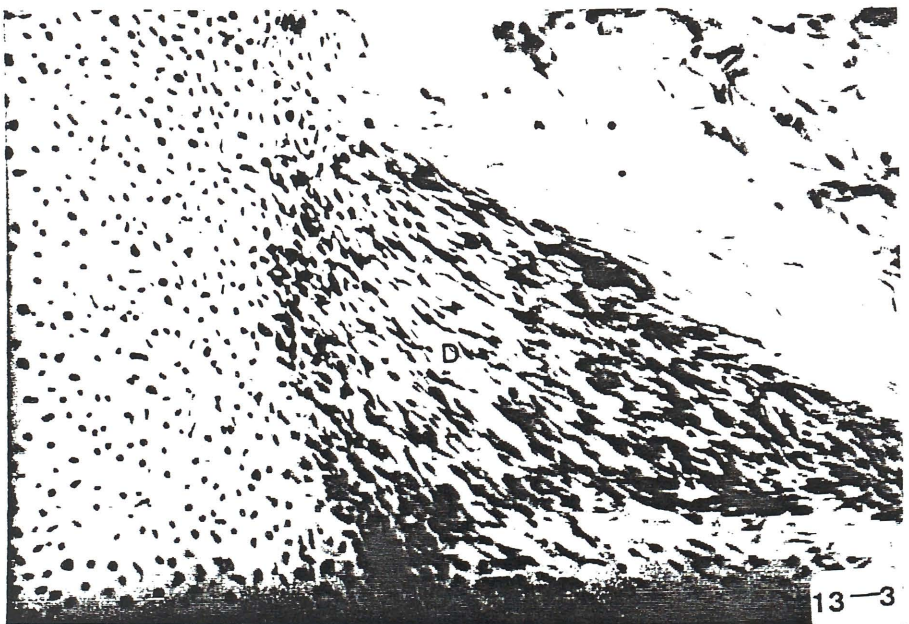
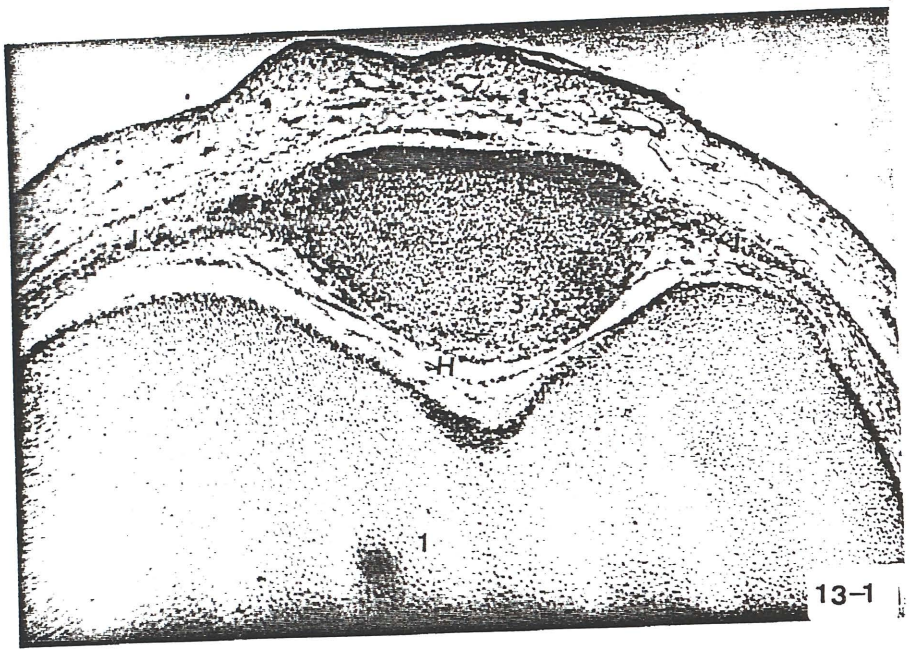


Fig. 13-1

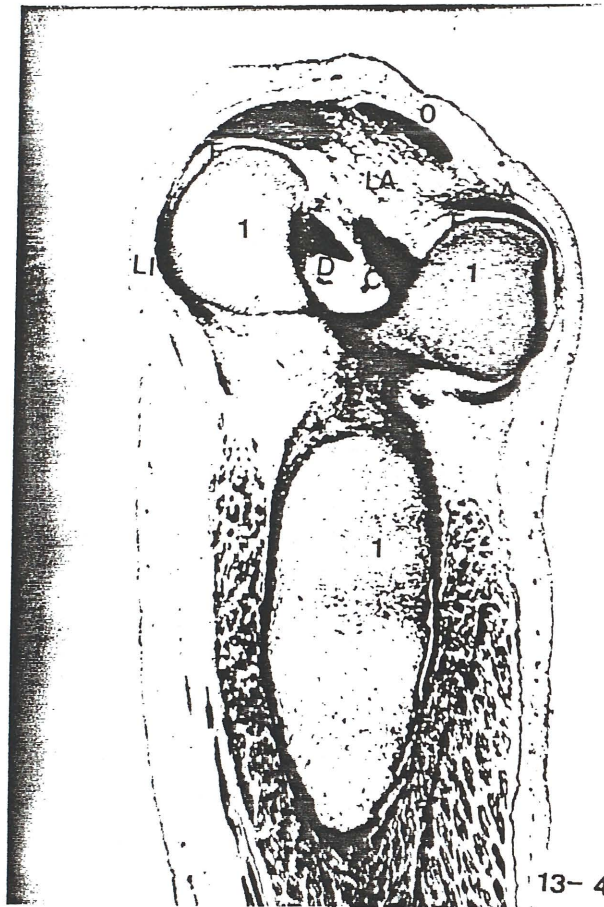
- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 37.1.4.
- 1 :Fémur.
- 3 :Rótula
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- J :Aletas de la rótula.

Fig. 13-2

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 33.2.6.
- 1 :Cóndilos femorales y fosa intercrural.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal.

Fig. 13-3

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 33.2.6.
- D :Detalle de la inserción en cóndilo femoral interno del ligamento cruzado posterior.



13-4



13-5

Fig. 13-4

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 32.2.4.
- 1 :Cóndilos y diáfisis femorales.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- LA :Ligamento adiposo.
- LI :Ligamento lateral interno.
- O :Ligamento rotuliano.

Fig. 13-5

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 34.2.4.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- LA :Ligamento adiposo.
- LI :Ligamento lateral interno.

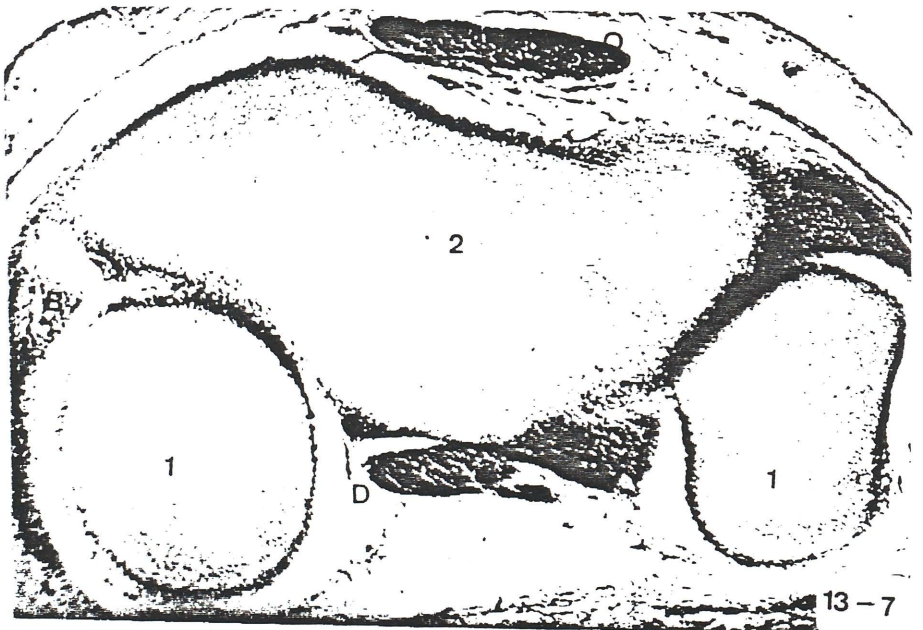


Fig. 13-6

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 33.2.2.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Tibia.
- O :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- LA :Ligamento adiposo.
- LI :Ligamento lateral interno.

Fig. 13-7

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 35.2.2.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Tibia.
- O :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.

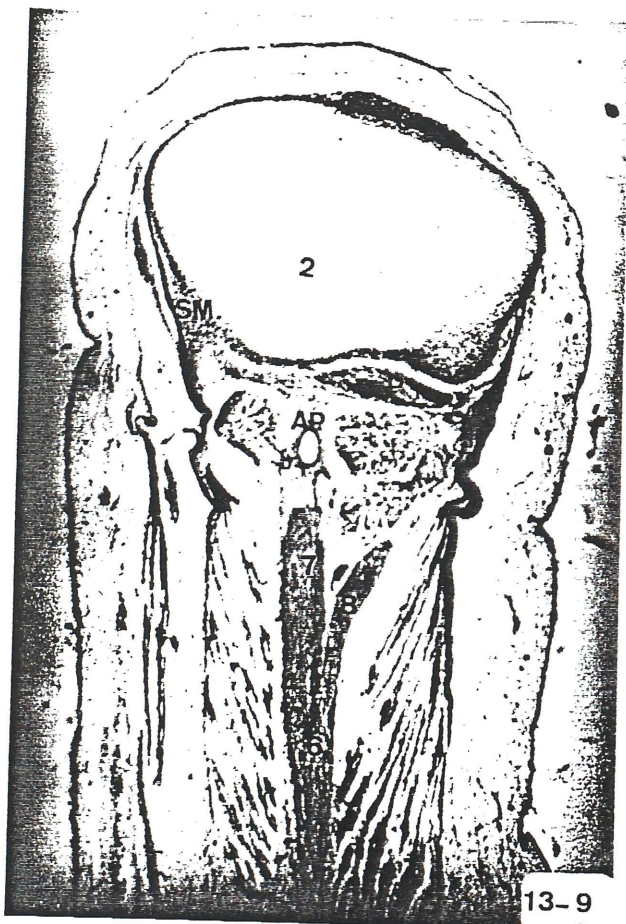
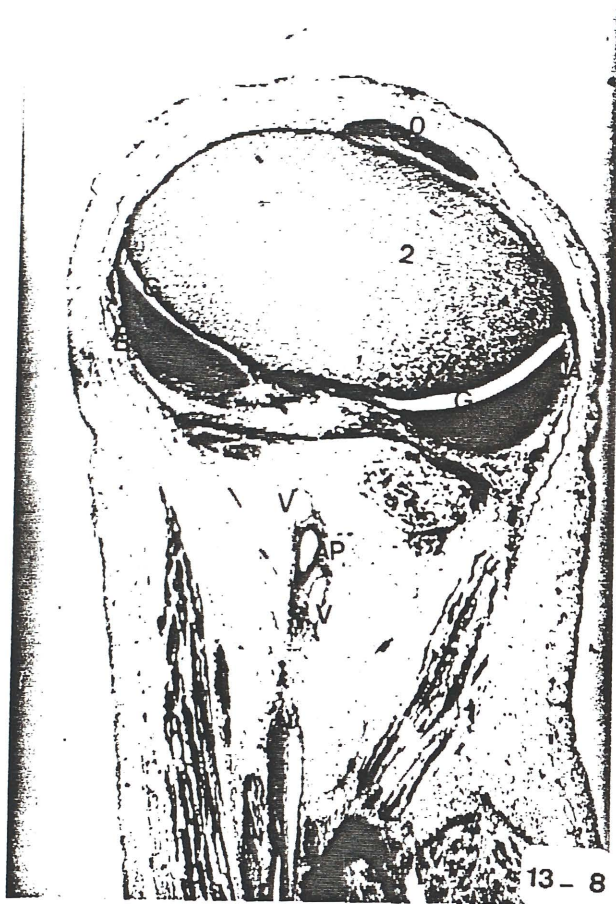


Fig. 13-8

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 34.1.6.
- 2 :Tibia.
- O :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- G :Cámaras menisco-tibiales.
- V :Vena poplítea.
- AP :Arteria poplítea.

Fig. 13-9

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 33.1.3.
- 2 :Tibia.
- 6 :Nervio ciático.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- O :Tendón rotuliano.
- AP :Arteria poplítea.
- P :Músculo poplíteo.
- SM :Tendón del músculo semimembranoso.

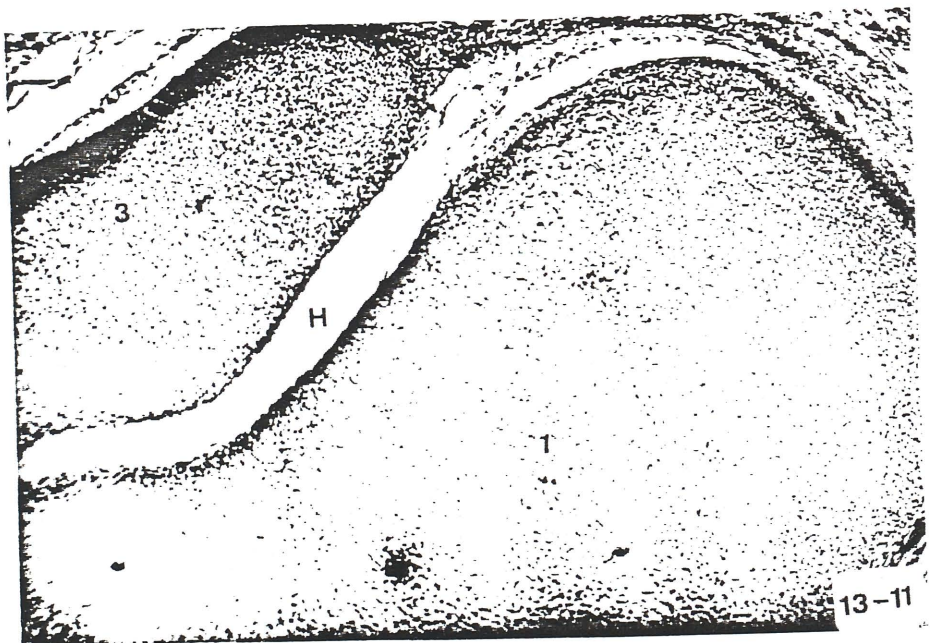
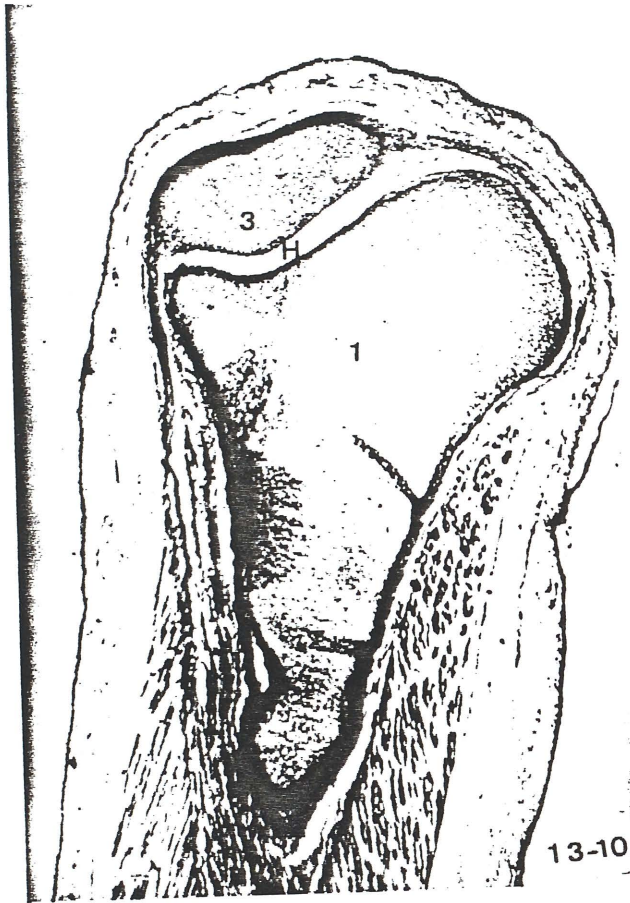


fig13-10

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 30.1.7.
- 1 :Fémur.
- 3 :Rótula.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.

fig. 13-11

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 30.1.7.
- 1 :Detalle del fémur.
- 3 :Rótula.
- H :Cámara fémoro-rotuliana. detalle a mayor aumento.

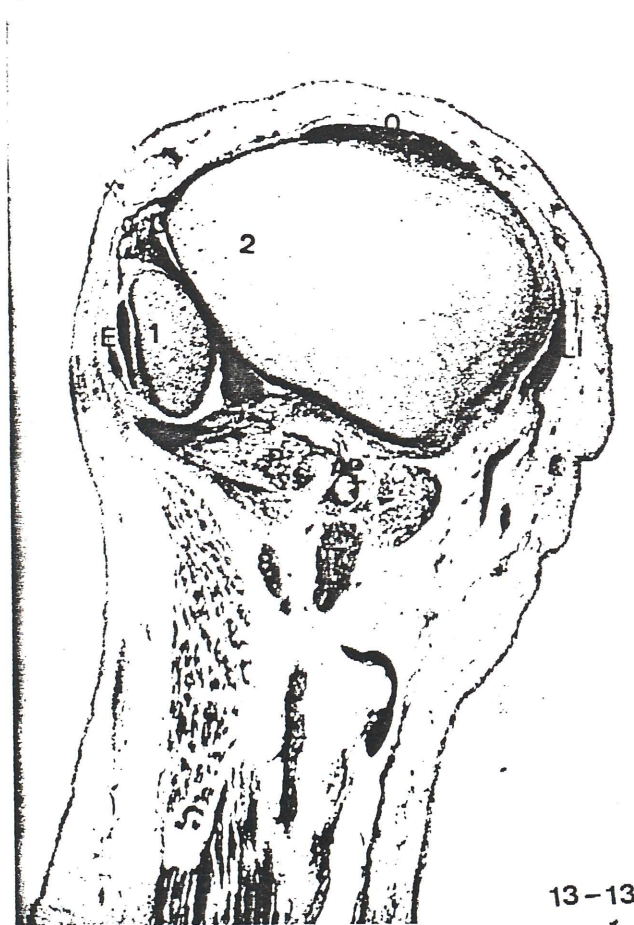
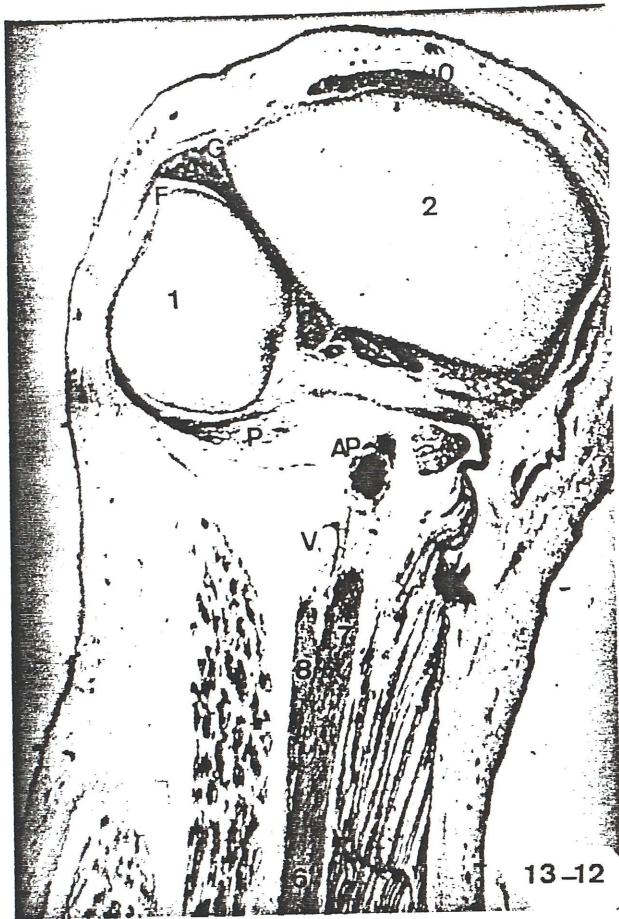


Fig. 13-12

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 25.1.6.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 6 :Tronco del nervio ciático.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- 0 :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- LI :Ligamento lateral interno.
- P :Músculo poplíteo.
- AP :Arteria poplíteo.
- V :Vena poplíteo.

Fig. 13-13

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 23.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- 0 :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- E :Ligamento lateral externo.
- LI :Ligamento lateral interno.
- AP :Arteria poplíteo.

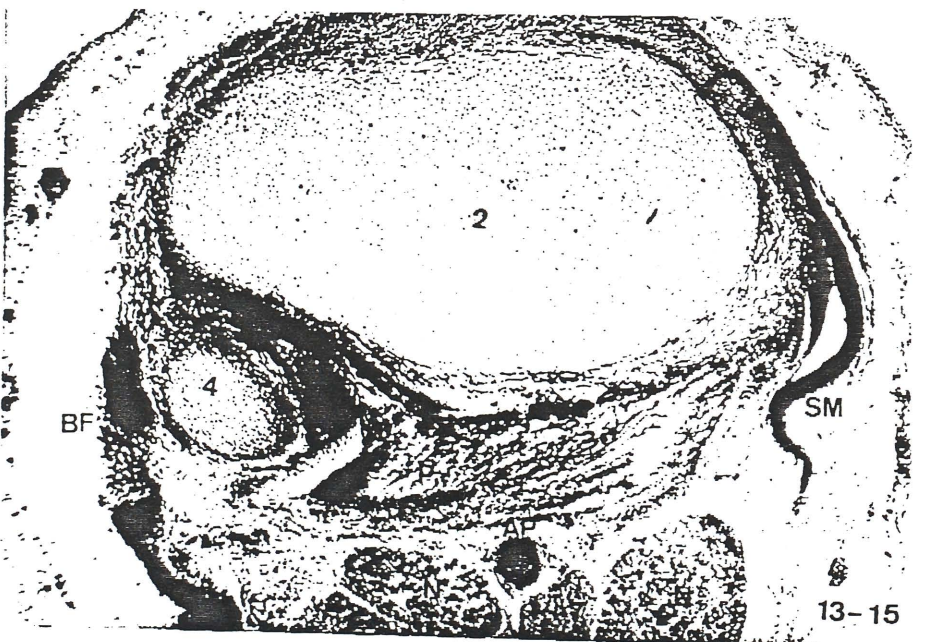


Fig. 13-14

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 22.2.7.
- 2 :Tibia.
- E :Ligamento lateral interno.
- P :Músculo poplíteo..
- AP :Arteria poplítea.

Fig. 13-15

- Feto humano: G.V.-3.
- Corte: 22.2.6.
- 2 :Tibia.
- 4 :Peroné
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- BF :Tendón del músculo biceps femoral.
- N :Músculo gemelo
- AP :Arteria poplítea.
- P :Músculo poplíteo.
- SM :Tendón del músculo semimembranoso.

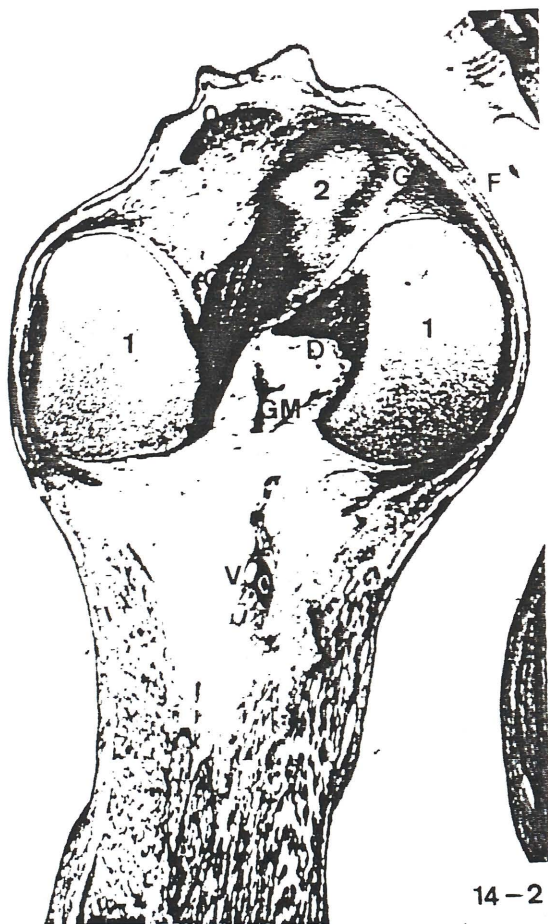
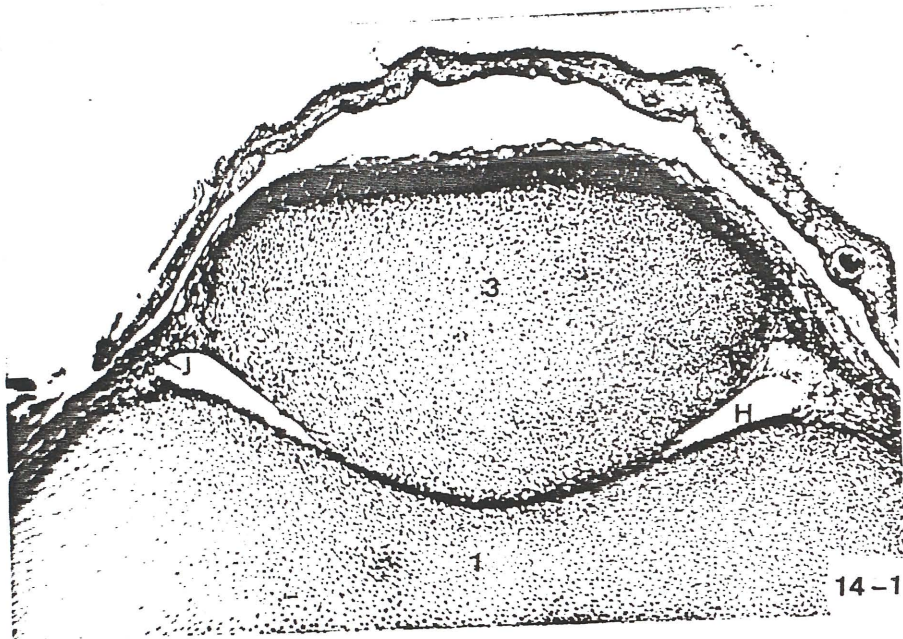


Fig. 14-1

- Feto humano: A.M.-1.
- Corte: 52.2.1.
- 1 :Fémur ofreciendo su cara rotuliana.
- 3 :Cara superior de la rótula.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- J :Aletas de la rótula.

Fig. 14-2

- Feto humano: A.M.-1.
- Corte: 64.2.1.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Tibia.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal.
- G :Cámara menisco-tibial.
- O :Tendón rotuliano.
- GM :Arteria genu media.
- V :Vasos poplíteos.

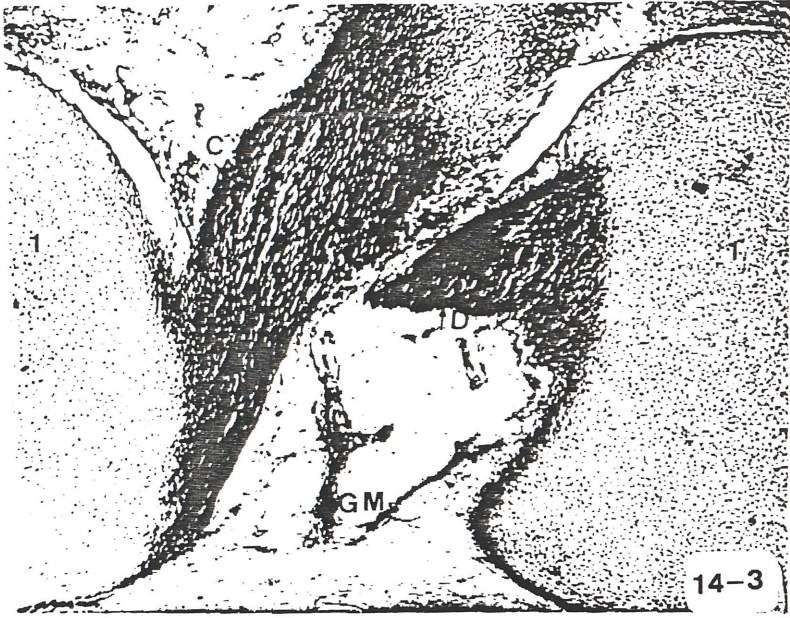
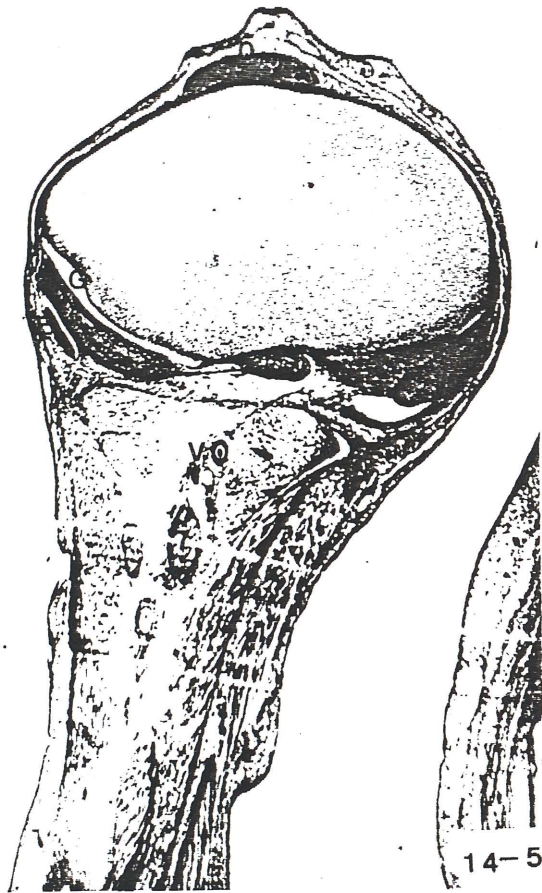


Fig. 14-3

- Feto humano: A.M.-1.
- Corte: 64.2.1.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- GM :Arteria genu media en plena fosa intercrural, dando ramas para los ligamentos cruzados.

Fig. 14-4

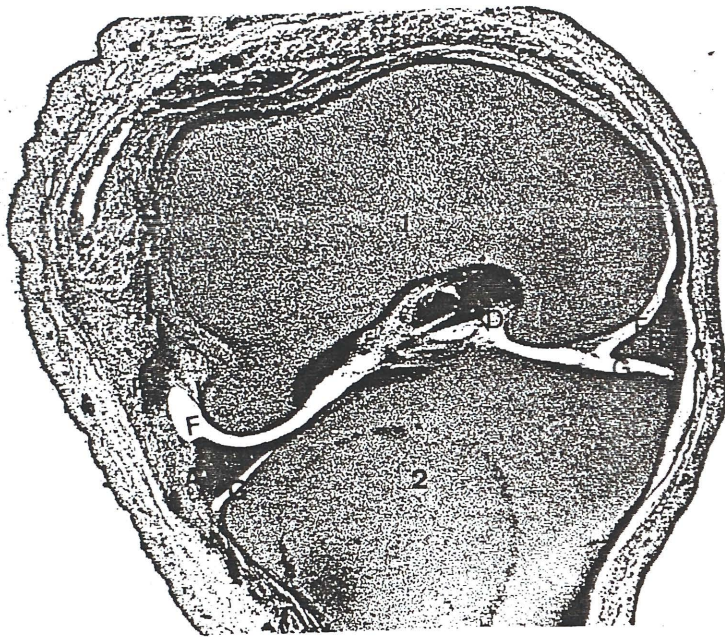
- Feto humano: A.M.-1.
- Corte: 67.2.1.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 2 :Meseta tibial.
- O :Tendón rotuliano.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- G :Cámaras menisco-tibiales.



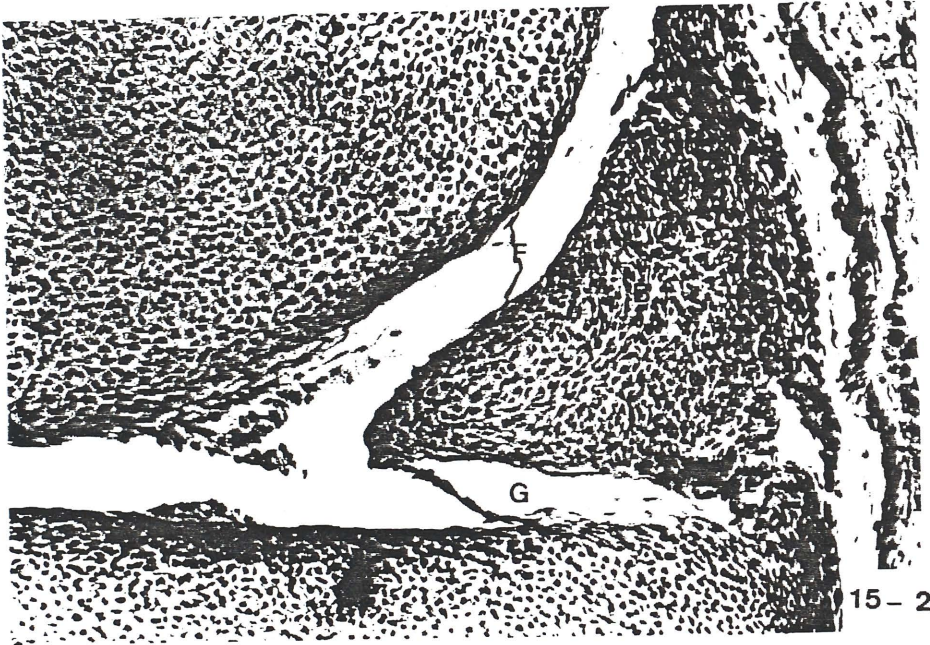
14-5

Fig. 14-5.

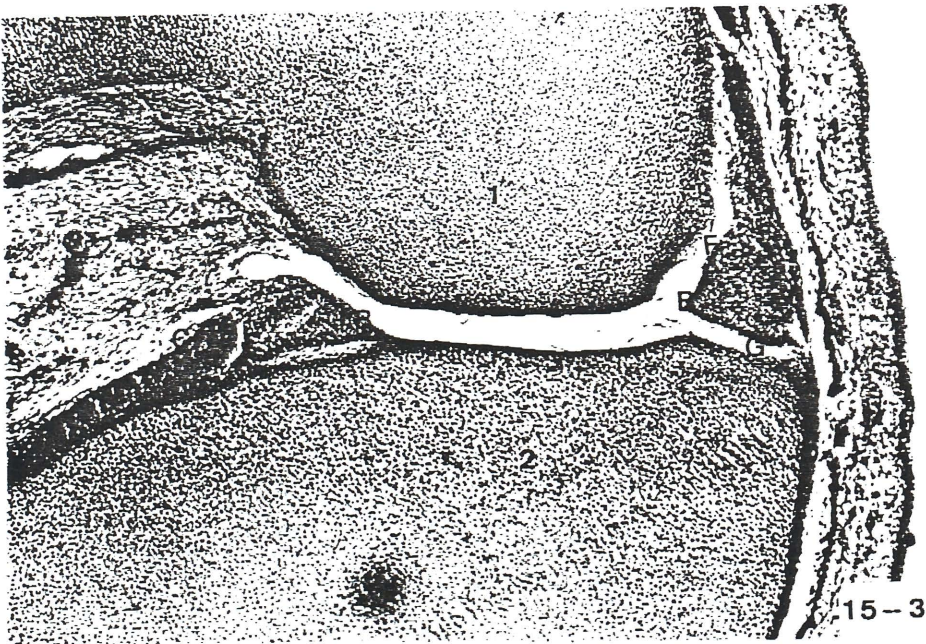
- Feto humano: A.M.-1.
- Corte: 70.1.2.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- O :Tendón rotuliano.
- E :Ligamento lateral externo.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- V :Vasos poplíteos.



15-1



15-2



15-3

Fig. 15-1

- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 2.1.1.
- 1 :Epífisis distal femoral.
- 2 :Epífisis proximal de la tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- G :Cámaras menisco-tibiales.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- P :Músculo poplíteo.

Fig. 15-2

- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 2.1.1.
- B :Detalle del menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.

Fig. 15-3

- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 7.1.2.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Cavidad glenoidea interna de la tibia.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.

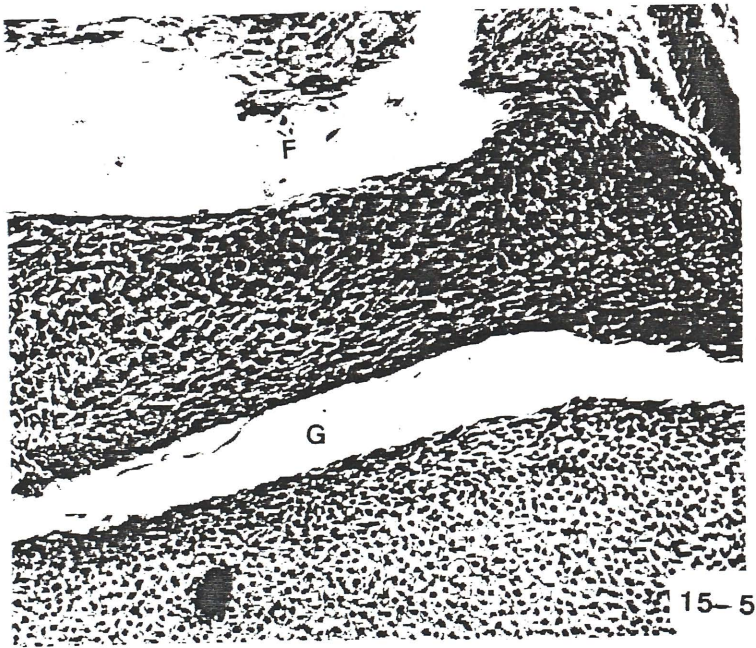
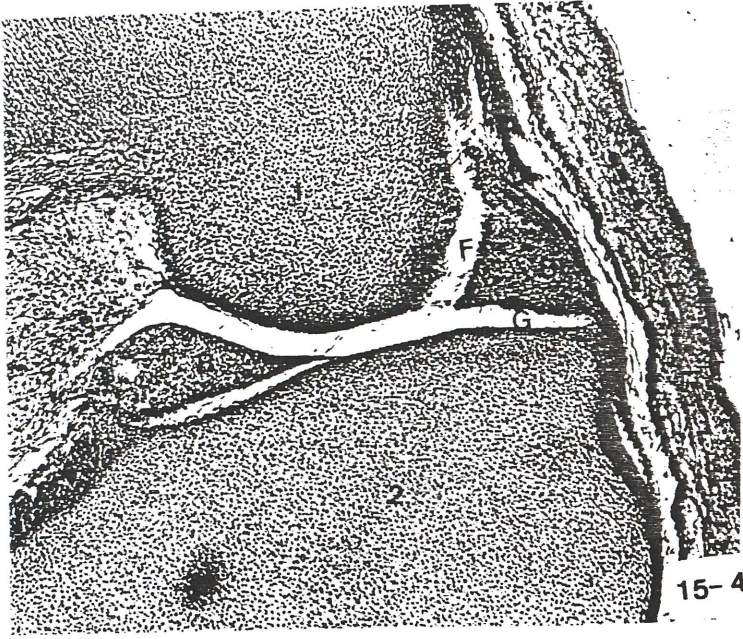


Fig. 15-4

- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 15.1.1.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Cavidad glenoidea interna de la tibia.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.

fig. 15-5

- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 15.1.3.
- F :Detalle de cámara fémoro-meniscal, con algunos tractos conjuntivos producto de la deslaminación.
- G :Detalle de la cámara menisco-tibial.

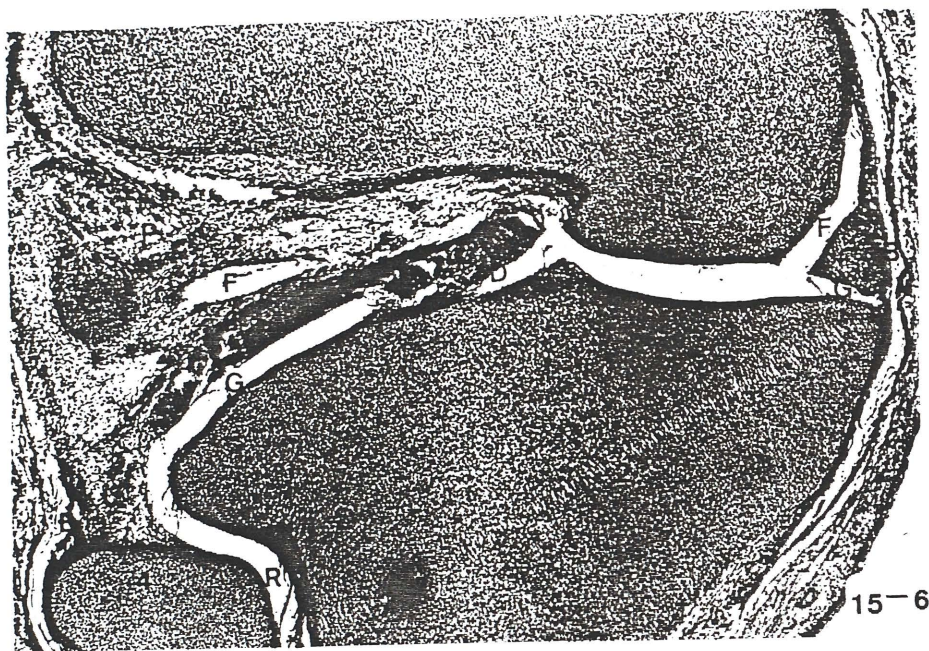
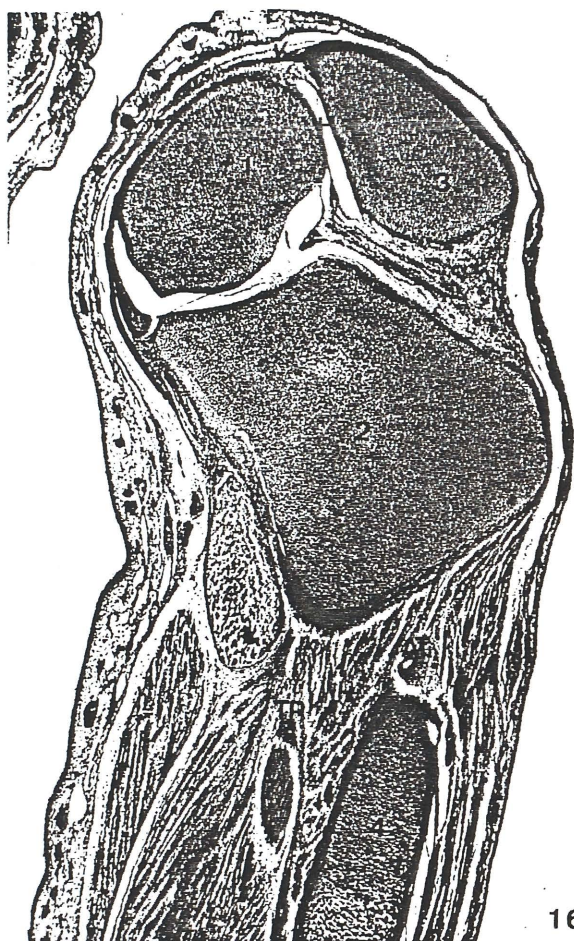


Fig. 15-6

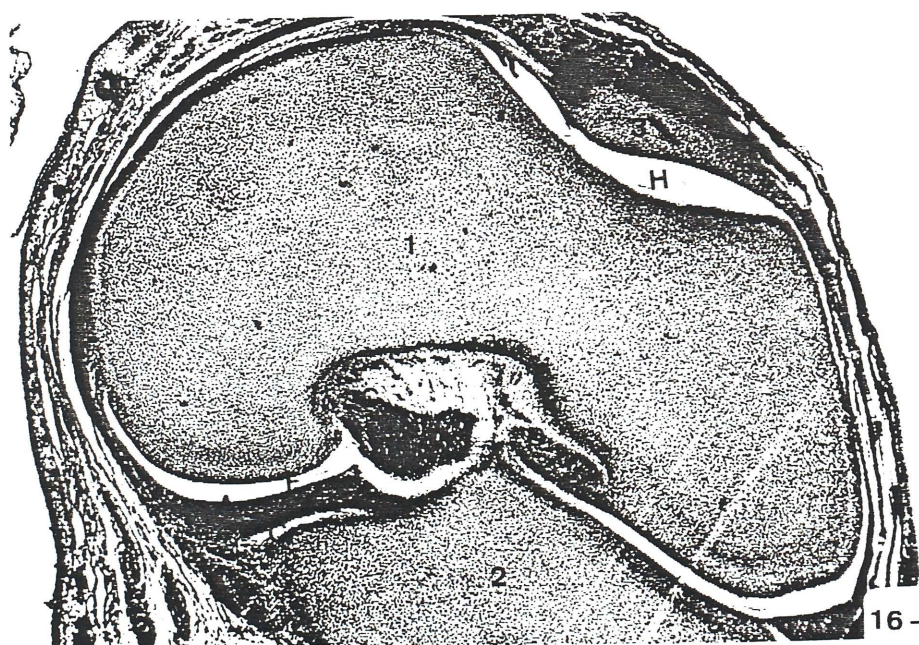
- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 3.1.2.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia con cavidades glenoideas.
- 4 :Peroné.
- A :Menisco externo.
- F :Cámaras fémoro-meniscales.
- G :Cámaras menisco-tibiales.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- E :Ligamento lateral externo.
- P :Músculo poplíteo.
- R :Cámara articular tibio-peronea-proximal.

Fig. 15-7

- Feto humano: G.V.-1.
- Corte: 11.1.1.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Cavidad glenoidea
- A :Menisco externo.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.



16-1



16-2

Fig. 16-1

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 32.1.1.
- 1 :Fémur. Cóndilo interno.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 4 :Peroné.
- B :menisco interno.
- 9 :Tendón de inserción del músculo
cuádriceps femoral.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- 7 :Nervio ciático-poplíteo interno.
- TP :Arteria tibio-peronea.
- AT :Arteria tibial anterior.

Fig. 16-2

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 35.1.3.
- 1 :Cóndilos femorales y fosa intercrural.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- J :Aletas de la rótula.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.

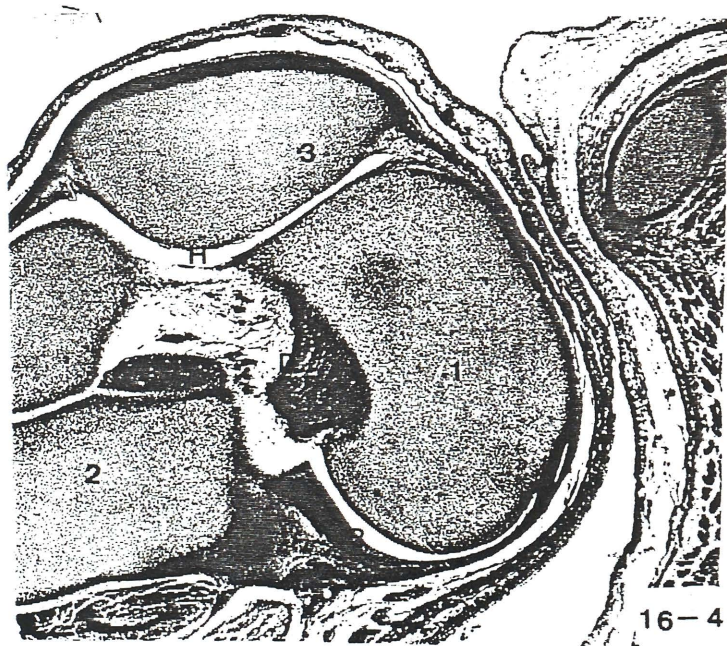
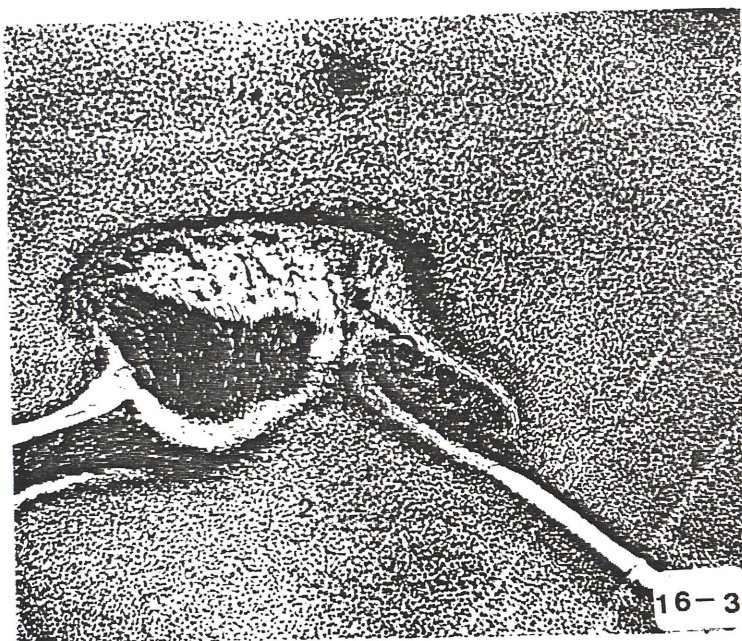


Fig. 16-3

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 35.1.3.
- 1 :Cóndilos y fosa intercrural femoral.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externa.
- C :Inserción de ligamento cruzado anterior.
- D :Inserción de ligamento cruzado posterior
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.

Fig. 16-4

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 50.1.3.
- 1 :Cóndilos femorales
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- J :Aleta de la rótula.

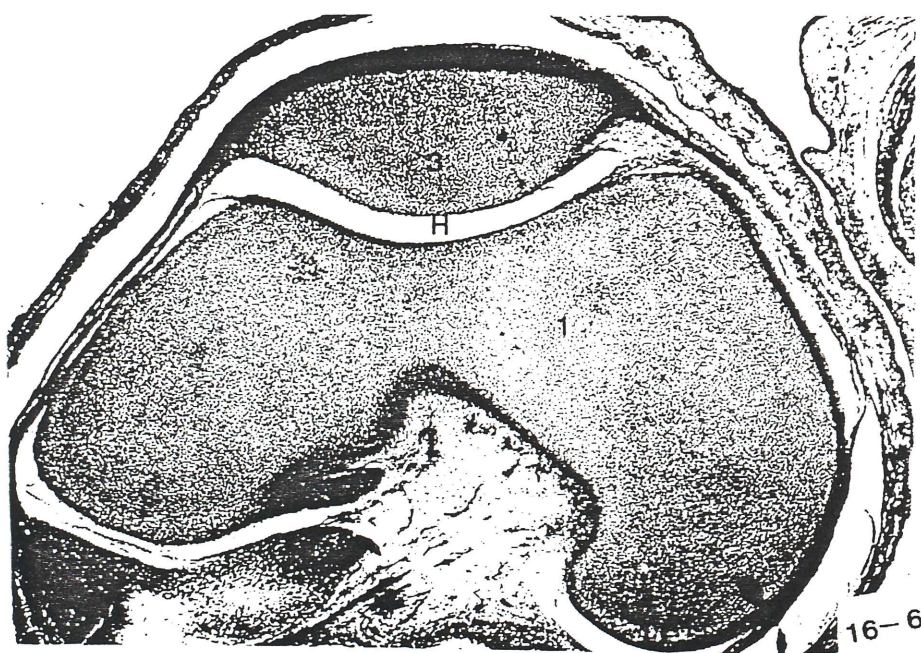
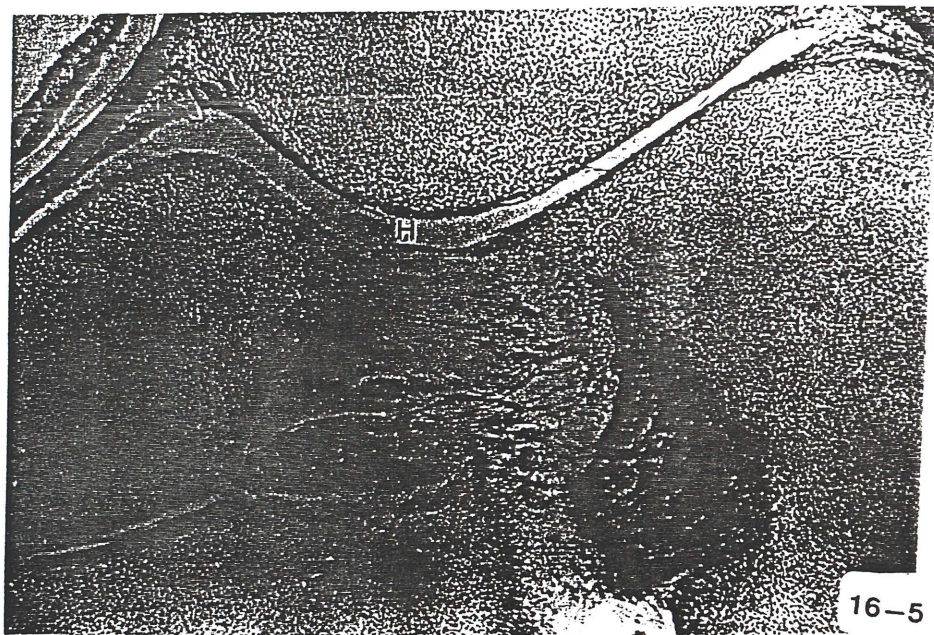


Fig. 16-5

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 50.1.3.
- 1 :Cóndilos femorales.
- 3 :Rótula.
- C :Detalle ligamento cruzado anterior.
- D :Detalle ligamento cruzado posterior.
- H :Cámara articular fémoro-rotuliana.
- J :Aleta rotuliana.

Fig. 16-6

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 52.1.1.
- 1 :Fémur. Cóndilos fosa intercondílica y cara rotuliana.
- 3 :Rótula.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- J :Aletas de la rótula.

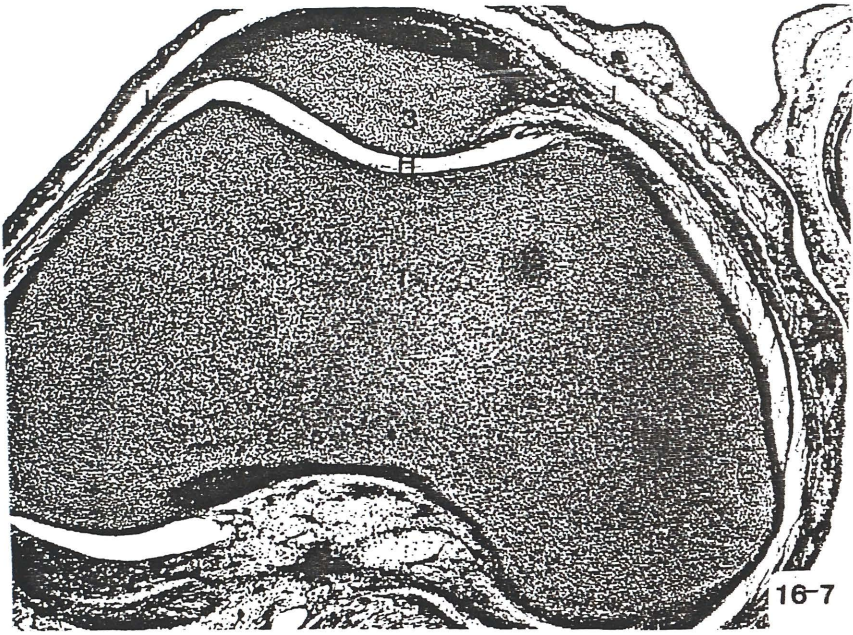
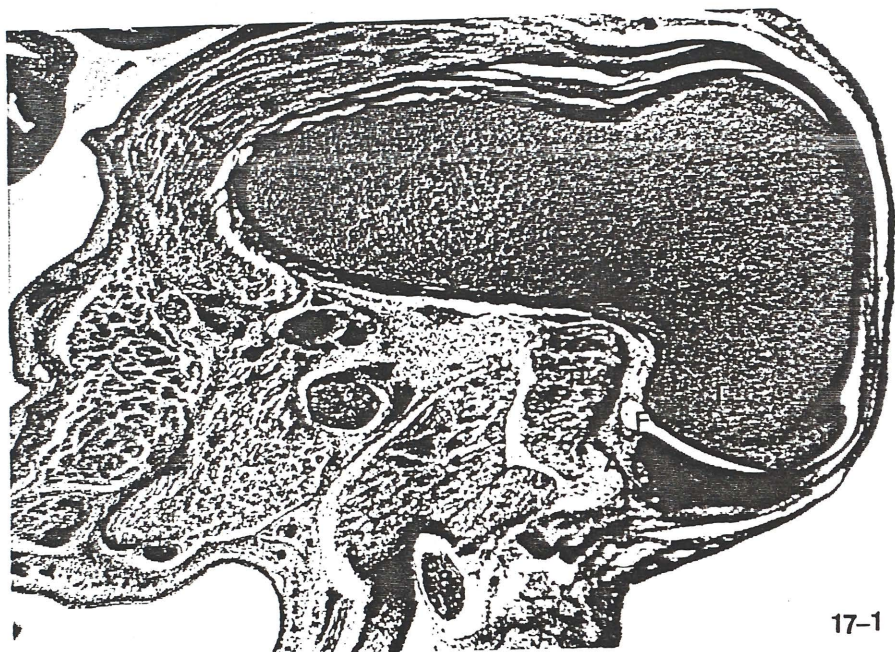


Fig. 16-7

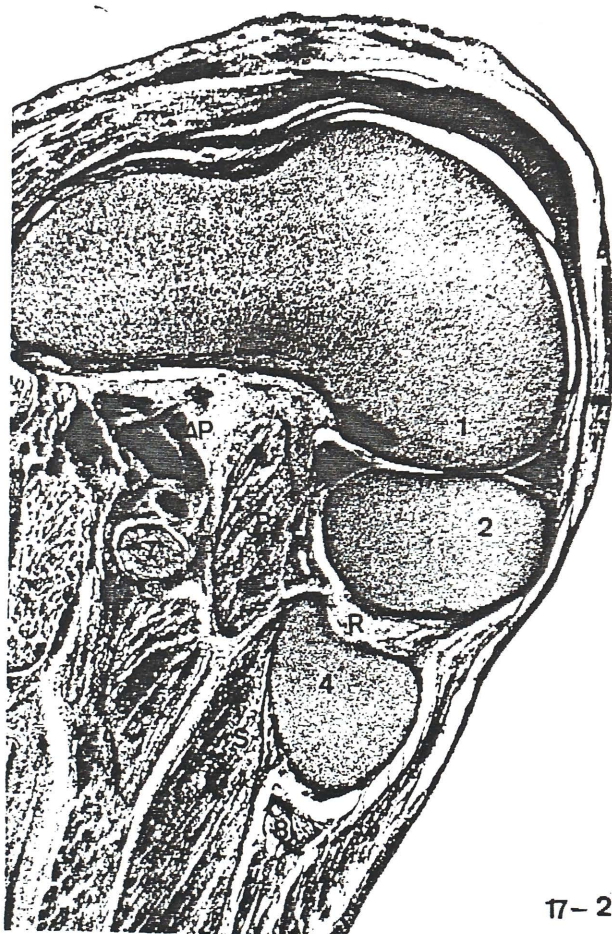
- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 52.1.4.
- 1 :Fémur. Epífisis distal.
- 3 :Rótula.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- J :Aletas de la rótula.

Fig. 16-8

- Feto humano: M.A.-3.
- Corte: 52.1.4.
- 1 :Fémur.
- 3 :Rótula.
- H :Detalle de la cámara fémoro-rotuliana.
- J :Detalle de la aleta rotuliana.



17-1



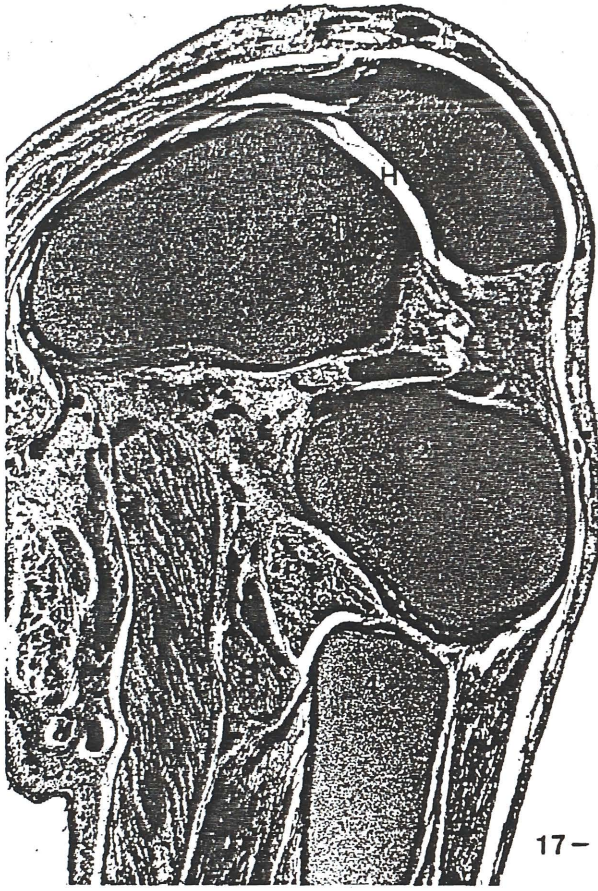
17-2

Fig. 17-1

- Feto humano: X-8.
- Corte: 1.1.2.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- A :Menisco externo.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- AP :Arteria poplítea.

Fig. 17-2

- Feto humano: X-8.
- Corte: 7.1.3.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Tibia.
- 4 :Epífisis proximal del peroné.
- A :Menisco externo. Cuernos anterior y posterior.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- R :Cámara y articulación tibio-peronea proximal.
- AP :Arteria poplítea.
- P :Músculo poplíteo.
- S :Músculo sóleo.



17-3



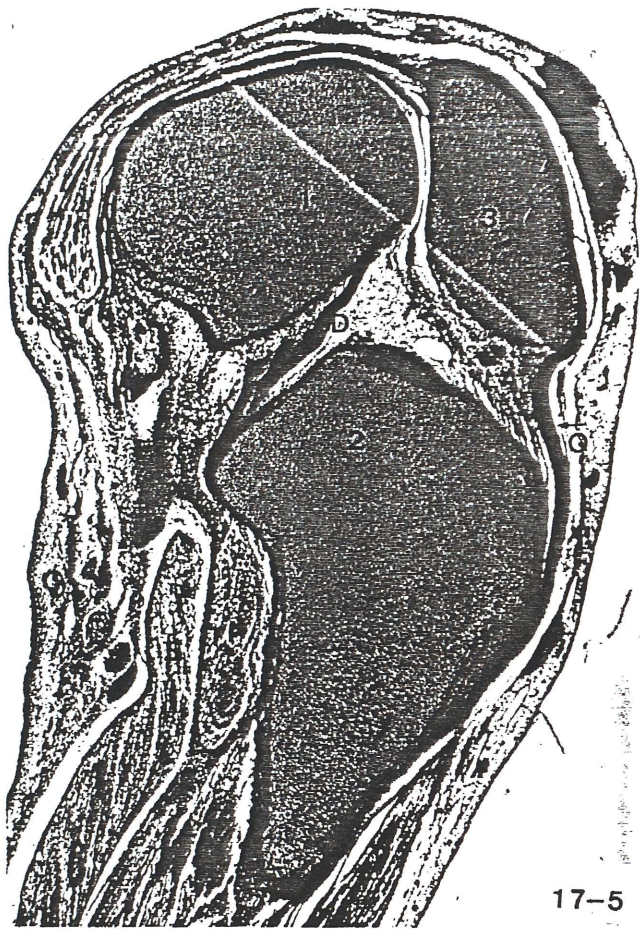
17-4

Fig. 17-3

- Feto humano: X-8.
- Corte: 13.1.3.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 4 :Peroné.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- A :Menisco externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- AP :Arteria poplítea.
- LA :Ligamento adiposo.

Fig. 17-4

- Feto humano: X-8.
- Corte: 13.1.3.
- 1 :Fémur.Cóndilo externo.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.
- LA :Ligamento adiposo.



17-5



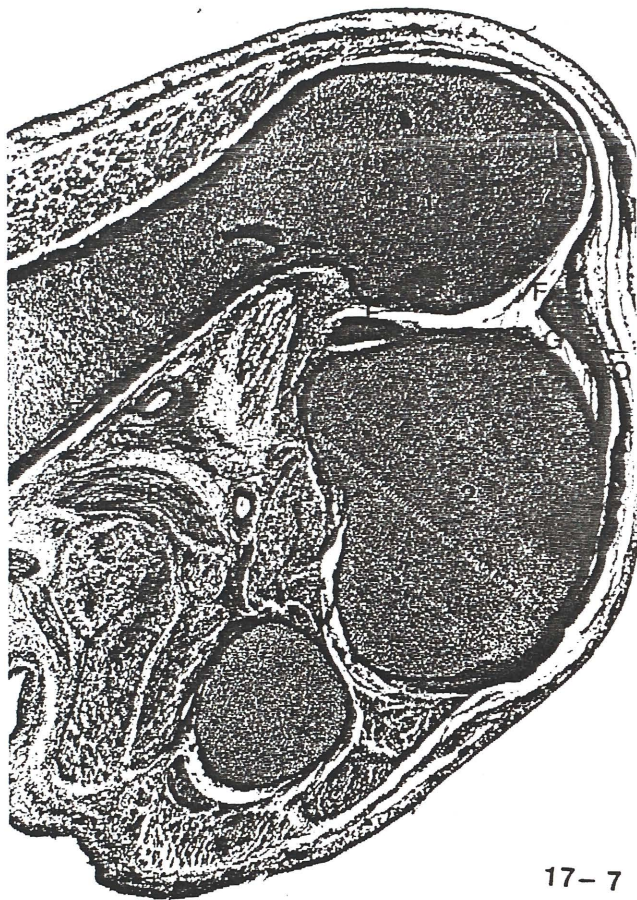
17-6

Fig. 17-5

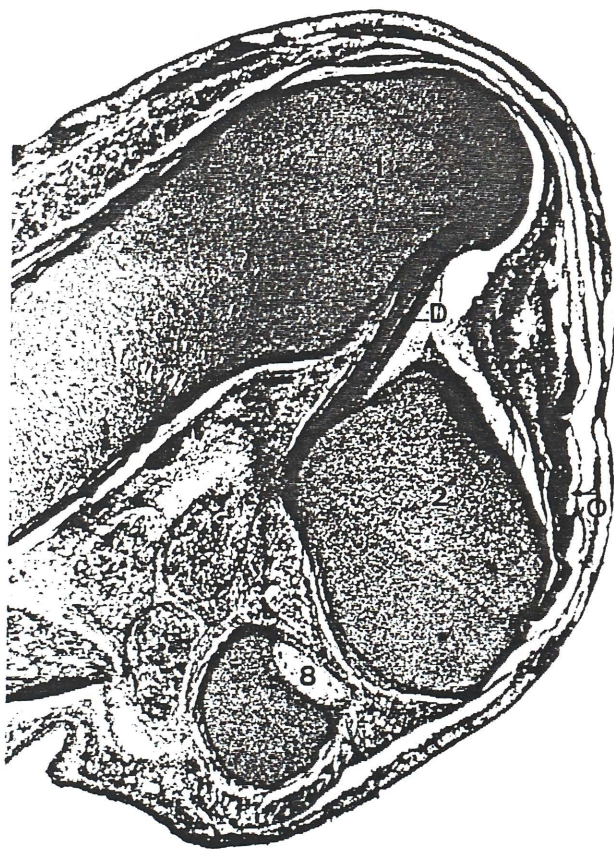
- Feto humano: X-8.
- Corte: 22.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- O :Tendón rotuliano.
- K :Margen posterior de cápsula articular.
- GM :Arteria genu media.
- TP :Músculo tibial posterior.
- LA :Ligamento adiposo.
- S :Músculo sóleo

Fig. 17-6

- Feto humano: X-8.
- Corte: 22.1.2.
- K :Detalle de margen posterior de cápsula articular.
- D :Ligamento cruzado posterior.



17-7



17-8

Fig. 17-7

- Feto humano: X-8.
- Corte: 55.1.3.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- O :Tendón rotuliano.
- 8 : Nervio ciático poplíteo externo.
- P : Músculo poplíteo.

Fig. 17-8

- Feto humano: X-8.
- Corte: 61.1.3.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- O :Tendón rotuliano.
- 8 : Nervio ciático poplíteo externo.

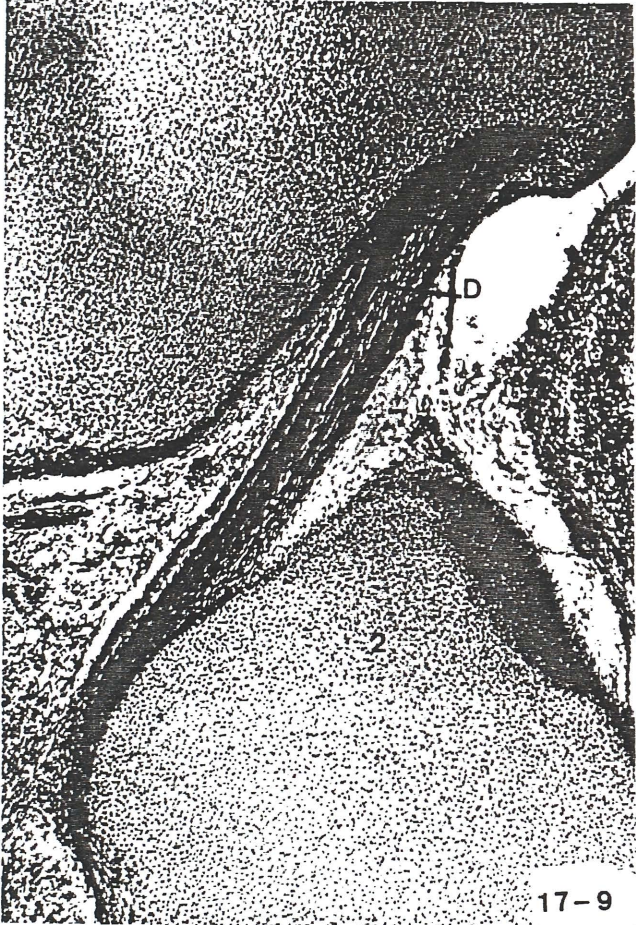
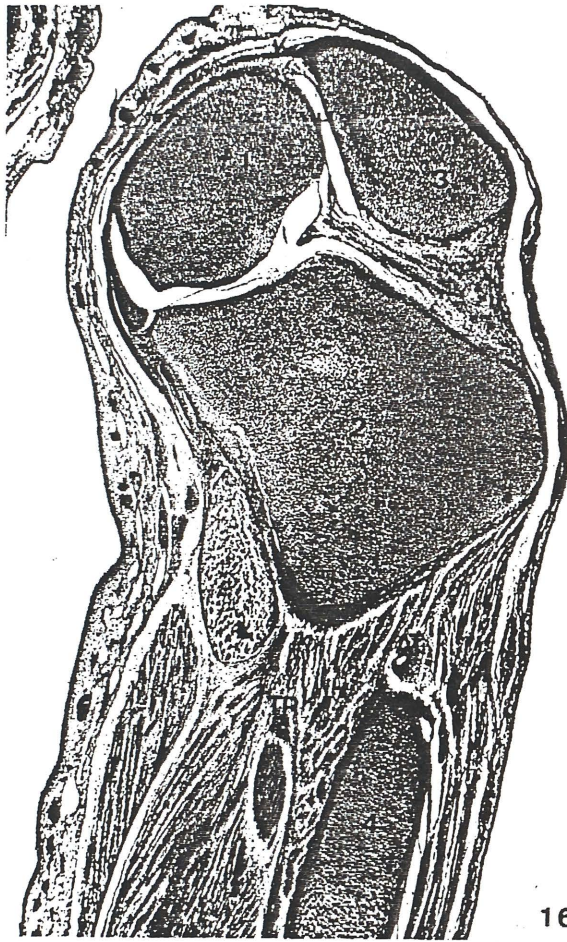
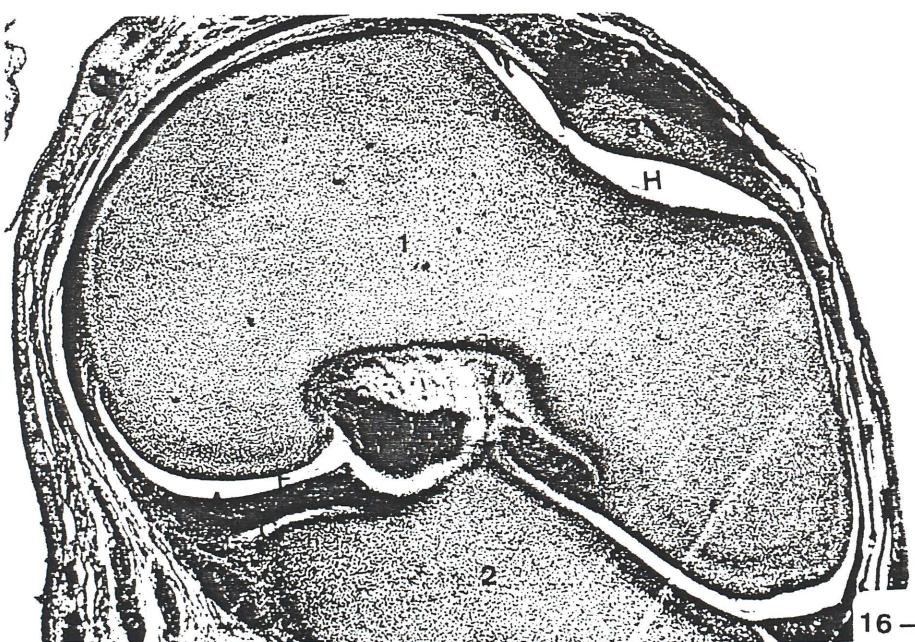


Fig. 17-9

- Feto humano: X-8.
- Corte: 61.1.3.
- D :Detalle del ligamento cruzado posterior.



16-1



16-2

Fig. 17-10

- Feto humano: X-8.
- Corte: 70-1.2.
- 1 : Fémur.
- 2 : Tibia.
- 3 : Rótula.
- A : Cuerno posterior del menisco externo.
- C : Ligamento cruzado anterior.
- K : Cápsula articular.
- P : Músculo poplíteo.

Fig. 17-11

- Feto humano: X-8.
- Corte: 70-1.2.
- A : Detalle de cuerno posterior del menisco externo.
- C : Detalle de ligamento cruzado anterior.
- F : Cámara fémoro-meniscal externa.
- G : Cámara menisco-tibial externa.
- P : Músculo poplíteo.

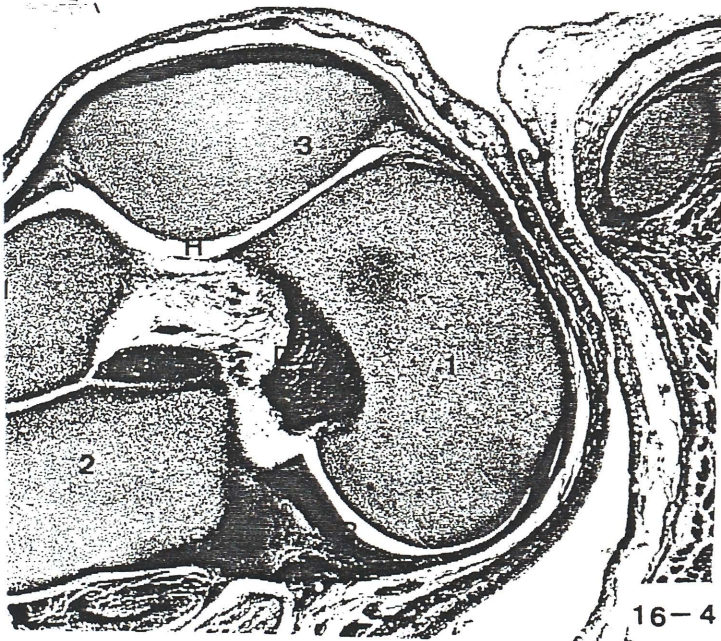
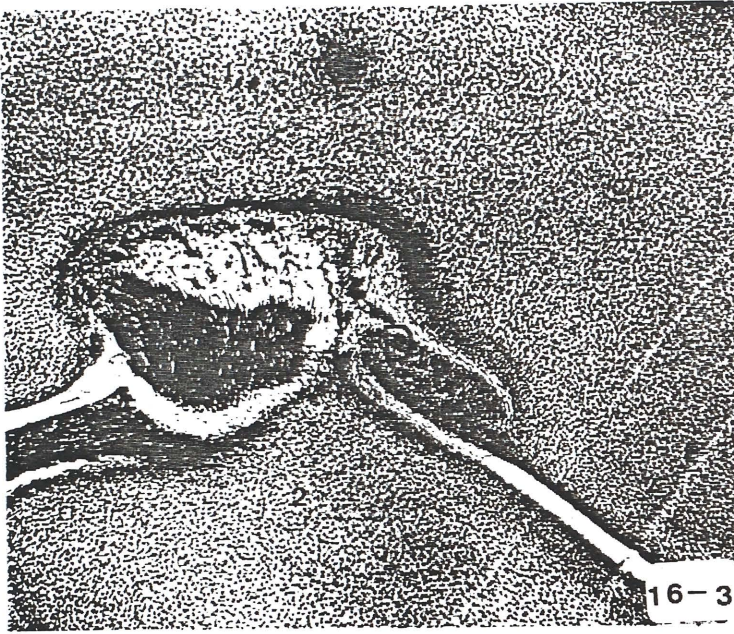
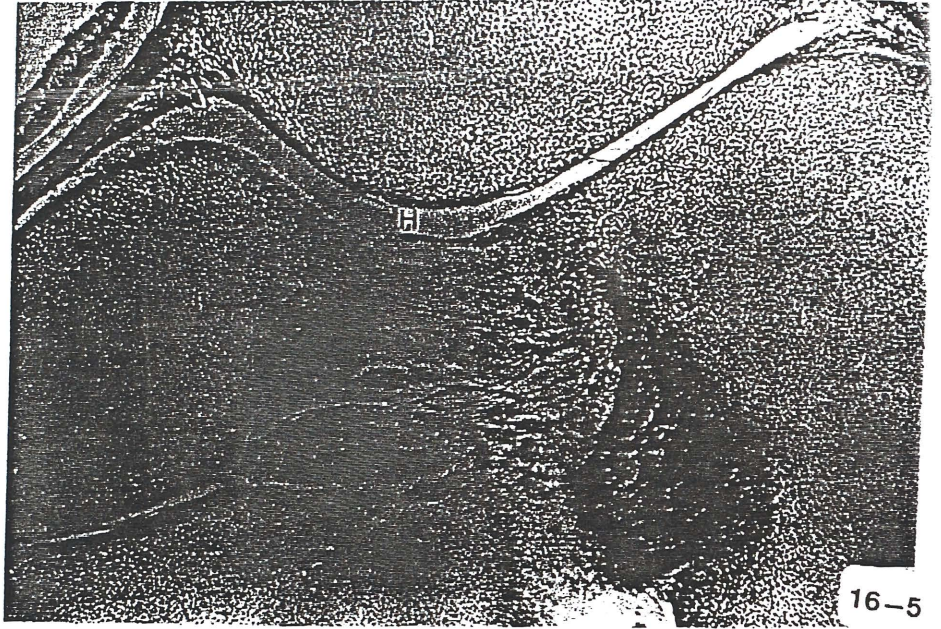
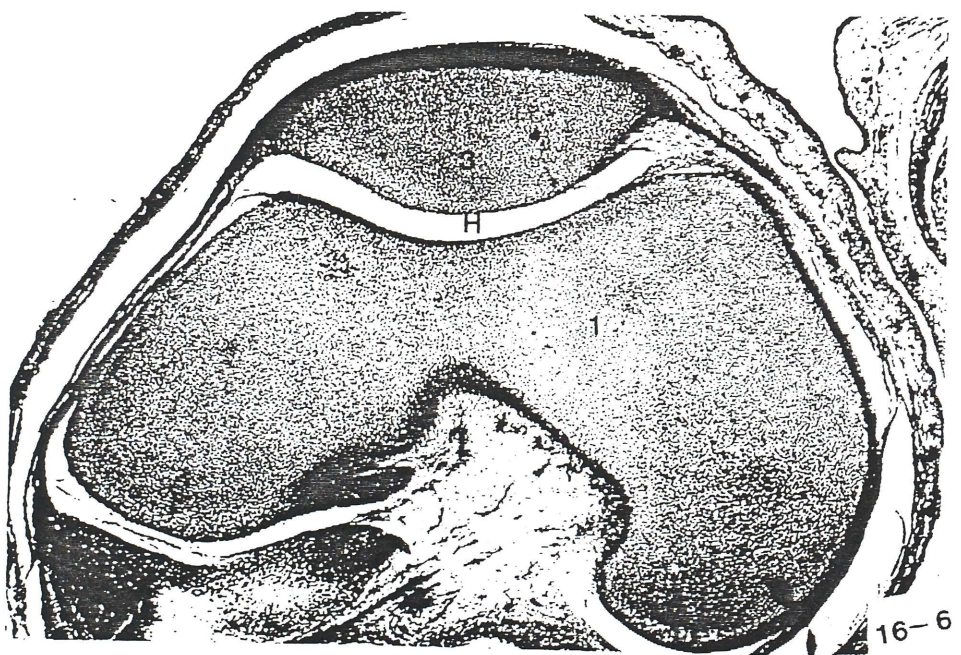


Fig. 18-1

- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 92.2.1.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- V :Vena poplíteo.
- AP :Arteria poplíteo.



16-5



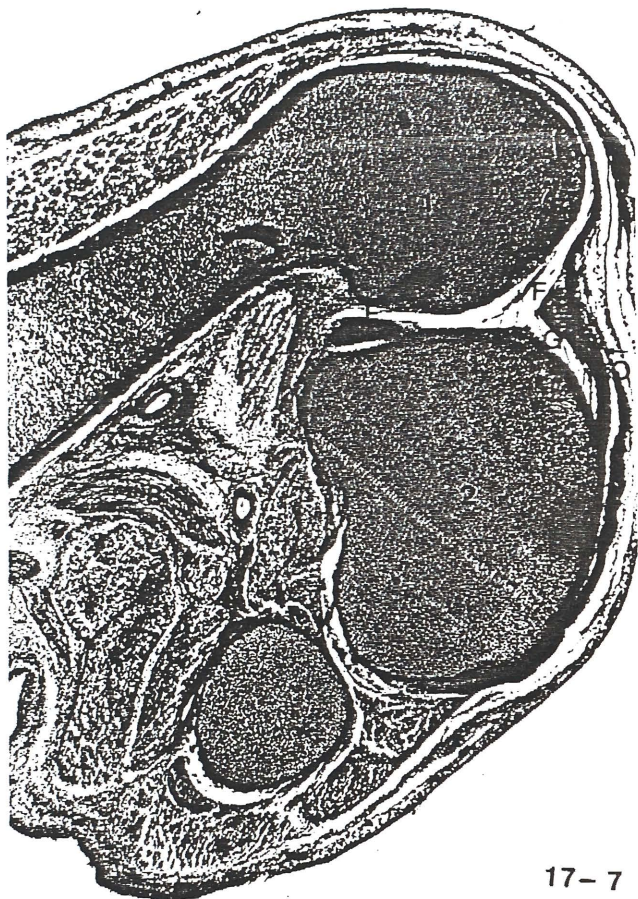
16-6

Fig. 18-2

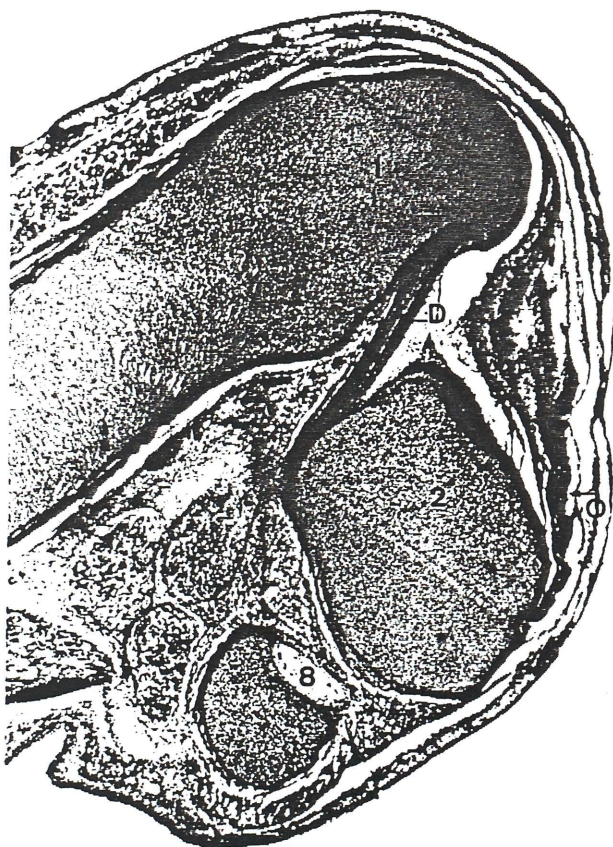
- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 92.2.1.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- AP :Arteria poplítea.

Fig. 18-3

- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 90.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.



17-7



17-8

Fig. 18-4


- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 78.2.2.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro meniscal-interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- K :Cápsula articular.
-  :Espina de la tibia.

Fig. 18-5

- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 78.2.2.
- B :Detalle de Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- K :Cápsula articular.

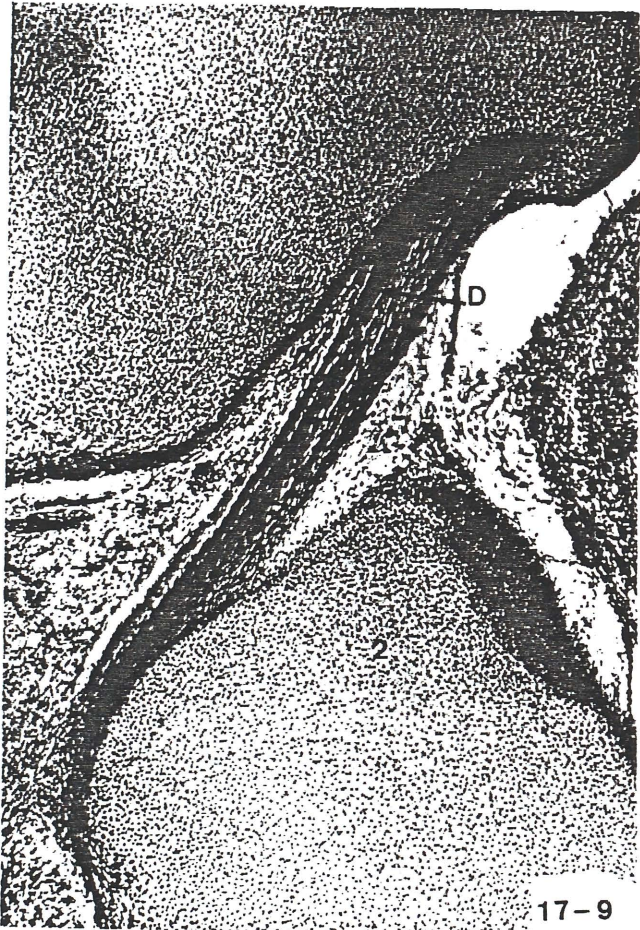


Fig. 18-6


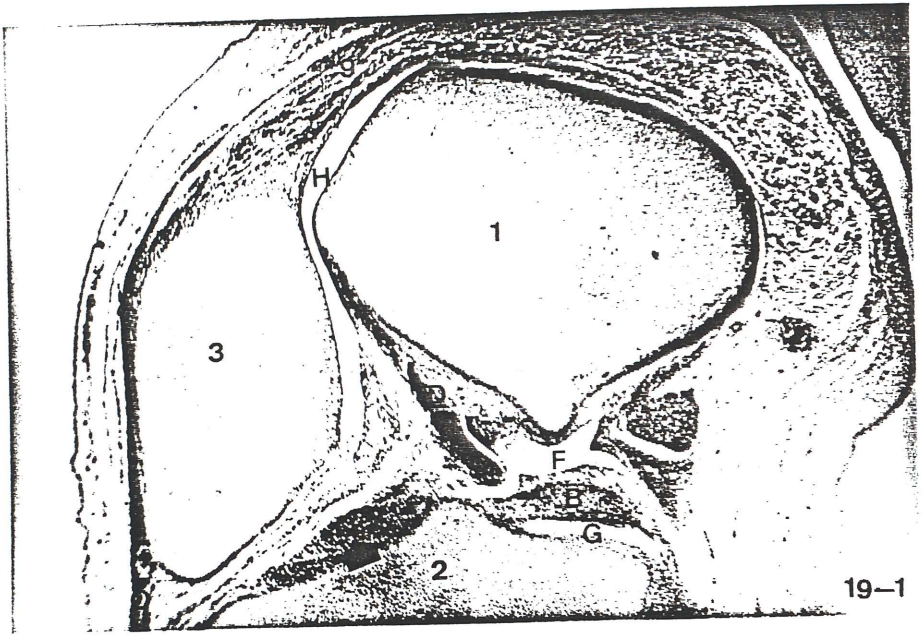
- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 75.1.1.
- 1 :Cóndilo Femoral interno.
- 2 :Tibia.
-  :Espina de la tibia.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- K :Cápsula articular.

Fig. 18-7

- Feto humano: M.A.-1.
- Corte: 69.2.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno.
- O :Tendón rotuliano.
- LA :Ligamento adiposo.



19-1



19-2

Fig. 19-1


- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 96.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
-  :Espina de la tibia.
- 3 :Rótula.
- 9 :Músculo cuádriceps femoral y tendón.
- 0 :Tendón rotuliano.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.

Fig. 19-2

- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 96.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- :Espina de la tibia.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior. Detalle.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Menisco-tibial interna.

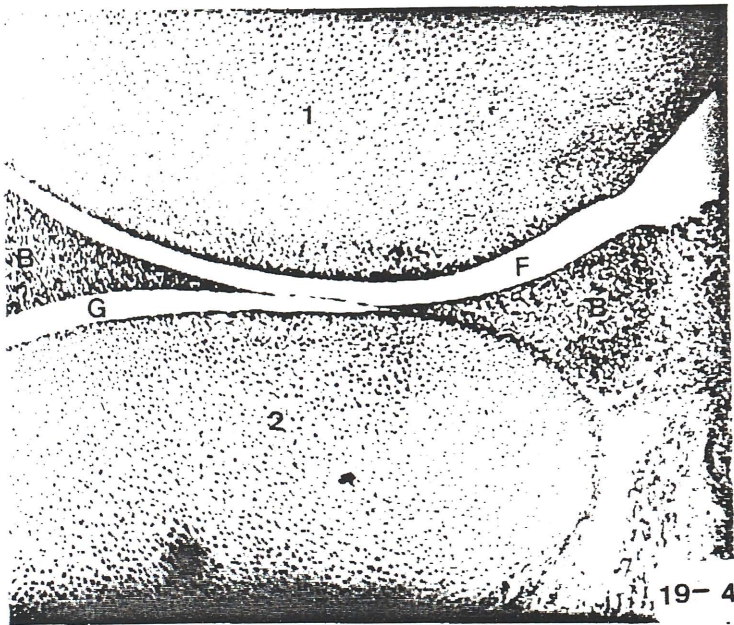
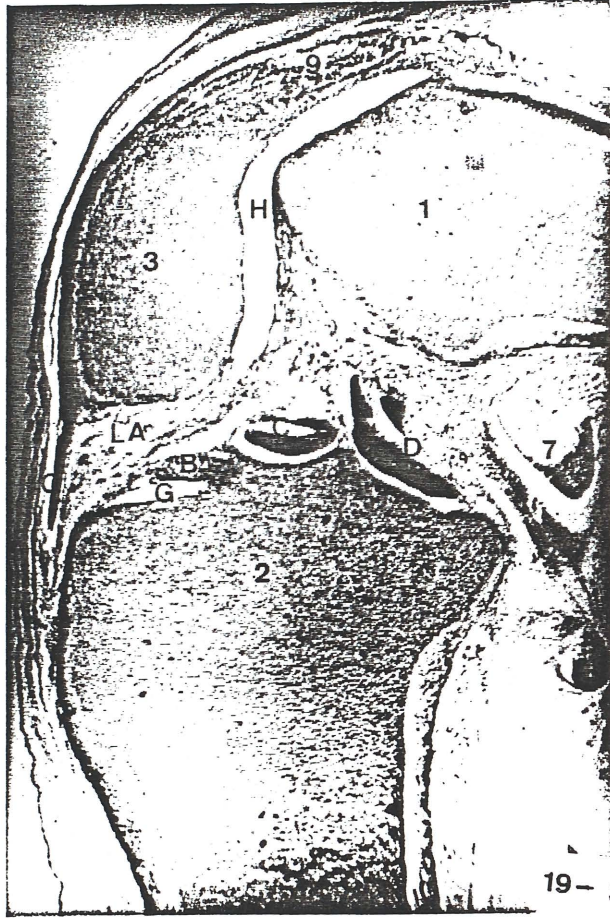


Fig. 19-3

- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 5.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 9 :Tendón del músculo cuádriceps femoral.
- O :Tendón rotuliano.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- G :Cámara menisco-tibial.
- LA :Ligamento adiposo.
- H :Cámara fémoro-rotuliana.

Fig. 19-4

- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 32.1.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno. Detalle.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.

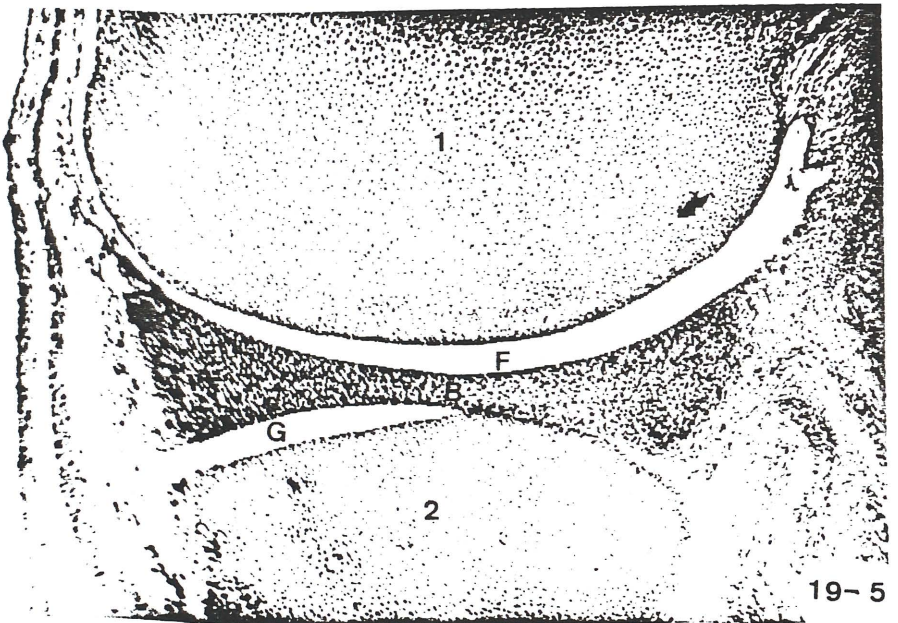
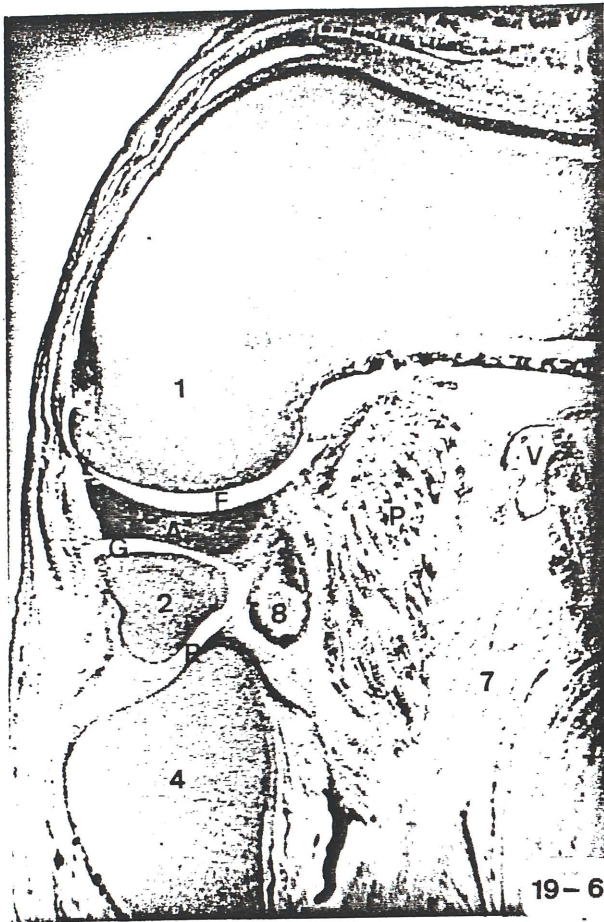


Fig. 19-5.

- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 38.1.1.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- B :Menisco interno. Detalle.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.



19-6



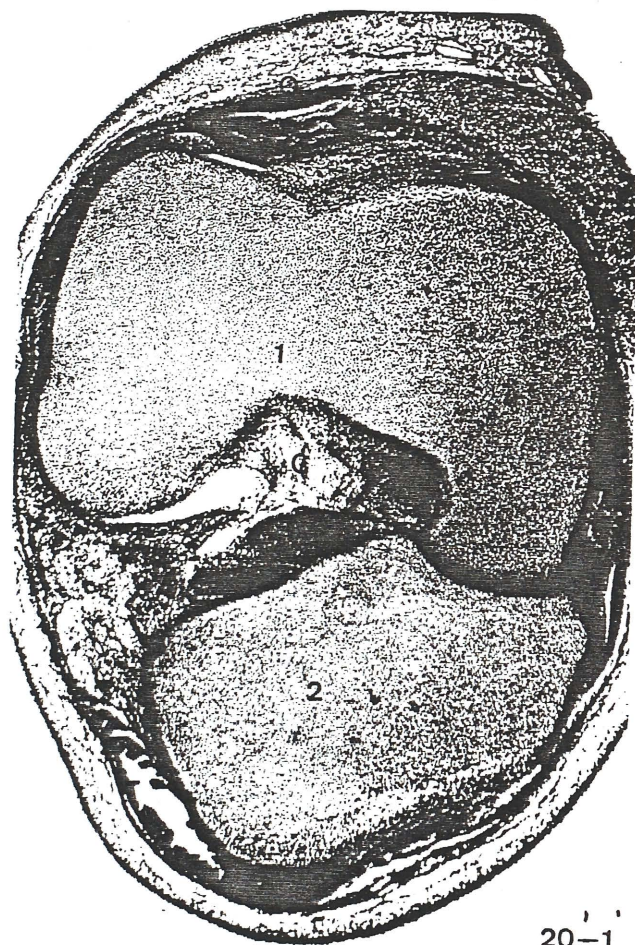
19-7

Fig. 19-6

- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 41.1.3.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 4 :Peroné.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- A :Menisco externo.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.
- R :Cámara tibio-peronea proximal.
- P :Músculo poplíteo.
- V :Vena poplíteo.

Fig. 19-7

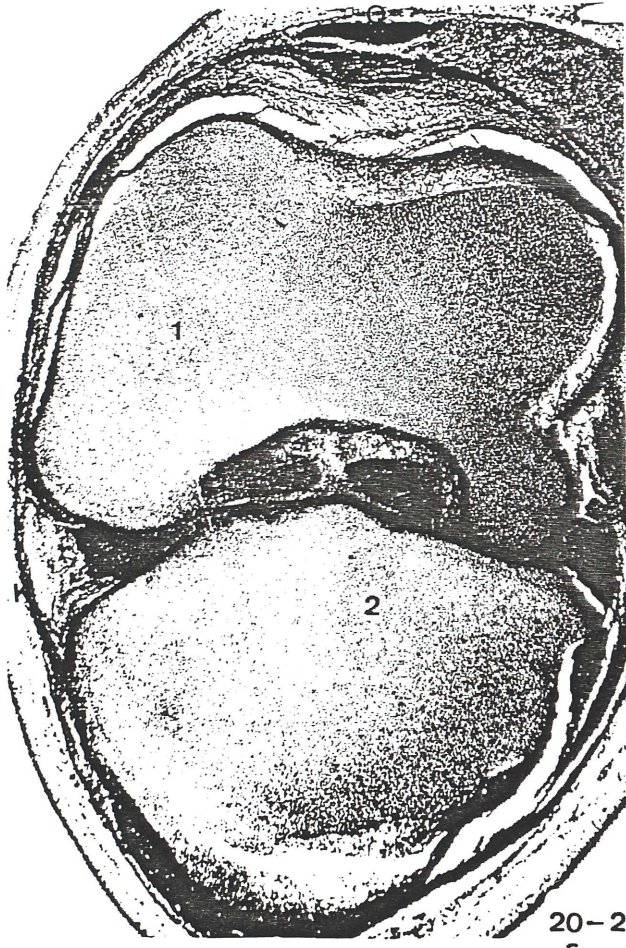
- Feto humano: B.B.-3.
- Corte: 44.1.1.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Tibia.
- 4 :Peroné.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- A :Menisco externo.
- F :Cámara fémoro-meniscal externa.
- G :Cámara menisco-tibial externa.



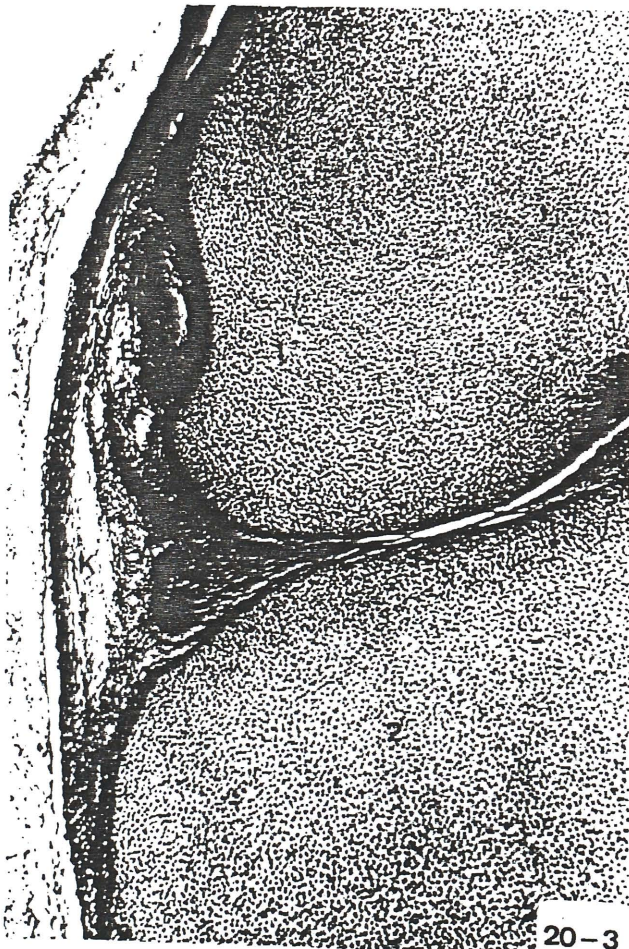
20-1

Fig. 20-1

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 94.2.2.
- 1 :Fémur. Cóndilos y escotadura
intercondílica.
- 2 :Tibia.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- 0 :Tendón rotuliano.



20-2



20-3

Fig. 20-2

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 98.2.2.
- 1 :Fémur. Cóndilos y escotadura intercondílica.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- K :Cápsula articular, fijándose en meniscos.

Fig. 20-3

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 3.2.2.
- 1 :Fémur. Detalle del cóndilo externo.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.
- E :Ligamento lateral externo.
- K :Cápsula articular, insertándose en meniscos.

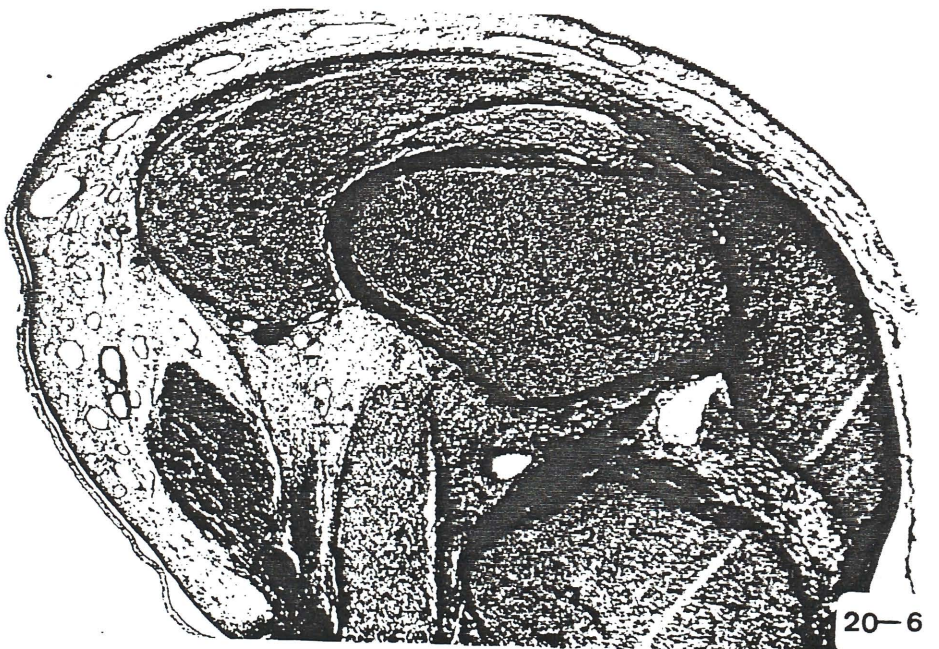
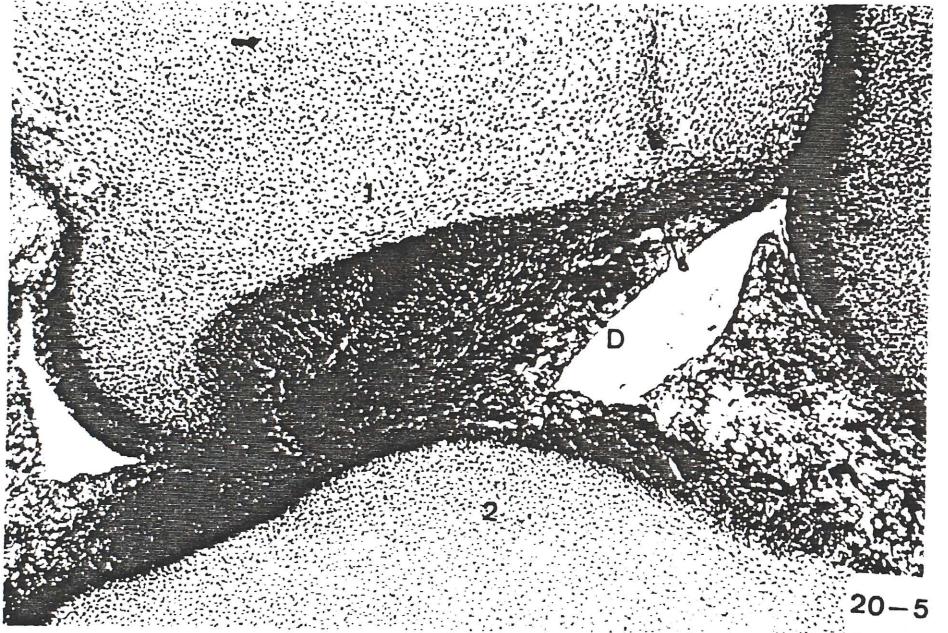
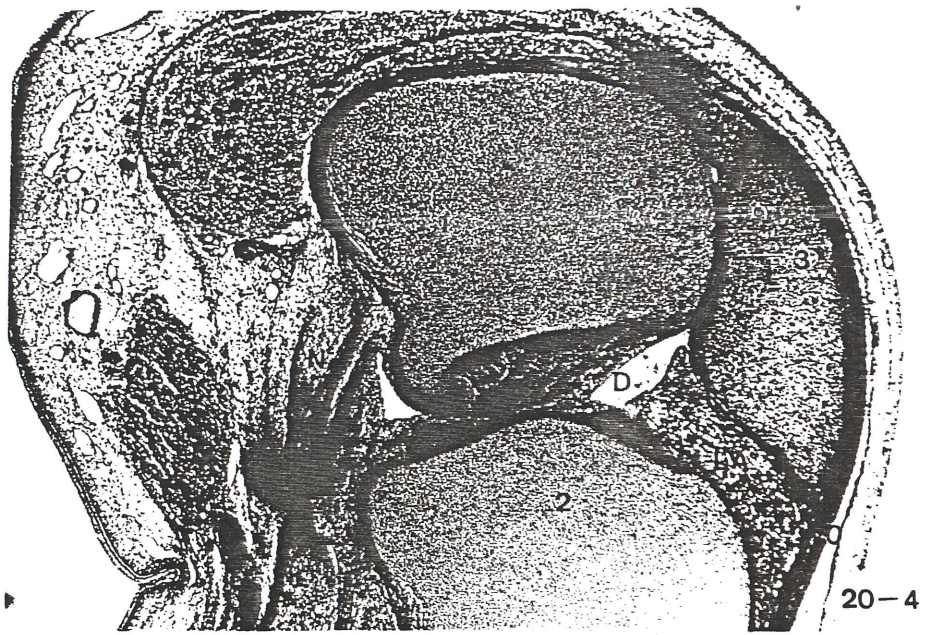


Fig. 20-4

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 47.2.2.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 9 :Tendón del músculo cuádriceps.
- 0 :Tendón rotuliano.
- LA :Ligamento adiposo.
- N :Músculo gastrocnemius medial.
- D :Ligamento cruzado posterior.

Fig. 20-5

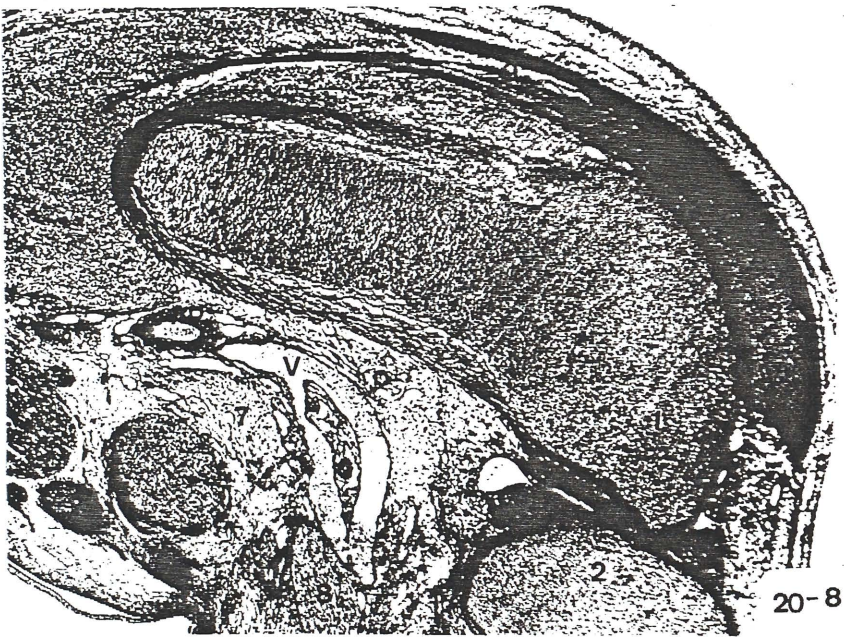
- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 46.2.2.
- 1 :Cóndilo femoral interno.
- 2 :Tibia.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- LA :Ligamento adiposo

Fig.20-6

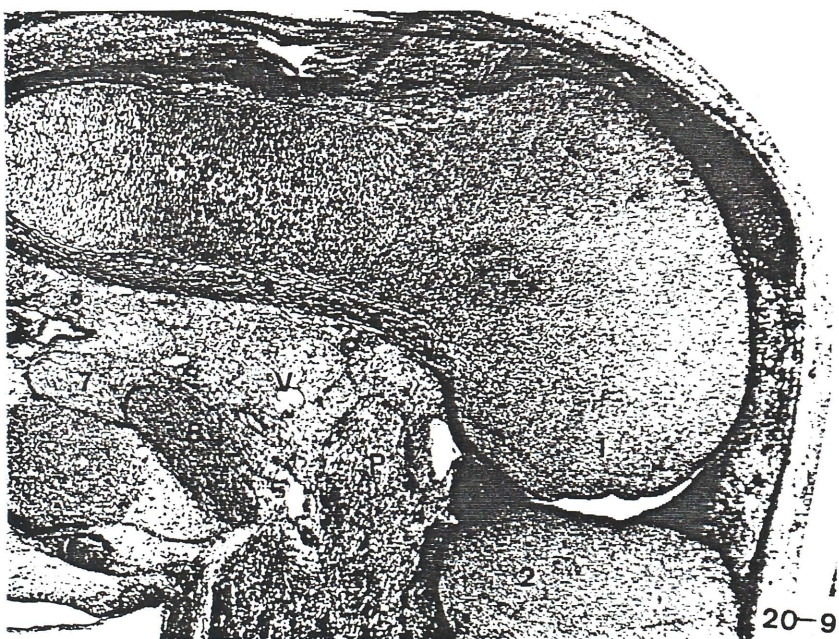
- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 50.2.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 9 :Tendón del músculo cuádriceps.
- 0 :Tendón rotuliano.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- LA :Ligamento adiposo.



20-7



20-8



20-9

Fig. 20-7

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 50.2.2
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.

Fig. 20-8

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 62.2.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- 3 :Rótula.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- 9 :Tendón músculo cuádriceps.
- A :Menisco externo.
- AP :Arteria poplítea.
- V :Vena poplítea.

Fig. 20-9

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 67.2.2.
- 1 :Cóndilo femoral externo.
- 2 :Tibia.
- 7 :N.ciático poplíteo interno.
- 8 :N.ciático poplíteo externo.
- A :Menisco externo.
- P :Músculo poplíteo.
- V :Vena poplítea.

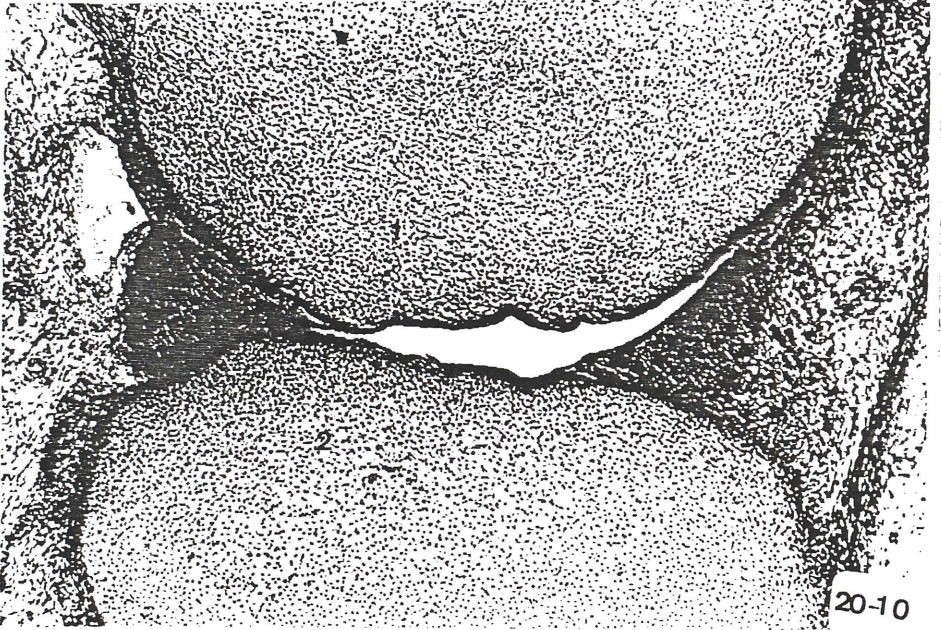


Fig. 20-10

- Feto humano: S.A.-4.
- Corte: 67.2.2.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- A :Menisco externo.

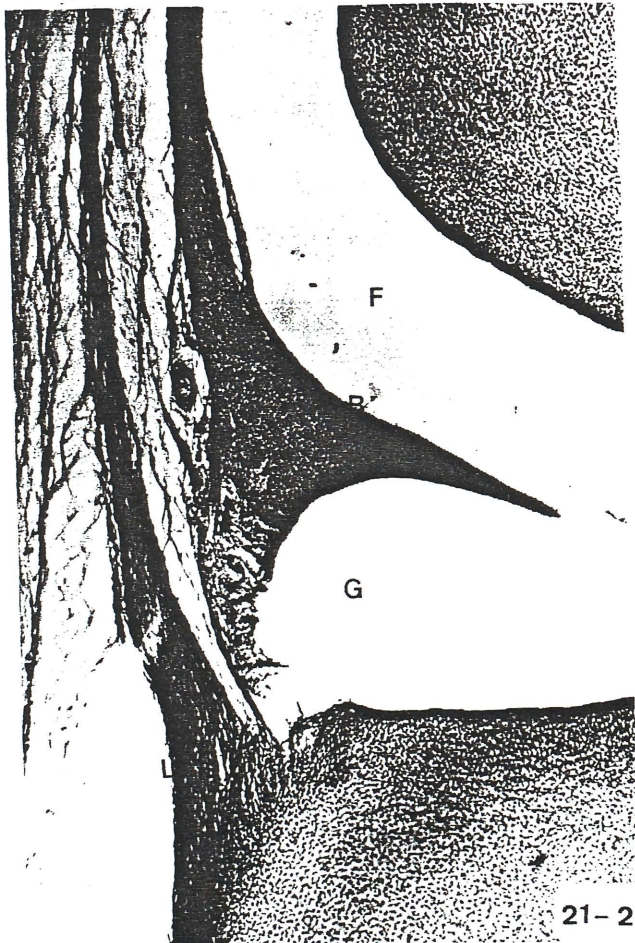
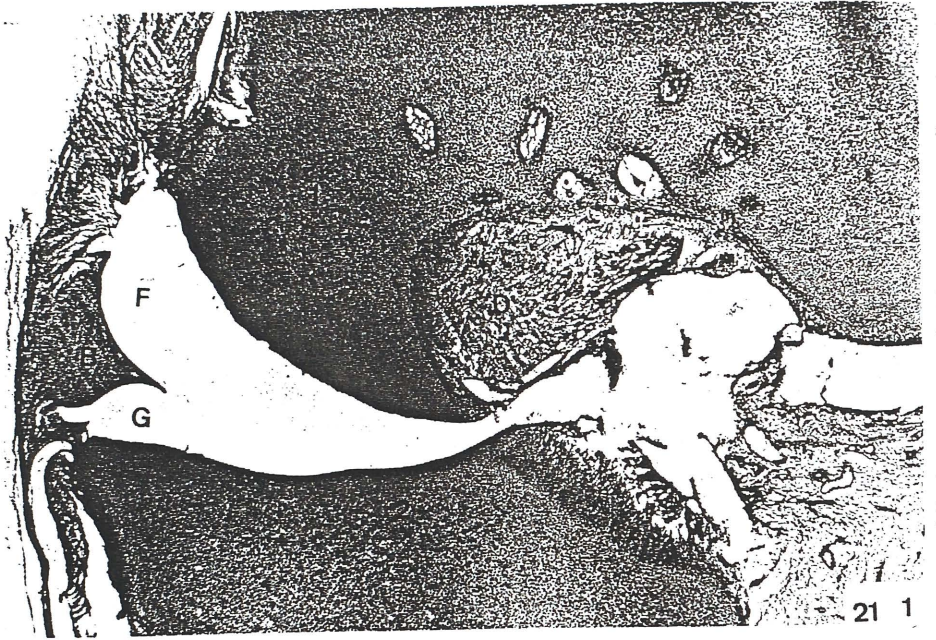


Fig. 21-1

- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 98.1.1.
- 1 :Fémur, donde se está manifestando el proceso de osificación.
- 2 :Extremidad proximal de tibia, también en pleno proceso de osificación.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- D : Ligamento cruzado posterior.

Fig. 21-2

- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 21.1.1.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- LI :Ligamento lateral interno.

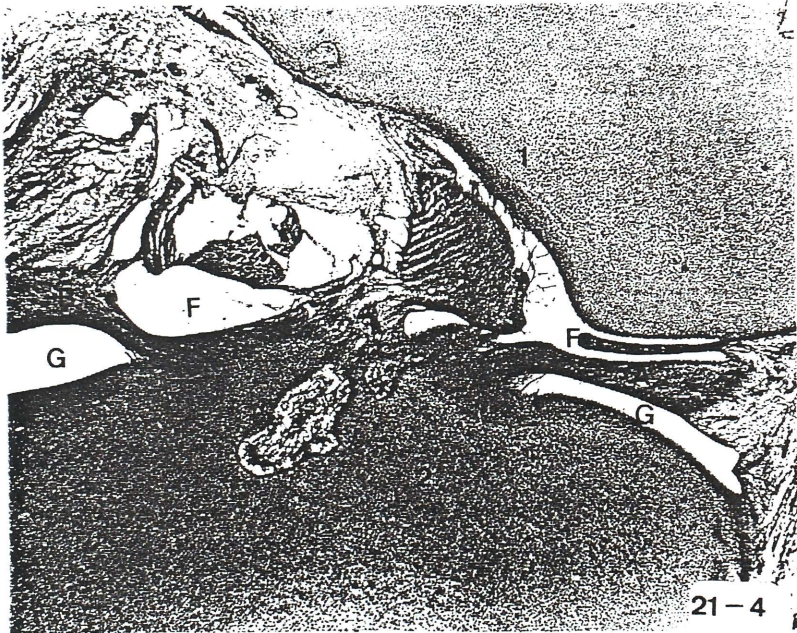
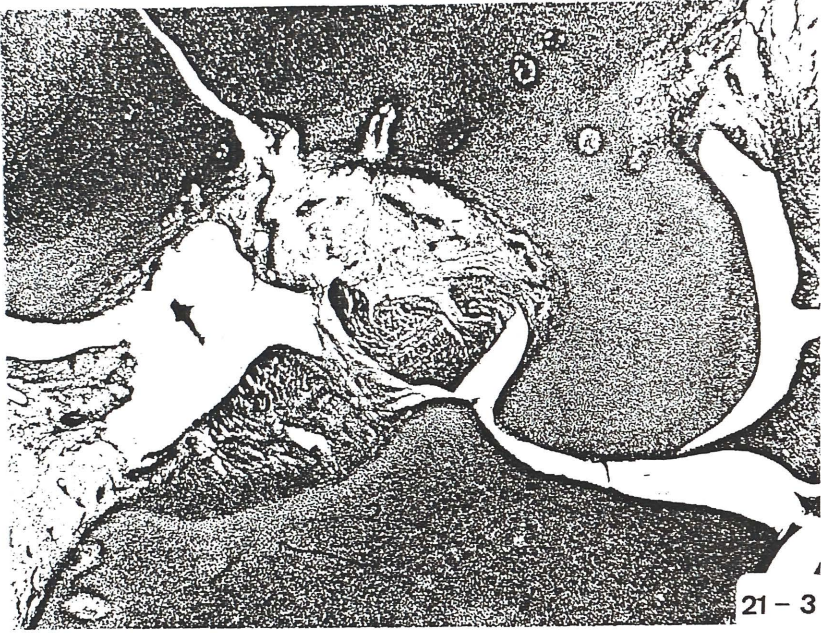
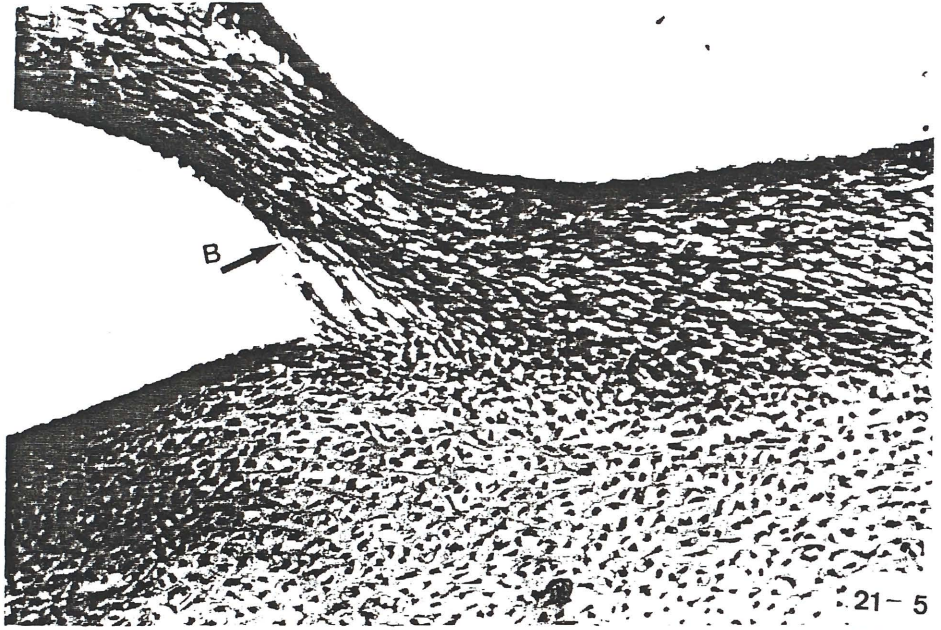


Fig. 21-3

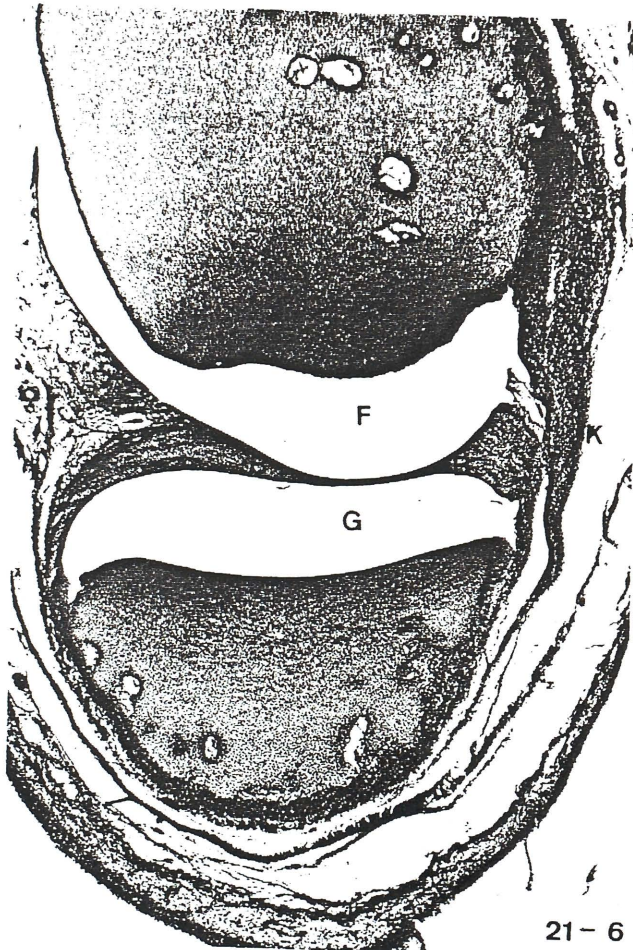
- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 1.1.1.
- 1 :Fémur, donde se aprecian las características del proceso de osificación.
- 2 :Tibia, donde se aprecian también características del proceso de osificación.
- A :Menisco externo.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.

Fig. 21-4

- Feto humano: O.L.-4.
- Corte: 6.1.1.
- 1 :Fémur.
- 2 :tibia.
- A :Menisco externo.
- B :Menisco interno.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- F :Cámara fémoro-meniscal.
- G :Cámaras menisco-tibiales.



21-5



21-6

Fig. 21-5

- Feto humano: O.L.-4.
- Corte: 7.1.1.
- B :Inserción del cuerno anterior del menisco interno en la tibia.

Fig. 21-6

- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 98.1.1.
- B :Menisco interno.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- K :Cápsula articular.

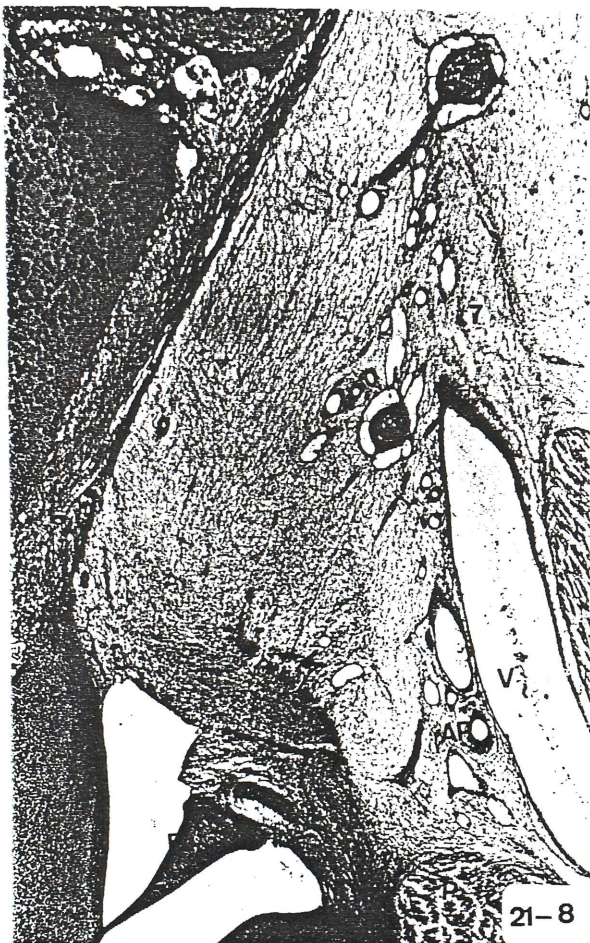
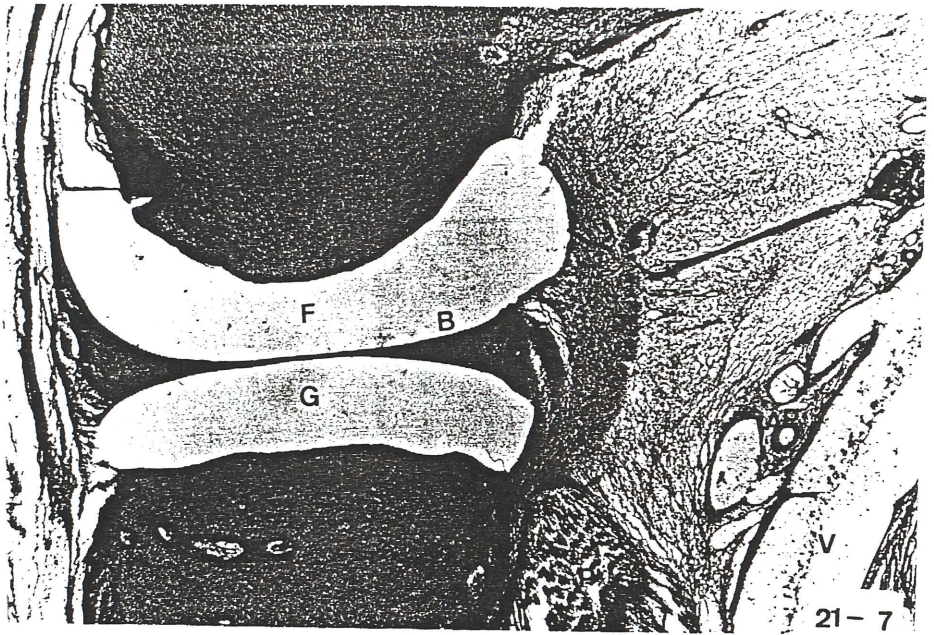


Fig. 21-7

- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 26.1.1.
- F :Cámara fémoro-meniscal interna.
- G :Cámara menisco-tibial interna.
- AP :Arteria poplítea.
- V :Vena poplítea.
- P :Músculo poplíteo.
- K :Cápsula articular.

Fig. 21-8

- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 25.1.1.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- AP :Arteria poplítea.
- V :Vena poplítea.
- P :Músculo poplíteo.
- B :Menisco interno.

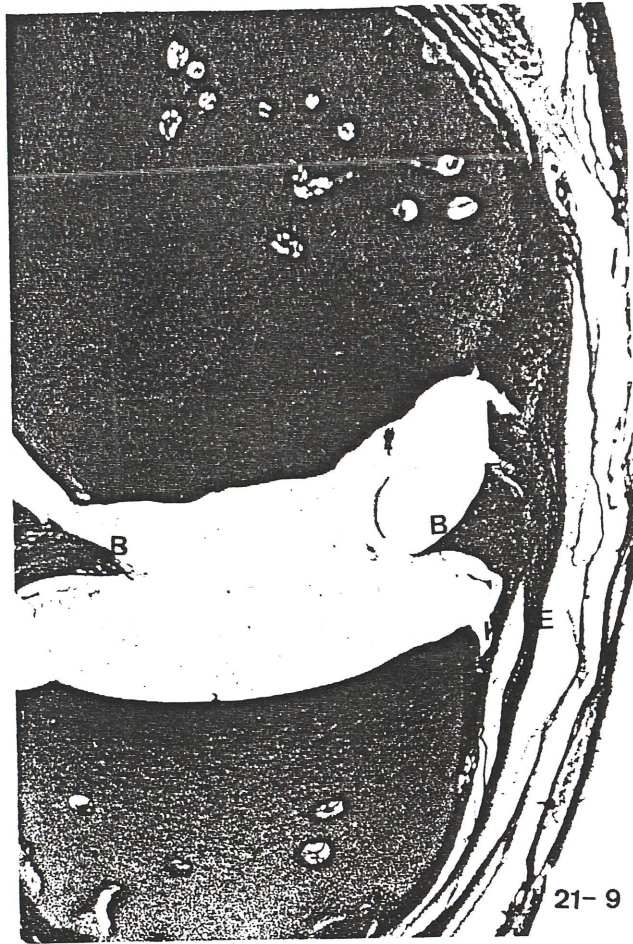
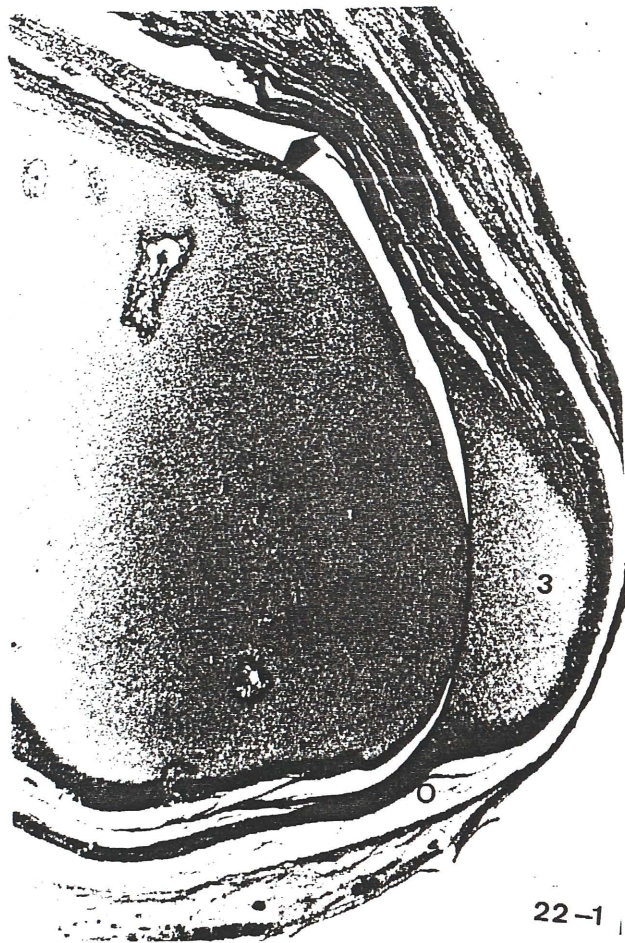


Fig. 21-9

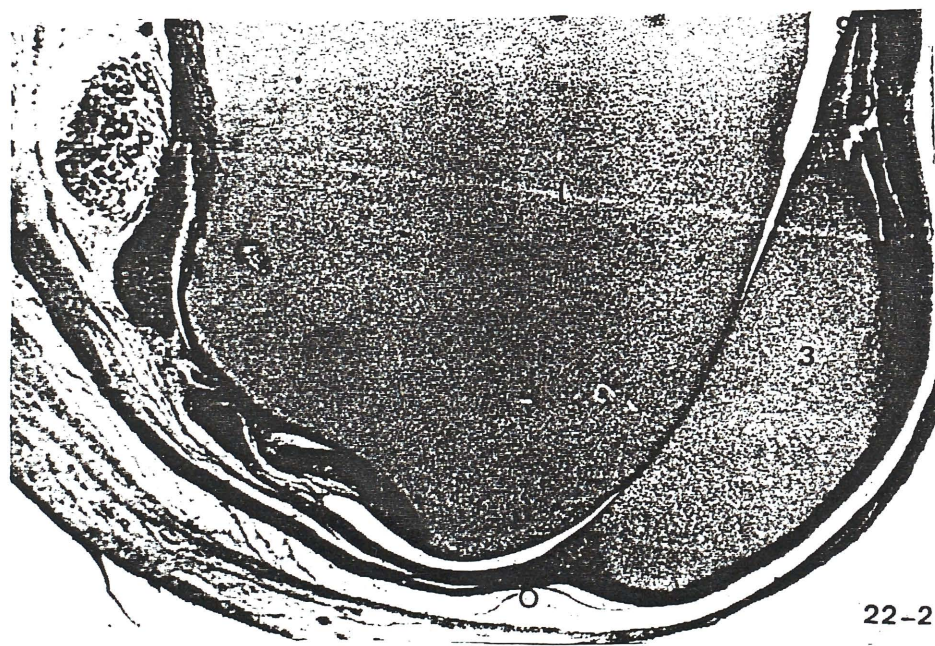
- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 100.1.1.
- B :Cuernos anterior y posterior del menisco interno.
- K :Cápsula articular.
- E :Ligamento lateral externo.

Fig. 21-10

- Feto humano: O.L.-1.
- Corte: 100.1.1.
- B :Cuerno anterior del menisco interno.
- K :Cápsula articular.
- E :Ligamento lateral externo.



22-1



22-2

Fig. 22-1


- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 29.1.2.
- 1 :Fémur. Destacan la presencia de las yemas vasculares invasoras del cartílago.
- 3 :Rótula.
- 9 :Tendón del músculo cuádriceps.
- 0 :Tendón rotuliano.
-  :Fonde de saco suprarotuliano.

Fig. 22-2

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 37.1.3.
- 1 :Fémur.
- 3 :Rótula.
- 9 :Tendón del músculo cuádriceps.
- 0 :Tendón rotuliano.
- B :Menisco interno.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- P :Músculo poplíteo.

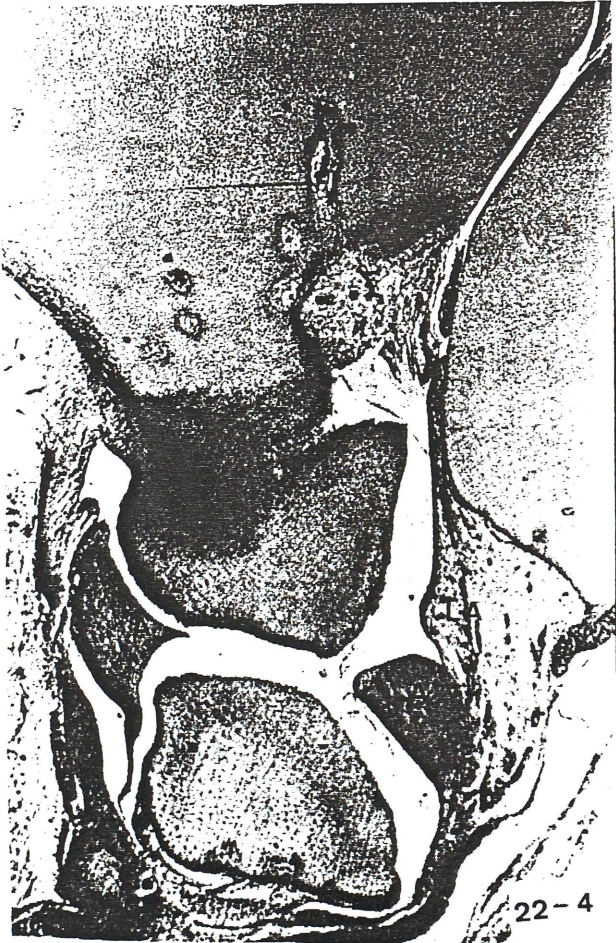
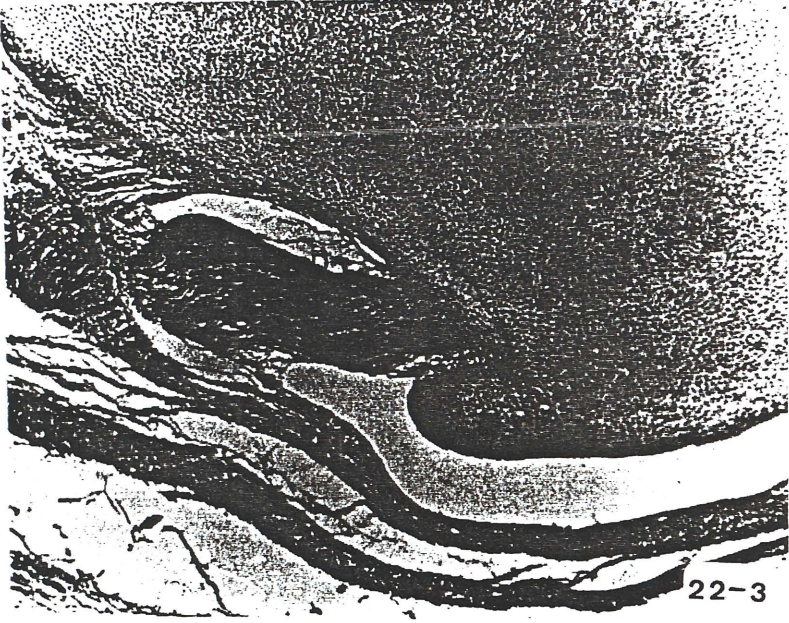


Fig. 22-3

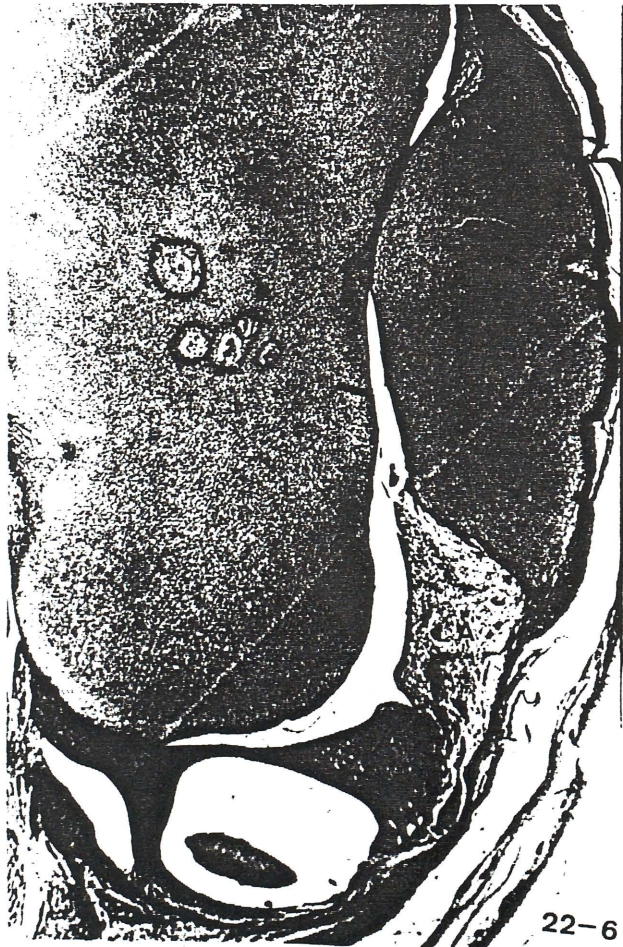
- Feto humano: Z.0.-2.
- Corte: 41.1.3.
- B :Detalle de menisco interno.
- D :Detalle de ligamento cruzado posterior.

Fig. 22-4

- Feto humano: Z.0.2.
- Corte: 49.1.3.
- A :Menisco externo.
- LA :Ligamento adiposo.



22-5



22-6

Fig. 22-5

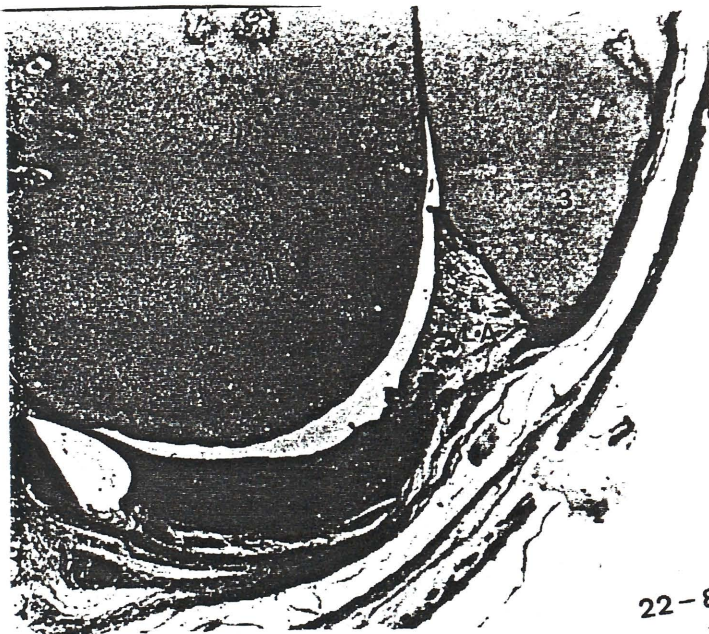
- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 53.1.2.
- 6 :Nervio ciático común.
- 7 :Nervio ciático poplíteo interno.
- 8 :Nervio ciático poplíteo externo.
- L :Vasos linfáticos.
- V :Vasos poplíteos.

Fig. 22-6

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 61.1.2.
- 1 :Fémur.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- LA :Ligamento adiposo.



22-7



22-8

Fig. 22-7

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 65.1.1.
- A :Menisco externo. Detalle.

Fig. 22-8

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 69.1.3.
- 1 :Fémur.
- 3 :Rótula.
- A :Menisco externo.
- LA :Ligamento adiposo.
- P :Músculo poplíteo.

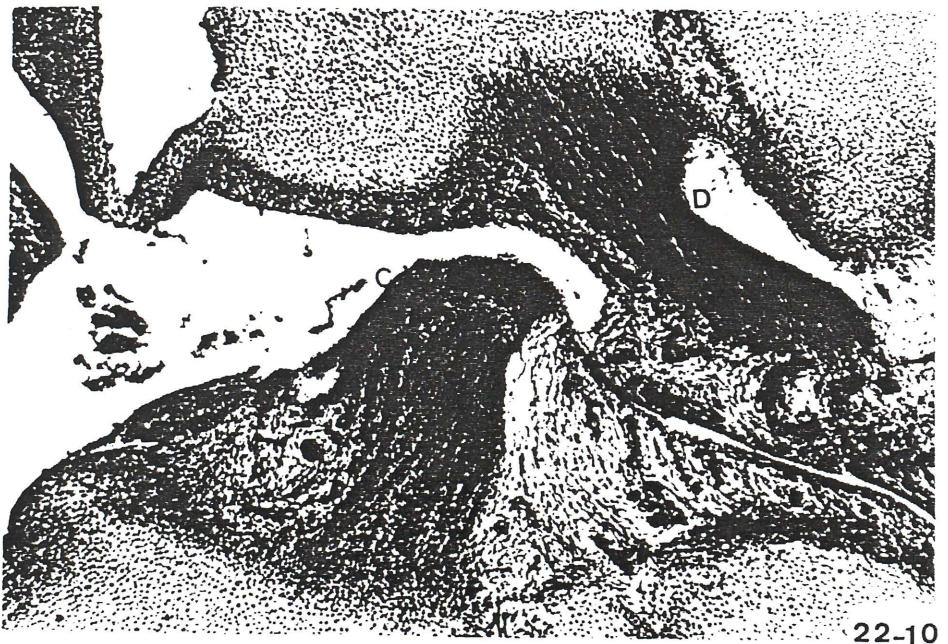
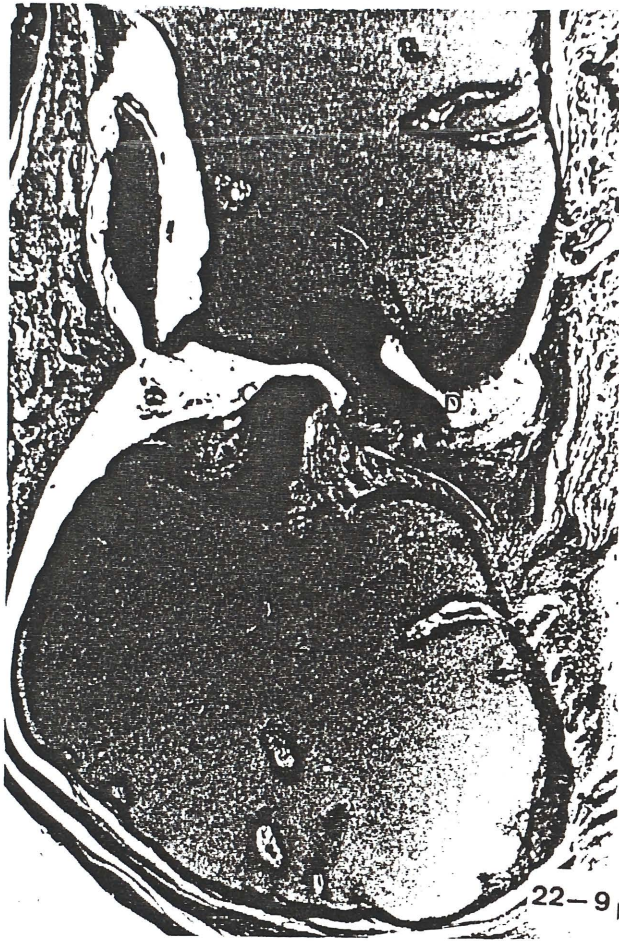


Fig. 22-9

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 1.1.3.
- 1 :Fémur.
- 2 :Tibia.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.

Fig. 22-10

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 29.1.2.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.

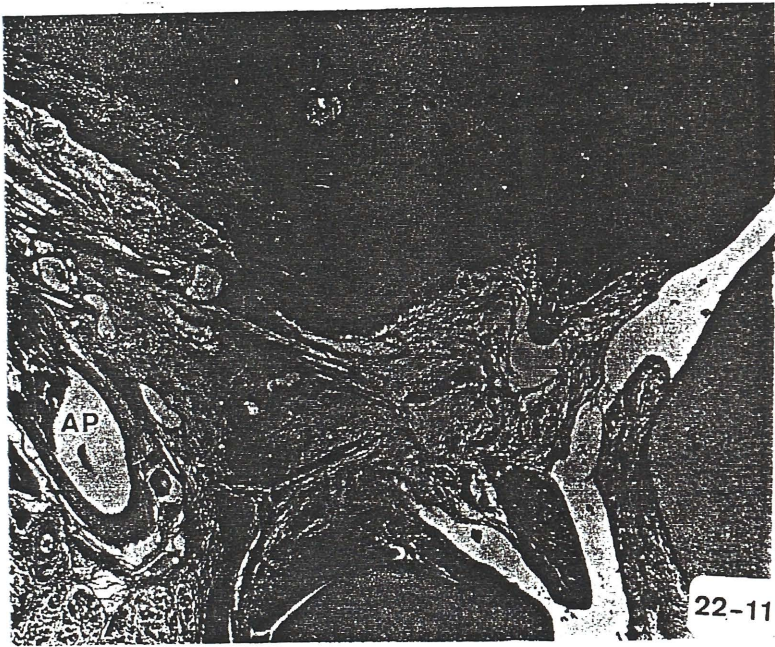


Fig. 22-11

- Feto humano: Z.O.-2.
- Corte: 1.1.3.
- C :Ligamento cruzado anterior.
- D :Ligamento cruzado posterior.
- AP :Arteria poplítea.
- V :Vena poplítea.
- 7 :Nervio ciático interno.

RESULTADOS

PROTOCOLO -1-

Embrión humano: X-12

Estadio: 18 de O'Rahilly

Longitud: 15 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 1-1 a 1-3

La presente serie de imágenes, correspondientes a un embrión humano de 15 mm, primeros momentos del estadio 18 de O'Rahilly, nos muestra la zona de la futura articulación de la rodilla (flecha) (figs. 1-1 a 1-3), que apenas ha iniciado su desarrollo.

Observamos, como elemento central del esbozo del miembro inferior, entre la tibia (2) y fémur (1) en desarrollo, una amplia banda de mesénquima, aún sin estructura clara, y que corresponde a la pieza articular intermedia (5) que apenas ha iniciado su desarrollo (figs. 1-1 a 1-3).

En el material que estamos analizando, correspondiente al esbozo del miembro inferior en desarrollo, destacan, igualmente, la presencia de los blastemas premusculares de los futuros músculos, tanto ventrales como dorsales de la pierna. En íntima relación con ellos, y apareciendo como elementos que en cualquiera de los casos nos ayudan a identificar las masas musculares citadas, se observa la presencia de dos troncos nerviosos correspondientes al nervio ciático poplíteo interno (7) y al nervio tibial anterior (T), (figs. 1-1 y 1-2), e incluso asistimos al momento en el cual es interesada, en su porción más distal y lateral, la bifurcación del tronco del nervio ciático (6) (figs. 1-1 y 1-2).

PROTOCOLO -2-

Embrión humano: GG-1.

Estadío: 18 de O'Rahilly.

Longitud: 17 mm.

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor.

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina.

RESULTADOS

Figs. 2-1 a 2-9

Las imágenes seleccionadas de este embrión del estadio 18 de O'Rahilly que nos ayudarán a seguir la disposición y el desarrollo de la articulación de la rodilla, nos muestran la existencia de una estrangulación (flecha) (figs. 2-1, 2-2, 2-4 y 2-6) que nos permite separar la región de la pierna de la correspondiente al pie.

En el área prospectiva correspondiente a la articulación de la rodilla la proliferación mesodermal y su correspondiente densificación inician la diferenciación "in situ" del tejido precartilaginoso y masas premusculares destinadas a la musculatura de la rodilla que van perfilando su topografía (figs. 2-1, 2-2, 2-4, 2-6 y 2-8).

Como puede observarse en estos planos en busca de las condensaciones mesodermales premusculares llegan los nervios femoral (M) y obturador (V) (figs. 2-8 y 2-9), que se observan en la porción inicial de su curso.

Observando el desarrollo del miembro inferior derecho de este embrión, se nos pone de manifiesto, entre los moldes cartilaginosos inmaduros de la extremidades: distal del fémur (1) (figs. 2-3, 2-5 y 2-7) y proximal de la tibia (2) (figs. 2-3, 2-5, 2-7 y 2-9), la pieza articular intermedia (5) que ha de originar la articulación de la rodilla.

Durante este estadio 18 de O'Rahilly se inicia el proceso de condricación que traerá aparejada la formación de las piezas esqueléticas del miembro inferior y concretamente, en el caso que nos ocupa, de aquellas que conforman la articulación de la rodilla; el proceso progresa en dirección próximo-distal, ya que, tras haber observado a microscopía la serie completa del presente embrión, hemos visto que se distinguen moldes de cartílago inmaduro o precartilago para el fémur y la región ilíaca que ha de contribuir a la formación de la cavidad cotiloidea y, consecuentemente, a nivel de la futura articulación. El fenómeno al que acabamos de hacer referencia acontece también a nivel del futuro sistema articular de la rodilla, estando, sin embargo, más retrasado en el desarrollo el resto de las piezas esqueléticas y articulares del miembro inferior.

Al igual que hacen las futuras piezas esqueléticas del miembro inferior, las correspondientes masas blastémicas premusculares comienzan a diferenciarse "in situ", alineándose en su topografía regional. A estas masas llegan, bien definidos, los troncos nerviosos femoral (M), obturador (V) y ciático (6) (figs. 2-8 y 2-9).

PROTOCOLO -3-

Embrión humano: BE-1

Estadío: 19 de O'Rahilly

Longitud: 17 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor.

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina.

RESULTADOS

Figs. 3-1 a 3-9

En el esbozo del miembro inferior de este embrión observamos los troncos nerviosos correspondientes a las ramas de los plexos: lumbar -nervio femoral- (M) (figs. 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-6 y 3-8) y sacro -tronco del nervio ciático- (6) (figs. 3-3 y 3-5). Este último tronco nervioso mantiene importantes relaciones de vecindad con los

elementos vasculares que están organizando los vasos ilíacos a partir de los iniciales vasos axiales (X) (figs. 3-3 y 3-5). Podemos seguir el recorrido del tronco ciático (6) (figs. 3-1 y 3-3) por la superficie de flexión del miembro inferior hasta la altura de la futura región poplíteica (figs. 3-8 y 3-9), donde termina bifurcándose en sus dos ramas terminales, el nervio tibial (7) y nervio fibular (8). Podemos asimismo observar parte del recorrido transversal del nervio tibial anterior (T) (figs. 3-5 a 3-9), y ocupando lógicamente una posición más lateral con relación al nervio tibial anterior, el curso del nervio músculo cutáneo de la pierna (figs. 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6 y 3-7).

Se aprecia, por primera vez en el desarrollo, la pieza articular intermedia (5) constituida por una masa mesenquimal indiferente. La citada formación, aparece en estos momentos del desarrollo conformada por una banda única de tejido mesenquimal indiferente que establece el nexo de unión entre las extremidades distal del fémur (1) y proximal de la tibia (2).

PROTOCOLO -4-

Embrión humano: BB-5.

Estadío: 19 de O'Rahilly

Longitud: 18 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 4-1 a 4-9

Durante el estadio 19 de O'Rahilly, cual es el caso de este embrión humano de 18 mm. de longitud, los hechos morfológicos más trascendentes que podemos observar, en relación con el sistema articular de la rodilla, son los que siguen:

Comienzan a diferenciarse los blastemas premusculares de la musculatura ventral y dorsal del muslo y pierna. En este sentido, se identifican en el muslo: el músculo cuádriceps femoral (9), su tendón rotuliano (0) (figs. 4-1 a 4-9), y la masa de los aductores (AD) (figs.

4-1 y 4-4), en la pierna se observa el músculo tríceps sural (TR) (figs. 4-1 y 4-4).

También podemos observar los troncos terminales del plexo lumbo-sacro destinados a los músculos antes citados: nervio femoral (M) (figs. 4-1 y 4-4) y tronco del nervio ciático (6) (figs. 4-1; 4-2; 4-4; 4-5; 4-7 y 4-8), en el que incluso se puede llegar a identificar sus componentes tibial (7) y fibular (8) (figs. 4-7 y 4-8). Los elementos músculo-nerviosos, a los que acabamos de hacer referencia, comienza a tener definidas sus relaciones con la futura articulación de la rodilla.

En el área articular de la rodilla se comprueba (figs. 4-2 y 4-5 a 4-9) cómo la pieza articular intermedia (5) de la futura diartrosis sigue su evolución, de tal suerte que su material celular comienza a adosarse excéntricamente a los moldes precartilaginosos del par cinemático articular, para confundirse y continuarse con el tejido pericondral (figs. 4-6 y 4-9). Sin embargo aún no ha comenzado a organizarse la cavidad articular de la rodilla.

Por la superficie de extensión del esbozo correspondiente al miembro inferior, e inmediatamente lateral a la condricación representante de la extremidad proximal de la tibia, observamos el curso del nervio tibial anterior (T) (figs. 4-7 y 4-8).

PROTOCOLO -5-

Embrión humano: MA-7

Estadio: 21 de O'Rahilly

Longitud: 22 mm.

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor.

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina.

RESULTADOS

Figs. 5-1 a 5-4

Las imágenes que nos ofrece este embrión de 22 mm., son prácticamente superponibles a las que acabamos de hacer mención en el protocolo anterior.

Aparecen muy manifiestos los blastemas musculares correspondientes al cuádriceps (9) (figs. 5-1 y 5-3) con el tendón

rotuliano (O) (figs. 5-1 a 5-4); los gastrocnemius o gemelos (N) (fig. 5-1), y el sóleo (S) (figs. 5-1 y 5-3). En estrecha relación con ellos, observamos el curso del nervio ciático (6) (fig. 5-1), así como las ramas correspondientes a los nervios ciático poplíteo interno (7) y tibial anterior (T) (figs. 5-1 y 5-3).

En el espacio que media entre las extremidades distal del fémur y proximal de la tibia se observa la pieza articular intermedia de la rodilla (5) (figs. 5-1 a 5-4), la porción central de la cual (figs. 5-1 y 5-4) se muestra mucho más laxa, que sus porciones látero-ventrales. Las porciones excéntricas de la citada pieza articular intermedia se continúan con el pericondrio que a este nivel recubre a las piezas, por ahora precartilaginosas, de la rodilla.

PROTOCOLO -6-

Embrión humano: PE-8

Estadío: 22 de O'Rahilly

Longitud: 23 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 6-1 a 6-9

Los planos correspondientes a este embrión del estadio 22 de O'Rahilly nos muestran el grado evolutivo conseguido por la pieza articular intermedia (5), donde se contempla que el tejido conjuntiva mesodermal periférico se adosa, en parte, al contorno de los cóndilos del fémur (1) y de la tibia (2) homónimos, formando una densa banda pericondral conjuntiva (figs. 6-1, 6-2, 6-4 y 6-5), que anticipa la organización del cartílago hialino de cubierta del par kinemático enfrentado. Otras porciones de la pieza intermedia se densifican, por proliferación celular, y organizan (figs. 6-6 a 6-9) los correspondientes meniscos articulares, de los cuales, en este caso, claramente observamos al menisco externo (A). Asimismo es visible el anclaje y fijación de la cápsula articular (K) tanto en la margen anterior (figs. 6-6 y 6-7) como en la posterior (fig. 6-8) del citado menisco externo.

Mientras tanto, la parte central de la pieza articular intermedia (figs. 6-8 y 6-9) forma una masa conjuntiva, citoestructuralmente mucho más laxa que sus partes periféricas y lógicamente que los

meniscos en formación, que se interpone por el momento entre las superficies articulares enfrentadas.

Se nos pone de manifiesto, en íntima relación con la base de la rótula en desarrollo, la inserción de las fibras del tendón del músculo cuádriceps que continúan al músculo crural (9) y que, resbalando sobre la cara superficial de la rótula alcanzan la futura tuberosidad anterior de la tibia. Con ello, observamos la presencia (figs. 6-1 a 6-5) del más importante refuerzo anterior de la articulación de la rodilla, cual es el tendón rotuliano (0).

Observamos la espina de la tibia en desarrollo (6-4 y 6-5), inmediatamente dorsal a la cual, y arrancando de la futura superficie retroespinal (figs. 6-4, y 6-5), se sitúa la inserción tibial del ligamento cruzado posterior (D), el cual puede seguirse en dirección dorsoventral, (figs. 6-3 y 6-2) hasta que finalmente terminará insertándose en la cara axil del cóndilo femoral interno (fig. 6-1).

Desde e punto de vista topográfico, creemos conveniente señalar la presencia, en pleno hueco poplíteo (fig. 6-6), del nervio

ciático poplíteo interno (7), profundo al cual está siendo interesada la vena poplíteo (V). En situación más lateral (fig. 6-9) es interesado el nervio ciático poplíteo externo (8).

PROTOCOLO -7-

Embrión humano: CH-1

Estadío: 22 de O'Rahilly

Longitud: 24 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 7-1 a 7-7

Los planos de sección que ofrecemos de este embrión de 24 mm, nos muestran las imágenes de la rodilla derecha (figs. 7-1 a 7-5) y de la izquierda (figs. 7-6 y 7-7). El grado evolutivo alcanzado por este embrión es menor que el del anterior, si bien queremos recalcar algunas consideraciones.

Con relación al grado evolutivo alcanzado por la pieza articular intermedia (5) (figs. 7-1 a 7-4) hemos de destacar cómo sus porciones excéntricas inician un proceso de densificación, por proliferación celular, que les llevará a organizar los correspondientes meniscos articulares (figs. 7-3 a 7-5).

Se nos hace patente, como ya comentamos en el protocolo anterior, la presencia del robusto tendón rotuliano (0) (fig. 7-1) que se dirige en dirección a la tuberosidad anterior de la tibia, en desarrollo.

Dorsal a la articulación de la rodilla, y en pleno rombo poplíteo, se nos muestra, claramente, el curso del nervio ciático poplíteo interno (7) (figs. 7-3 y 7-5).

Si las imágenes que acabamos de ofrecer en relación con la rodilla derecha corresponden a cortes parasagitales de la misma, las dos imágenes que ahora presentamos de la rodilla izquierda, sin embargo, y como consecuencia de la disposición del miembro inferior del embrión, son cortes frontales (figs. 7-6 y 7-7). Las imágenes citadas las exponemos, básicamente, con objeto de resaltar la

presencia, aún en fase blastémica, del ligamento cruzado posterior (D), el cual desde su anclaje tibial salta (figs. 7-6 y 7-7) en busca de la cara axil del cóndilo femoral interno.

PROTOCOLO -8-

Embrión humano: EA-3

Estadio: 22 de O'Rahilly

Longitud: 24.5 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 8-1 a 8-8

La pieza articular intermedia (5), situada entre el fémur y la tibia (figs. 8-1 a 8-3) aparece como una estructura densa, sin el menor atisbo, por el momento, de deslaminación que organice siquiera una minúscula hendidura articular.

Inmediatamente ventral a la extremidad distal del fémur aparece la rótula (3) (fig. 8-6) al borde superior de la cual llega el

tendón del músculo cuádriceps (9). El citado tendón resbala sobre la cara superficial rotuliana reforzándola y adoptando, por ello, ciertamente un aspecto condensado.

Observamos, igualmente, cómo en busca del extremo proximal del peroné se dirigen e insertan las fibras que están organizando el músculo biceps femoral (BF) (figs. 8-7 y 8-8). Además podemos comprobar cómo rodeando el futuro cuello del peroné, cruza la región el nervio ciático poplíteo externo (8) (figs. 8-7 y 8-8).

Asimismo se nos hace evidente la presencia de los ligamentos cruzados, en organización, tanto el posterior (D) (figs. 8-4 y 8-5), que queda rodeado ventral y dorsalmente por un magma de tejido conjuntivo laxo, como el anterior (C) (figs. 8-7 y 8-8), que alcanza la cara axil del cóndilo externo, en desarrollo.

A nivel del hueco poplíteo seguimos el curso de los vasos del mismo nombre (V) (figs. 8-1 y 8-2). En íntima relación y superficial a ellos se aprecia el curso del nervio ciático poplíteo interno (7) (fig. 8-

1). Aún más superficial cursa el nervio ciático popliteo externo (8) (figs. 8-1, 8-7 y 8-8).

PROTOCOLO -9-

Embrión humano: HE-1

Estadio: 23 de O'Rahilly

Longitud: 28 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 9-1 a 9-13

En la rodilla derecha de este embrión del estadio 23 de O'Rahilly se nos muestran sendos ligamentos cruzados (C) y (D), el tendón rotuliano (0) (fig. 9-1), los meniscos (A) y (B) (figs. 9-1 a 9-4), y sobre la cara lateral del cóndilo externo, el blastema correspondiente al ligamento lateral externo (E) (figs. 9-1, 9-3 y 9-4). Finalmente, en la fig. 9-5, observamos con nitidez el curso de la arteria genu media (GM) que se encarga de la vascularización de los ligamentos cruzados

de la articulación; esta arteria, desprende un pequeño ramúsculo que alcanza en su inserción, al ligamento cruzado posterior (D).

En la rodilla del lado izquierdo podemos observar la rótula (3), en el borde superior de la cual se implanta el tendón del cuádriceps (9) (figs. 9-6, 9-8, 9-10 y 9-11). De su borde inferior parte el más importante refuerzo anterior de la rodilla, que es el tendón rotuliano (0) (figs. 9-9 a 9-11), que finalmente alcanza la margen anterior de la extremidad proximal de la tibia.

Podemos observar también la organización del ligamento cruzado posterior (D) (figs. 9-6 a 9-10), que partiendo de la superficie retroespinal de la tibia termina alcanzando la cara axil del cóndilo interno. Asimismo, se observa el ligamento cruzado anterior (C) (figs. 9-10 y 9-11). Ventral con respecto a la disposición de sendos ligamentos se encuentra el ligamento rotuliano (0). De este modo, se delimita un espacio triangular de vértice posterior, relleno por un tejido conjuntiva laxo.

En estas secciones de la rodilla del lado izquierdo queremos resaltar la presencia del menisco externo (A) (fig. 9-13).

Además, entre los elementos que conforman y rellenan el hueco poplíteo debemos resaltar la presencia de la arteria poplitea (AP) (figs. 9-6, 9-8 y 9-9), aún muy disminuida de calibre, la llegada a la región del nervio ciático mayor (6) (figs. 9-8 y 9-9) y sus ramas de división, esto es, el nervio ciático poplíteo interno (17) (fig. 9-10) y el ciático poplíteo externo (8) (9-12 y 9-13).

Otro de los elementos en relación con la articulación de la rodilla es el peroné (4). En busca de su borde superior se dirige el blastema del futuro ligamento lateral externo (E) de la articulación de la rodilla (figs. 9-12 y 9-13).

PROTOCOLO -10-

Embrión humano: NA-1.

Estadío: 23 de O'Rahilly

Longitud: 29 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 10-1 a 10-10

Las imágenes que ilustran el presente protocolo, correspondientes a un embrión de 29 mm. de longitud del estadio 23 de O'Rahilly, nos muestran distintas secciones a nivel del sistema articular de la rodilla en desarrollo.

Una observación detenida de las correspondientes cámaras articulares en desarrollo, de la rodilla nos van a poner de manifiesto algunos hechos significativos. En primer lugar, nos llama la atención el grado de desarrollo adquirido por los meniscos articulares interno (B) y externo (A) de la rodilla, derivados de la pieza articular intermedia (figs. 10-4, 10-5, 10-8, 10-9 y 10-10). En las márgenes de los meniscos termina insertándose la cápsula articular en desarrollo (K) (figs. 10-4, 10-5, 10-8 , 10-9 y 10-10).

Se nos dibuja también, claramente, en el plano el curso y disposición de los ligamentos cruzados (C) (D), inmersos en plena fosa

intercondílea (figs. 10-6, 10-7 y 10-8) envueltos en un magma mesenquimal laxo en el que existen una gran cantidad de elementos vasculares. En la rodilla del lado derecho (figs. 10-1 y 10-2), se observa el recorrido del ligamento cruzado posterior (D), que se dispone alcanzando la cara axil del cóndilo femoral interno, e incluso, a mayor aumento (figs. 10-2), se observa con claridad no sólo su inserción femoral sino el aspecto que tiene la masa conjuntiva que lo organiza. En la rodilla izquierda observamos la inserción femoral del ligamento cruzado posterior (D) (figs. 10-5 a 10-8) e igualmente la correspondiente al ligamento cruzado anterior (C) (figs. 10-5 a 10-8).

En la rodilla derecha se nos manifiesta parte del curso del tendón de origen del músculo poplíteo (P) (fig. 10-3), que está contorneando la cara lateral externa de la epífisis proximal de la tibia (2) para introducirse, en busca de su inserción condílea, a través del magma de tejido conjuntivo que está íntimamente relacionado con la presencia de los ligamentos cruzados. Podemos ver también el blastema premuscular, próximo a su inserción tibial, del citado músculo (P) (figs. 10-3 y 10-5).

PROTOCOLO -11-

Embrión humano: X-4

Estadio: 23 de O'Rahilly.

Longitud: 31 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor.

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 11-1 a 11-8

Llegados al final del período embrionario (estadio 23 de O'Rahilly), como es el caso del este embrión de 31 mm. de longitud, observamos en su rodilla izquierda (figs. 11-1 a 11-3) la imagen triangular de los meniscos interno (B) y externo (A). Cada uno de ellos por su margen lateral está anclado a la cápsula articular (K), la cual, en estos cortes frontales se dispone partiendo de las márgenes laterales de la rótula, rodeando los cóndilos del fémur (1) (2). Asimismo se observan las aletas rotulianas (J) (figs. 11-1 y 11-2).

Del conjunto de las formaciones ligamentosas articulares de la rodilla destacamos, en estas secciones de la rodilla izquierda (fig. 11-

3), la disposición del ligamento cruzado posterior (D) el cual, como sabemos, partiendo de la superficie retroespinal de la tibia termina alcanzando la cara axil del cóndilo interno femoral, quedando en situación inmediatamente concéntrico a él un tejido conjuntiva laxo, que rellena la fosa intercondílea, en el cual incluso podemos observar a la arteria genu media (GM) (figs. 11-1 y 11-3).

La rodilla derecha de este embrión, como consecuencia de su posición, se nos muestra cortada parasagitalmente (figs. 11-4 a 11-8), con lo cual podemos observar las formaciones que en la izquierda no se nos hacían patentes, tales como el ligamento cruzado anterior (C) (fig. 11-4), que desde la superficie preespinal de la tibia termina alcanzando la cara axil del cóndilo femoral externo. También podemos observar los meniscos interno (B), (figs. 11-6 a 11-8), y externo (A) en las (figs. 11-4 y 11-5).

Debemos además precisar y anotar algunos extremos en relación con la morfotopografía en la articulación de la rodilla. En este sentido señalamos el curso de la arteria poplítea (AP), en íntima relación con el nervio ciático popliteo interno (7) (fig. 11-6) y sus

ramas, así como la arteria tibial anterior (AT) (fig. 11-5). Por otro lado, podemos observar la rama lateral de la arteria genu superior; el músculo poplíteo (P) sobre el cual se apoya el paquete vasculonervioso poplíteo (figs. 11-6 y 11-7); y el músculo soleo (S) sobre cuyo ojal cruza el nervio tibial posterior (TP) (fig. 11-5).

PROTOCOLO -12-

Feto humano: RI-1

Estadío: Período fetal (9 semanas)

Longitud: 38 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 12-1 a 12-9

Al iniciarse el período fetal se perfila el más importante refuerzo anterior de la articulación de la rodilla: el ligamento rotuliano (0) (fig. 12-1), el cual alcanza el esbozo de la tuberosidad anterior de la tibia.

Como venimos diciendo, a partir de la pieza articular intermedia, sigue la organización de los meniscos articulares, de los cuales en esta primera serie de imágenes, referidas a la rodilla izquierda, se nos muestra el menisco externo (A) (figs. 12-2, 12-3 y 12-4). Podemos apreciar, no sólo el grado de madurez que ha adquirido hasta el momento, sino además cómo a lo largo de su margen más excéntrica termina implantándose la cápsula articular (K) (figs. 12-2 y 12-3).

La rótula aparece claramente cubierta por las porciones terminales del tendón cuadricipital, que organizarán el tendón rotuliano (O) y que aparecen fuertemente adheridas al pericondrio rotuliano. Subyacente, no sólo a la rótula sino también a la margen más anterior del cóndilo externo y entre ellos y la tibia, se nos está conformando en estos cortes transversales una superficie triangular, de base anterior, rellena por un magma de tejido conjuntiva laxo, esbozo, pensamos, de las formaciones adiposas del sistema articular de la rodilla.

El grado evolutivo alcanzado por los ligamentos cruzados de la rodilla es muy manifiesto. De ellos, en esta serie de imágenes, se nos

muestra con toda claridad, alcanzando la cara axil del cóndilo femoral externo, en plena fosa intercondílica, la disposición del ligamento cruzado anterior (C) (figs. 12-2 y 12-3).

Debido a la disposición de los miembros inferiores de este feto, mientras la rodilla izquierda aparece cortada sagitalmente, la derecha (figs. 12-5 a 12-9) aparece cortada frontalmente con una discreta oblicuidad. En ella se nos muestran con su forma y estructura típica, los meniscos: externo (A) (figs. 12-5 , 12-6 , 12-8 y 12-9) e interno (B) (figs. 12-5 y 12-6), en la cara excéntrica de los cuales, termina implantándose la cápsula articular (K) (figs. 12-5 , 12-6 , 12-8 y 12-9). En plena fosa intercondílica, y rodeados por un magma de tejido conjuntiva laxo con una gran cantidad de elementos vasculares (fig. 12-7), ramas de la arteria genu media, observamos los ligamentos cruzados: posterior (D) (figs. 12-5 a 12-7) que alcanza la cara axil del cóndilo interno, y anterior (fig. 12-9) en el momento en que alcanza la cara axil del cóndilo femoral (C).

PROTOCOLO -13-

Embrión humano: GV-3

Estadío: Periodo fetal (10 semanas)

Longitud: 41 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 13-1 a 13-15

Las imágenes que presentamos a continuación corresponden a cortes frontales oblicuos (rodilla derecha: figs. 13-1 a 13-9; y rodilla izquierda: figs. 13-10 a 13-15) de un feto de 9 semanas.

Como consecuencia de la evolución de la pieza articular intermedia durante el período embrionario se han organizado cada uno de los meniscos, interno (B) y externo (A) (figs. 13-4 a 13-8, 13-12 y 13-13).

Del conjunto de los refuerzos ligamentosos del sistema articular de la rodilla aparecen: a) el conjunto de fibras del tendón del

cuádriceps, que se insertan y resbalan sobre la cara superficial de la rótula (figs. 13-1 y 13-10) con sus correspondientes expansiones laterales o aletas rotulianas (J) (figs. 13-1 y 13-10), b) el ligamento rotuliano (O) (figs. 13-4, 13-6 , 13-7 , 13-8 , 13-9 y 13-12) que finalmente acaba fijándose en la superficie de la tibia que organizará la tuberosidad anterior (figs. 13-9 y 13-13), c) profundo con relación a dicho tendón, en relación con los ligamentos cruzados de la articulación, se está organizando una masa de tejido conjuntiva laxo, anticipo del ligamento adiposo (LA) (figs. 13-4 a 13-6), d) el esbozo del ligamento lateral interno (LI) (figs. 13-4 a 13-6 , 13-12 y 13-13), que aparece como una condensación de la cápsula articular, e) el ligamento lateral externo (E), manifiestamente independiente de la cápsula articular, que se observa superficial al tendón de inserción del músculo poplíteo (P) (figs. 13-13 y 13-14).

En cualquier caso quizás lo más trascendente, sobre todo por su importancia funcional en la articulación de la rodilla, sean los ligamentos cruzados. De ellos podemos seguir tanto el ligamento cruzado posterior (D), desde su inserción en la cara axil del cóndilo interno (figs. 13-2) hasta que, corriendo por el espacio intercondílico,

termina insertándose en la superficie retroespinal de la tibia (figs. 13-7 y 13-12). Igualmente podemos seguir, desde su inserción en la cara axil del cóndilo externo (figs. 13-4 y 13-5), el ligamento cruzado anterior (C) el cual, tras cruzar la fosa intercondílica alcanza la superficie preespinal de la tibia (fig. 13-6), en relación con el cuerno anterior del menisco externo.

Otro importante refuerzo del sistema articular de la rodilla es el músculo poplíteo (P), que desde su origen tibial (figs. 13-9, 13-13 a 13-15) alcanza por su tendón de origen la cara lateral del cóndilo externo (figs. 13-12 y 13-13), quedando profundo al ligamento lateral externo (E) (figs. 13-13 y 13-14). Se está organizando la región del rombo poplíteo, en la cual observamos el músculo semimembranoso y su tendón de inserción (SM) (fig. 13-9), y el músculo cuádriceps femoral y su tendón (BF) en busca del peroné. Se empiezan a observar los músculos gemelos de la pierna (N) (fig. 13-15). En pleno rombo poplíteo, y en relación por tanto con los blastemas musculares que acabamos de mencionar, se disponen desde la profundidad a la superficie, la arteria poplíteo (AP) (figs. 13-8 , 13-9 , 13-12 a 13-15), la vena poplíteo, (V) (figs. 13-8 , 13-9 y 13-12) y las ramas de división

del tronco del nervio ciático (6) (figs. 13-9 y 13-12), es decir, los nervios: ciático poplíteo interno (7) (figs. 13-9, 13-12, 13-13 , 13-15) y ciático poplíteo externo (8) (flgs. 13-9, 13-12 y 13-13).

PROTOCOLO -14-

Feto humano: AM-1

Estadio: Período fetal (10 semanas)

Longitud: 41 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 14-1 a 14-5

Las imágenes que presentamos de este feto humano en las últimas horas de la novena semana del desarrollo nos van a mostrar algunos extremos particulares en relación con la articulación de la rodilla. Así, por ejemplo, son muy manifiestos cada uno de los meniscos, con su forma típica a la sección frontal y sus manifiestas adherencias, por su cara excéntrica, a la cápsula articular. La cara superior de la rótula (3) (fig. 14-1) aparece muy condensada como

consecuencia de las expansiones del tendón del cuádriceps, algunas de las cuales, como sabemos, se adhieren fuertemente a su pericondrio. De las márgenes laterales de la citada rótula, y apareciendo como condensaciones de la cápsula articular, parten las aletas rotulianas (J) (fig. 14-1). Caudal con relación a la rótula se dispone el tendón rotuliano (O) (figs. 14-2 , 14-4 y 14-5), en su recorrido en busca de la cara anterior de la tibia.

En esta serie de imágenes podemos además seguir con precisión el curso de los ligamentos cruzados, sobre todo del anterior (C) (figs. 14-2 a 14-4), que partiendo de la superficie preespinal de la tibia alcanza la cara axil del cóndilo femoral externo (figs. 14-2 y 14-3), cruzando oblicuamente la fosa intercondílica. Inmediatamente dorsal a él se aprecian las inserciones femorales del ligamento cruzado posterior (D) (figs. 14-2 a 14-4), en la cara axil del cóndilo interno, pudiendo apreciarse incluso sus inserciones tibiales en la superficie retroespinal de la tibia. Dorsal a ellos, y ocupando ese espacio de la fosa intercondílica se marca el recorrido de la arteria genu media (GM) (figs. 14-2 y 14-3).

En íntima relación con la margen externa del menisco externo (A), y claramente independiente del mismo y de la cápsula articular, observamos el ligamento colateral externo de la articulación de la rodilla (E) (fig. 14-5), en busca de la apoófisis estiloides del peroné.

Del conjunto de elementos que están situados en el hueco poplíteo destacamos la presencia del nervio ciático poplíteo interno (7) (fig. 14-5) y los vasos poplíteos (figs. 14-2 y 14-3), del citado conjunto vásculo-nervioso, la arteria es el elemento más profundo y el nervio el más superficial. A uno y otro lado se dispone el músculo triceps sural en desarrollo (fig. 14-5).

PROTOCOLO -15-

Feto humano: GV-1

Estadío: Período fetal (10 semanas)

Longitud: 45 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 15-1 a 15-7

La serie de imágenes que presentamos de este feto humano de 45 mm nos permite analizar algunos detalles puntuales. Así, como consecuencia de la evolución de la pieza articular intermedia se nos marca el fibrocartilago articular interno (B) (figs. 15-1 a 15-6) con un notable grado de desarrollo, en cuya superficie excéntrica termina insertándose una cápsula articular (K). En esta serie de cortes incluso podemos observar el momento en que es interesado el cuerno anterior del menisco interno (B), implantándose en la superficie preespinal de la tibia (fig. 15-3).

Si fijamos nuestra atención ahora (figs. 15-1 , 15-6 y 15-7) en la porción articular externa de la rodilla podremos observar con nitidez la imagen típicamente triangular del menisco externo (A), en cuya cara superficial termina implantándose la cápsula articular de la rodilla (figs. 15-1 y 15-7). La fig. 15-6 nos muestra el cuerno posterior del menisco externo, del cual parte un tracto que va al encuentro de la margen externa y anterior del ligamento cruzado posterior (D), anticipándonos con su presencia el ligamento menisco-femoral de Wrisberg o tercer

ligamento cruzado de la rodilla de Robert. Rellenando el espacio intercondilico nos aparece un tejido conjuntiva laxo, con algunos elementos vasculares ramas de la arteria genu media.

De los ligamentos cruzados, podemos seguir el ligamento cruzado posterior (D), desde su inserción en el espacio retroespinal de la tibia (2) (fig. 15-6) hasta su implantación en la cara axil del cóndilo femoral interno (1) (fig. 15-1). Del ligamento cruzado anterior (C) sólo observamos su inserción en la superficie preespinal de la tibia (2) (fig. 15-3), en íntima relación con el cuerno anterior del menisco interno (B).

Reforzando a estos niveles la margen lateral de la cápsula (K) de la articulación de la rodilla se nos muestran no sólo las inserciones en el peroné del ligamento lateral externo (E) (fig. 15-6) sino también el curso, desde su origen en la cara lateral del cóndilo externo (fig. 15-1), del tendón del músculo popliteo (P) (fig. 15-6).

PROTOCOLO -16-

Feto humano: MA-3

Estadío: Periodo fetal (10 semanas)

Longitud: 46 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 16-1 a 16-8

La serie de imágenes que presentamos de este feto, tan sólo 1 mm mayor que el descrito en el protocolo anterior y por tanto con un grado de desarrollo análogo, nos van a permitir observar determinados aspectos en relación con la morfotopografía de la articulación objeto de nuestro estudio.

En primer lugar, creemos importante resaltar el grado de desarrollo alcanzado por las aletas de la rótula (J) (figs. 16-2 , 16-4 , 16-6 a 16-8), así como la presencia, en el espacio que media entre rótula (3), cóndilo femoral interno (1) y cóndilo tibial externo (2), de

una masa de tejido conjuntivo laxo de estructura análoga a la que se dispone en relación con los ligamentos cruzados (fig. 16-1).

Tanto en una como en otra rodilla aparecen los ligamentos cruzados. Pero además, en el lado izquierdo (figs. 16-2 y 16-3) se manifiestan las inserciones femorales tanto del ligamento cruzado posterior (D) como del anterior (C), con su forma y aspecto característicos. Por su parte, en el lado derecho observamos la inserción en la cara axil del cóndilo externo del ligamento cruzado posterior (D) (figs. 16-4 y 16-5) así como el curso (figs. 16-4 y 16-5) e inserción, en la cara axil del cóndilo externo, del ligamento cruzado anterior (C).

La cápsula de la articulación (K), muy manifiesta y claramente desarrollada, presenta una evidente condensación en su margen anterior -porción que se aplica y fija en la cara superficial de la rótula (3)-, correspondiente al tendón de inserción del músculo cuádriceps (figs. 16-1 , 16-4 , 16-6 , 16-7 y 16-8), así como el aspecto condensado de la misma, en su margen interna (fig. 16-1), anticipo del ligamento lateral interno de la articulación (LI).

Por lo que se refiere a la morfotopografía del hueso poplíteo debemos destacar la presencia del nervio ciático poplíteo interno (7), profundo al cual se dispone la arteria tibio-peronea (TP), apoyados sobre la masa muscular que está conformando, en su porción de origen, el músculo poplíteo (P). Inmediatamente suprayacente a la extremidad proximal de la diáfisis del peroné reconocemos el curso de la arteria tibial anterior (AT) (fig. 16-1).

PROTOCOLO -17-

Feto humano: X-8

Estadío: Período fetal (11 semanas)

Longitud: 50 mm

Cortes: Sagitales de 10 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 17-1 a 17-11

En la presente serie de imágenes analizaremos la morfotopografía y grado de desarrollo alcanzado por el sistema ligamentoso de la rodilla, centrado básicamente, en la del lado derecho

(figs. 17-1 a 17-9); dejando tan sólo algunos aspectos puntuales que se aprecian mejor en la rodilla del lado izquierdo (figs. 17-10 y 17-11).

La porción de la pieza intermedia que se condensó y adoptó estructura de fibrocartilago, también puede ser observada con su estructura típica. En este sentido podemos ver la superficie excéntrica, no articular del menisco externo (A) (fig. 17-1) así como sus cuernos anterior y posterior (figs. 17-2 y 17-3), que finalmente acaban anclándose en la superficie de la tibia (fig. 17-3). Por el contrario, del menisco interno (B) (fig. 17-7) tan sólo son interesados en el corte sus cuernos anterior y posterior. En la cara no articular de cada uno de los meniscos termina implantándose la cápsula articular (K) (figs. 17-10 y 17-11).

Por lo que se refiere a los ligamentos cruzados de esta articulación comprobamos la disposición, entre ambos cuernos del menisco externo, del ligamento cruzado anterior (C) (figs. 17-3 y 17-4), rodeado por un magma de tejido conjuntivo laxo en el cual hay una gran cantidad de vasos, ramas de la arteria genu media. En la rodilla izquierda, se observa el ligamento cruzado anterior (C) que se extiende

desde la superficie preespinal de la tibia hasta la cara axil del cóndilo femoral externo (figs. 17-10 y 17-11).

Cruzándose en aspa con el ligamento cruzado anterior, y saltando desde la superficie retroespinal de la tibia hasta la cara axil del cóndilo interno se sitúa el ligamento cruzado posterior (D) (figs. 17-5, 17-6, 17-8 y 17-9).

La cápsula de la articulación (K) presenta un notable grado de organización; en relación con ella, y en esta serie de imágenes, destacamos la presencia del tendón rotuliano (O) (figs. 17-5, 17-8 y 17-10), profundo al cual, y en el espacio que media entre la rótula y la meseta tibial, se dispone un magma de tejido conjuntivo laxo, anticipo, creemos, de la organización del ligamento adiposo (LA) (figs. 17-3 a 17-5). Dorsolateralmente, la cápsula articular se invaginará en el fondo de la fosa intercondílica, dejando en posición extraarticular sendos ligamentos cruzados (figs. 17-5 y 17-6). Inmediatamente dorsal a ella se aprecian algunas ramas de la arteria genu media (figs. 17-5 y 17-6).

En relación con la morfotopografía del hueso poplíteo, también podemos señalar la presencia del músculo poplíteo (P) (figs. 17-1 , 17-2, 17-3 , 17-7 y 17-10) sobre el cual se apoyan: el nervio ciático poplíteo interno (7), los vasos poplíteos (V) (figs. 17-1 y 17-2), y el nervio ciático poplíteo externo (8) (figs. 17-1, 17-2 , 17-3 , 17-7 y 17-8).

Debemos señalar los orígenes fibulares de los músculos: sóleo (S) (fig. 17-2) y tibial posterior (MT) (fig. 17-5).

PROTOCOLO -18-

Feto humano: MA-1

Estadío: Período fetal (11 semanas)

Longitud: 52 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 15 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 18-1 a 18-7

Como consecuencia de la disposición de los miembros inferiores las figs. 18-1 a 18-3 muestran cortes parasagittales de la rodilla del lado izquierdo mientras que las figs. 18-4 a 18-7 son cortes frontales de la rodilla.

En la rodilla del lado izquierdo se observa el menisco interno (B) (figs. 18-1 y 18-2), con sus cuernos anterior y posterior (fig. 18-3). En la rodilla derecha, sin embargo, al tratarse de cortes frontales simplemente aparece, con un aspecto triangular típico a la sección, el menisco interno (B) (figs. 18-5 a 18-7). En cualquiera de los casos, en la cara lateral o superficie excéntrica de dichos meniscos se fija la cápsula articular (K), resultando clara y manifiesta la diferente estructura que presentan cápsula y meniscos (fig. 18-5), fibrosa la primera y fibrocartilaginosa los segundos.

Ocupando en parte la fosa intercondílica se dispone el ligamento cruzado posterior (O) (figs. 18-4 y 18-6), que se fija en la cara axil del cóndilo interno (fig. 18-6). Además llama la atención una

masa de tejido conjuntivo laxo que se dispone en relación con el ligamento (figs. 18-4 y 18-6), la cual en su porción subrotuliana, y tratando de septar una y otra superficie articular cóndilo-tibial, conforma el ligamento adiposo (LA). Inmediatamente ventral a él aparece, buscando su inserción en la tuberosidad anterior de la tibia, el tendón rotuliano (0) (fig. 18-7).

Del conjunto de los elementos que conforman el hueco poplíteo observamos, de la superficie a la profundidad: el nervio ciático poplíteo interno (7), la vena poplíteica (V), y la arteria poplíteica (AP) (fig. 18-1).

PROTOCOLO -19-

Feto humano: BB-3

Estadío: Período fetal (11 semanas)

Longitud: 53 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 15 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 19-1 a 19-7

Las imágenes que ilustran el presente protocolo, correspondientes a un feto de once semanas de desarrollo, nos muestran el importante grado organizativo alcanzado por el conjunto de estructuras que conformara el sistema articular de la rodilla.

En estos momentos del desarrollo se nos muestra la imagen correspondiente a los meniscos, en relación con los cuales podemos observar el cuerno anterior (fig. 19-3) y el posterior (figs. 19-1 y 19-2) del menisco interno (B), así como su contorno (figs. 19-4 y 19-5), y el correspondiente al menisco externo (A) (figs. 19-6 y 19-7). En cualquiera de las imágenes que ofrecemos de ellos se nos muestra no sólo su aspecto citoestructural sino también sus relaciones con la cápsula articular (K) (figs. 19-1 , 19-2 y 19-4 a 19-7). De modo análogo, en estos momentos, identificamos el fondo de saco que se organiza tras la implantación en la tibia de la cápsula articular (figs. 19-4).

Ocupando gran parte del espacio que media entre fémur y tibia, y rodeados por un magma de tejido conjuntiva laxo cuya porción más central es la expresión y manifestación del ligamento adiposo de la articulación de la rodilla (LA) (figs. 19-1 y 19-3), se disponen los ligamentos cruzados; de los cuales, como consecuencia del corte observamos con mayor claridad el posterior (D), que se extiende desde su inserción en la superficie retroespinal de la tibia (fig. 19-3) hasta la cara axil del cóndilo interno (1) (figs. 19-1 y 19-2). Inmediatamente ventral a él, e iniciando su correspondiente cruce, se dispone el ligamento cruzado anterior (C) (fig. 19-3).

Otro refuerzo articular importante de esta articulación lo constituye el ligamento rotuliano (0) (figs. 19-1 y 19-3), que viene a ser la continuación de las fibras tendinosas, que previamente organizaron y se insertaron en el borde superior de la rótula (figs. 19-1 y 19-3), del músculo cuádriceps femoral.

Del conjunto de los elementos que conforman el rombo poplíteo destacamos la presencia del paquete vascular poplíteo (fig. 19-6), así como los nervios ciático poplíteo interno (7) (figs. 19-3 y

19-6) y el ciático poplíteo externo (8) (figs. 19-6 y 19-7). Formando el suelo del hueco poplíteo, aparece el músculo poplíteo (P) (fig. 19-6).

PROTOCOLO -20-

Feto humano: SA-4

Estadío: Período fetal (12 semanas)

Longitud: 70 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 15 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 20-1 a 20-10

Las cuatro primeras imágenes de esta serie corresponden a cortes frontales realizados sobre la rodilla izquierda de un feto de 70 mm. de longitud que cursa durante la duodécima semana del desarrollo. Las secciones por tanto, son adecuadas para analizar los elementos que se sitúan no sólo a nivel de la fosa intercondílica sino también aquellos que establecen la congruencia en el par kinemático articular.

La imagen de la cápsula aparece muy bien definida (K) (fig. 20-2) y una observación detenida de la misma nos permite identificar la condensación correspondiente al ligamento lateral externo (E) (fig. 20-3) así como la expansión del tendón rotuliano (O) (figs. 20-1 y 20-2). Igualmente, apreciamos las inserciones meniscales del ligamento capsular (figs. 20-2 y 20-3).

Por lo que se refiere a los elementos que rellenan y ocupan, casi totalmente, la fosa intercondílica debemos señalar la típica disposición que presenta, en busca de la cara axil del cóndilo externo, el ligamento cruzado anterior (C) (fig. 20-1). Además, en el espesor del tejido conjuntiva laxo que lo rodea se identifican pequeñas ramas de la arteria genu media. (fig. 20-1).

Como elementos que establecen la congruencia del par kinemático articular aparecen los meniscos (A) y (B) (figs. 20-2 y 20-3).

La rodilla del lado derecho como consecuencia de la disposición de los miembros inferiores de este feto, aparece cortada

sagitalmente. En ella observamos la situación y morfología del menisco articular externo (A) (figs. 20-8 a 20-10), el cual es interesado a nivel de sus cuernos, y más concretamente a nivel del punto en el que tiene lugar su adherencia sobre la superficie retro y preespinal de la tibia.

En estos cortes sagitales se observa el cruce que realizan entre sí los ligamentos cruzados de esta articulación. En este sentido podemos seguir, desde su anclaje e inserción en la superficie retroespinal de la tibia (figs. 20-6 y 20-7) hasta su inserción en la cara axil del cóndilo interno (fig. 20-4 y 20-5), al ligamento cruzado posterior (D) el cual se cruza en aspa con el ligamento cruzado anterior (C), que podemos comenzar a observarlo originándose en la superficie preespinal de la tibia (figs. 20-6 y 20-7).

Ventral a la situación de ambos ligamentos, y entre la margen inferior de la rótula (3) y la superior de la tibia (2), se dispone un tejido conjuntiva laxo que comienza a estar perfectamente delimitado de aquel que entorna a los ligamentos cruzados, y que con algunos elementos vasculares en su espesor nos sigue dibujando, en estos momentos del desarrollo, la situación del ligamento adiposo (LA)

(figs. 20-4 a 20-6). Inmediatamente ventral a él aparece el tendón rotuliano (0) (fig. 20-4), que como sabemos no es más que la continuación, reforzando ventralmente la cápsula articular, del tendón del músculo cuádriceps femoral (9) (figs. 20-4 , 20-6 y 20-8).

En relación con los elementos del rombo poplíteo debemos destacar la presencia, formando el suelo de dicha región topográfico, del músculo poplíteo (P) (fig. 20-9) sobre el cual se disponen, escalonadamente desde la profundidad a la superficie, los vasos poplíteos (V) (figs. 20-8 y 20-9), el nervio ciático poplíteo interno (7) y el nervio ciático poplíteo externo (8) (figs. 20-8 y 20-9). Formando parte del rombo poplíteo nos parece interesante señalar el origen del músculo gemelo interno (N) (fig. 20-4).

PROTOCOLO -21-

Feto humano: OL-1

Estadío: Período fetal (13 semanas)

Longitud: 83 mm

Cortes: Transverso-horizontales de 15 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 21-1 a 21-10

En este protocolo las figuras 21-1 a 21-5, corresponden a cortes frontales realizados sobre la rodilla del lado izquierdo y las figuras 21-6 a 21-10 a cortes sagitales de la rodilla del lado derecho.

Destacamos la presencia de los meniscos: interno (B) (figs. 21-1 y 21-2) y externo (A) (fig. 21-3) de la rodilla izquierda, cortados frontalmente, y las inserciones tibiales de sus cuernos anteriores (figs. 21-4 y 21-5). Por lo que se refiere a la rodilla derecha, es interesante el menisco interno (B) (figs. 21-6 y 21-7) así como sus cuernos anterior y posterior (figs. 21-8 , 21-9 y 21-10). En cualquiera de las imágenes observamos, con claridad, la inserción que realiza la cápsula articular sobre la superficie no articular de estos meniscos.

Entre los refuerzos capsulares de esta articulación consideramos oportuno señalar la presencia, a nivel de sus inserciones tibiales, del ligamento lateral interno (LI) (fig. 21-2). Entre el citado ligamento y el menisco queda un espacio ocupado por tejido conjuntivo laxo en cuyo espesor se ven algunas ramas de la arteria

genu superior. Igualmente observamos los orígenes femorales del ligamento lateral externo (E) (figs. 21-9 y 21-10).

De los refuerzos posteriores de esta articulación, y concretamente en la rodilla del lado izquierdo, debemos señalar el origen tibial del ligamento cruzado anterior (C) (fig. 21-4) el cual termina insertándose en la cara axil del cóndilo externo (fig. 21-3). Igualmente observamos las fijaciones tibiales del ligamento cruzado posterior (D) (fig. 21-3) y su inserción en la cara axil del cóndilo interno (fig. 21-1).

En la porción central de la fosa intercondílica se encuentra dispuesto un magma de tejido conjuntiva laxo, con algunos elementos vasculares, correspondiente al ligamento adiposo de esta articulación (LA) (fig. 21-4).

Finalmente, a nivel del hueco poplíteo y apoyándose sobre el músculo poplíteo (P) (figs. 21-7 y 21-8), se disponen, desde la profundidad a la superficie, la arteria poplíteo (AP), la vena poplíteo

(V) (figs.21-7 y 21-8), y el nervio ciático poplíteo interno (7) (fig. 21-8).

PROTOCOLO -22-

Feto humano: ZO-2

Estadio: Período fetal (14 semanas)

Longitud: 102 mm

Cortes: Sagitales de 15 micras de espesor

Tinción: Hematoxilina de Harris y eosina

RESULTADOS

Figs. 22-1 a 22-11

Secciones sagitales de las articulaciones de la rodilla derecha e izquierda de un feto que inicia la duodécimo cuarta semana del desarrollo servirán para confirmar que en realidad todo está definido en la morfoestructura de dicha articulación, en espera de que culmine el proceso osteogénico del par kinemático articular.

Planos parasagitales de las rodillas: izquierda (figs. 22-1 a 22-5) y derecha (figs. 22-6 a 22-11) nos muestran la organización

definitiva de la región, en la que destaca la presencia de los ligamentos cruzados: posterior (D) (figs. 22-2 , 22-3, 22-9 a 22-11), y anterior (C) (figs. 22-9 a 22-11) con sus correspondientes elementos vasculares nutricios (fig. 22-11), ramas de la arteria genu media.

Igualmente destaca la presencia de los meniscos externos (A) tanto en la rodilla izquierda (fig. 22-4) como en la derecha (figs. 22-6 a 22-8), que permiten la congruencia de las superficies articulares homónimas del fémur y de la tibia.

Asimismo destaca la presencia del tendón rotuliano (0) (figs. 22-1 y 22-2), el cual manda una expansión hacia el menisco interno (figs. 22-2 y 22-3). Concretamente en relación con el tendón de inserción del músculo cuádriceps, y profundo al mismo, observamos la conformación del fondo de saco suprarotuliano (fig. 22-1). Y subyacente al borde inferior de la rótula, destacamos la presencia y el avanzado grado organizativo alcanzado por el ligamento adiposo (LA) (figs. 22-4 , 22-6 y 22-8).

Podemos ver la llegada al hueco poplíteo del tronco del nervio ciático (6) (fig. 22-5), que se divide en sus ramas interna (7) y externa (8), al igual que los vasos poplíteos (V), que comienzan a ser considerados como tales a partir del momento en que rebasan el hiatus de los aductores (fig. 22-5). Ya en pleno hueco poplíteo comprobamos cómo su suelo lo forma el músculo homónimo (P) (figs. 22-2 y 22-8) y cómo sobre él se sitúan, sucesivamente, la arteria poplíteo (AP), que desprende a este nivel los ramos articulares para la rodilla, la vena poplíteo (V), el nervio ciático poplíteo interno (7) (fig. 22-11), y una gran cantidad de formaciones linfáticas.

DISCUSIÓN

En este capítulo de nuestra Tesis Doctoral, realizaremos el correspondiente contraste entre los resultados que hemos obtenido sobre el desarrollo y organización de las formaciones ligamentosas y refuerzos de la articulación de la rodilla, y los publicados por los distintos autores que se han ocupado del tema, cuyas concepciones quedaron expresadas en el capítulo correspondiente a Introducción de la presente Tesis Doctoral.

En relación con los determinantes primarios que condicionan el desarrollo y establecimiento de la forma definitiva que alcanza la articulación de la rodilla, y a pesar de que ese no sea el tema central de nuestro trabajo de investigación, creemos conveniente comenzar haciendo algunas precisiones al respecto, como consecuencia de nuestras observaciones. Partimos de la base de que en consonancia con las afirmaciones de SONNENSCHNEIN (1951), el establecimiento de una determinada forma articular debe estar genéticamente condicionado, siendo un producto de la evolución filogenética, fenómeno que conllevará el que ante la actitud bípeda, desarrollada por el ser humano, será la función que deberá realizar la articulación,

lo que condicionará su forma. En este sentido, y frente a los trabajos de BERNAYS (1878), en los que se señala que la forma de la articulación de la rodilla se parece ya a la del adulto incluso antes de que aparezcan las cavidades articulares, siendo los factores hereditarios los que principalmente determinan su forma, dejándole pues un papel secundario a la actividad muscular, afirmaciones éstas ratificadas por KAZZANDER (1894), BARDEEN (1905), HESSER (1926), LANGER (1929), MARTINO (1935), FELL y CANTI (1934), McDERMOTT (1943), HAINES (1947), GRAY y GARDNER (1950) y ANDERSEN (1961). Nosotros pensamos que, puesto que ya desde el estadio 18 de O'Rahilly se observa la presencia, en el esbozo del miembro inferior, de los blastemas premusculares femorales, y la llegada de las ramas del plexo lumbo-sacro, será el trofismo que las citadas ramas nerviosas comienzan a aportar a los blastemas premusculares, así como la función contráctil de éstos, los que ejerzan un efecto positivo en la formación y determinación de la forma articular. Por todo ello coincidimos con HAMILTON y MOSSMAN (1975) en que las características primarias de la forma y tamaño de la articulación de la rodilla dependen de su capacidad de

autodiferenciación, y que la presión y contracción muscular pueden tener influencias modificadoras, debiendo ser esta última la determinante de la forma definitiva de la articulación.

Igualmente estamos de acuerdo con DRACHMAN y SOKOLOFF (1966), RUANO-GIL y cols. (1978, 1980), MITROVIC (1982) y PERSSON (1983) en que si en algún momento del desarrollo se interrumpe la influencia de determinados factores extrínsecos, como por ejemplo el movimiento, el proceso de organización se interrumpe, e incluso puede tener lugar la involución de algunas de las estructuras ya conformadas.

Tras sentar estas bases, en relación con la adquisición de una determinada morfología, por un sistema articular tan complicado biomecánicamente como el de la rodilla, y que como decíamos al principio se alejaba un tanto del tema central. de nuestro trabajo de investigación, trataremos, a partir de ahora, y siguiendo un esquema análogo al expuesto en el capítulo de "Introducción", contrastar

nuestras observaciones con las de los diferentes autores consultados por nosotros.

1.- Sobre los derivados de la pieza articular intermedia.

A.- Meniscos articulares.

En lo que se refiere a la organización de los meniscos articulares, coincidimos con BERNAYS (1878), SCHULIN (1879), BARDEEN (1905), TAURE (1930), DUBINKIN y MOTNENKO (1931), KEITH (1933) y NAVES-JANER (1946) en que son derivados blastémicos que se organizan tras un proceso de densificación, por proliferación celular de las porciones más excéntricas de la interzona trilaminar, porción a la que KAZZOTI, PAGANI y MARCHINE (1975) dieron el nombre de disco intermedio de Henke. Nuestra forma de interpretar la morfogénesis está en contradicción con los autores que consideran que los meniscos son derivados capsulares (SCHUSTER, 1878), o derivados de los músculos fémoromoro-caudales y asociados (SUTTON, 1887), o los que opinan que son el resultado de la persistencia del mesodermo situado entre las estructuras óseas, sin especificar nada más, (GRAY,

1930), o ante los que consideran que se forman en la zona fronteriza del mesénquima que se continúa con la zona intermedia de la articulación (EBERL-ROTHER y SONNENSCHNEIN, 1950).

Por otro lado, nosotros apreciamos, por primera vez en el desarrollo la densificación correspondiente al esbozo de los meniscos articulares en el estadio 21 de O'Rahilly, sin embargo hasta el estadio 22 de O'Rahilly no pueden ser identificadas sendas formaciones meniscales con cierta nitidez. Con ello confirmamos las descripciones de HAINES (1947), GRAY y GARDNER (1950), ANDERSEN (1961), GARDNER y O'RAHILLY (1968), PALACIOS y RHODE (1980), CÁCERES y CAJA (1980) y CLARK y ODGEN (1983).

En cualquier caso, y tomando como base de nuestras observaciones, es lógico aceptar las afirmaciones de GARDNER y O'RAHILLY (1968) cuando señalan que los meniscos están presentes en todos los especímenes examinados por ellos y pertenecientes al estadio 23 de O'Rahilly, si bien, destacan la presencia del menisco externo en uno de los nueve especímenes que estudian del estadio 20

de O'Rahilly. Además, DOSKOCIL (1985) indica que están perfectamente formados cuando el espacio articular no existe aún con una personalidad propia.

De acuerdo con nuestras observaciones, hasta la novena semana no pueden ser identificados sendos meniscos con nitidez (GRAY y GARDNER, 1950, PALACIOS y RHODE, 1980). No obstante, otros autores señalan un inicio más tardío en su organización: bien durante la octava semana (PALACIOS y RHODE, 1980), la novena y décima semanas (McDERMOTT, 1943), e incluso en fetos de tres meses y medio (DUBINKIN y MOTNENKO, 1931). Resulta no obstante curioso que autores como LUCIEN (1904) no los citen hasta estudiar embriones de 30 mm.

Tras iniciar sendos meniscos articulares su organización, en el estadio 21 de O'Rahilly, hemos podido observar cómo, en este mismo estadio, la cápsula articular se fija en la margen anterior del menisco externo, y en el estadio 23 de O'Rahilly nos aparecen las superficies no articulares de cada uno de los meniscos con su correspondiente

fijación capsular. Sin embargo, para McDERMOTT (1943) y GRAY y GARDNER (1950) tal fijación no tiene lugar hasta la 12ª semana del desarrollo, momento en el que encuentran penetración vascular en estos elementos fibrocartilagosos.

Hasta la 10ª semana del desarrollo (fetos humanos de 50 mm.) no se nos manifiesta claramente el anclaje de cada uno de los cuernos de los meniscos en las correspondientes superficies de la meseta tibial.

B.- Componente graso de la rodilla.

El componente graso de la rodilla, tanto el que organiza el paquete adiposo anterior, como el que hace lo propio con el ligamento adiposo, surge a partir de los restos del disco intermedio una vez que se ha formado la cavidad articular (LUCIEN, 1904), apareciendo como un tejido conjuntiva laxo, que se observa, por primera vez, en el estadio 22 de O'Rahilly, entorno a los ligamentos cruzados. Este tejido se transformará en componente graso ya en el periodo fetal (fetos humanos de 180 mm. de longitud y 19 semanas de edad), según PALACIOS y RHODE (1980).

Concretamente, el paquete adiposo anterior de la rodilla inicia su organización en el estadio 22 de O'Rahilly, como un tejido conjuntiva laxo que se sitúa entre los ligamentos cruzados, dorsalmente, y el ligamento rotuliano, ventralmente. Adopta una forma triangular, de vértice posterior. Sin embargo, a partir de la 11ª semana del desarrollo, parte de él una especie de septum medial que termina alcanzando la fosa intercondílica, y pensamos que será el elemento que organizará el futuro ligamento adiposo de esta articulación (LUCIEN, 1904, CÁCERES y CAJA, 1980).

C.- Ligamentos cruzados.

Aunque autores como SUTTON (1887) y AREY (1961) consideran que los ligamentos cruzados se forman a partir de un tejido extraarticular y que secundariamente son arrastrados hacia el interior de la articulación, para recubrirse, posteriormente, por una membrana sinovial reflejada, pudiendo ser considerados, por ello, como realmente externos a la articulación; y KEITH (1933) los considera derivados de la porción posterior de la cápsula, que ha quedado aislada en el interior de la articulación a consecuencia del crecimiento hacia el espacio

poplíteo de los cóndilos femorales; nosotros, junto con LUCIEN (1904), BARDEEN (1905), DUBINKIN y MOTNENKO (1931), McDERMOTT (1943), ANDREASSI (1958), O'RAHILLY (1951), ANDERSEN (1961) y PALACIOS y RHODE (1980) pensamos que su origen es blastémico, siendo unos derivados más de la pieza articular intermedia, ya que no sólo surgen de ella sino que inicialmente también adoptan características blastémicas, y que será secundariamente, y debido posiblemente a un proceso de invaginación de la margen posterior de la cápsula articular, cuando acabarán en situación extraarticular.

Nosotros comenzamos a observarlos, por vez primera, al igual que GRAY y GARDNER (1950) y PALACIOS y RHODE (1980) en el estadio 21 de O'Rahilly, siendo el ligamento cruzado posterior el más precoz en organizarse. No obstante, GARDNER y O'RAHILLY (1968) señalan que en al menos dos especímenes del estadio 20, de los 9 que estudiaron, puede señalarse la presencia de los ligamentos cruzados; HAINES (1947) los observa en embriones de 20 mm, como condensaciones poco marcadas en el mesénquima vascular que rellena

el espacio intercondilar; PALACIOS y RHODE (1980) señalan que aparecen definitivamente en especímenes de 8 semanas (30 mm); McDERMOTT (1943) los observa más tardíamente (9-10 semanas de desarrollo) y CÁCERES y CAJA (1980) consideran que mientras que la condensación correspondiente al ligamento cruzado posterior aparece en embriones humanos de 28 mm. la del ligamento cruzado anterior lo hace ya en el período fetal.

En el estadio 23 de O'Rahilly se aprecia con claridad cómo la arteria genu media comienza a desprender ramúsculos que vascularizan los ligamentos cruzados; tal hecho es observado en embriones de 23 mm por ANDERSEN (1961), mientras que para McDERMOTT (1943) quedaría concluso en la 19ª semana del desarrollo, o en la 23ª, según PALACIOS y RHODE (1980). Nosotros no podemos pronunciarnos en este sentido, al alcanzar nuestro estudio morfogénico sólo los periodos embrionarios y fetal temprano, concluyendo en la 14ª semana del desarrollo.

Por otro lado, hemos comprobado la presencia, en la 10ª semana del desarrollo del ligamento menisco-femoral de Wrisberg (GRAY y GARDNER, 1950, PALACIOS y RHODE, 1980). Sin embargo, ANDERSEN (1961) lo observa en especímenes de 32 mm, y McDERMOTT (1943) señala que en la 12 1/2 semana aún no está presente.

2.- Sobre los elementos ligamentosos y tendinosos.

El esbozo del ligamento rotuliano, el más importante refuerzo anterior de la articulación de la rodilla, prolongación del tendón del músculo cuádriceps femoral, inicia su organización en el estadio 20 de O'Rahilly (embriones humanos de 20 mm. de longitud) siendo coetáneo con el esbozo rotuliano. GRAY y GARDNER (1950) y PALACIOS y RHODE (1980) coinciden con nosotros. Sin embargo, en el trabajo que este último autor publicó con O'Rahilly (GARDNER y O'RAHILLY, 1968) reformó su inicial conclusión, afirmando que aparece antes, y concretamente entre los estadios 18 y 19 de O'Rahilly, ya que lo observaron en todos los especímenes que estudiaron del estadio 19 de O'Rahilly y en dos de los nueve embriones que

estudiaron del estadio 18, si bien, señalan que en esos últimos especímenes, la condricación estaba más avanzada que en el resto.

Cuando en el estadio 21 de O'Rahilly, la rótula se hace más evidente, comprobamos que las fibras del tendón del músculo cuádriceps resbalan sobre su cara superficial para conformar, seguidamente, el ligamento rotuliano, el cual se dirige hacia la tuberosidad anterior de la tibia en desarrollo. Nosotros, sin embargo no hemos podido observar la primitiva dirección fibular que le atribuyó STRASSER (1917) al citado ligamento.

El ligamento lateral externo hemos comprobado que inicia su organización en el estadio 23 de O'Rahilly, como una condensación que se extiende desde el cóndilo femoral externo a la epífisis proximal del peroné, apareciendo en todo momento independiente de la cápsula articular. Sin embargo, HAINES (1953) lo observa en el embrión "Douglas" de 18 mm; GARDNER y O'RAHILLY (1968) encuentran la condensación correspondiente al ligamento lateral externo en tres de los 6 embriones estudiados del estadio 19 de O'Rahilly; PALACIOS

y RHODE (1980), en embriones de 22-24 mm; GRAY y GARDNER (1950) señalan que en realidad la condensación que dará lugar a este ligamento está presente en embriones de siete semanas, quedando bien definido, una semana después (octava semana) para alcanzar el peroné en la novena semana.

Como GRAY y GARDNER (1950) y PALACIOS y RHODE (1980) no observamos hasta el inicio del periodo fetal (fetos humanos de 41 mm. y nueve semanas de edad) condensación mesenquimal alguna que nos señale la presencia y situación del ligamento lateral interno. GARDNER y O'RAHILLY (1968) sin embargo afirman haberlo encontrado en embriones del estadio 20 de O'Rahilly.

A diferencia del ligamento lateral externo, el interno surge inmediatamente vecino a la cápsula articular, cual si se tratara realmente de una condensación de la misma.

El tendón del músculo poplíteo, uno de los refuerzos posteriores de la articulación de la rodilla, comenzamos a observarlo

en el estadio 23 de O'Rahilly disponiéndose contorneando la cara lateral de la epífisis proximal de la tibia, para seguidamente introducirse en el magma conjuntiva laxo de la fosa intercondílica y alcanzar la inserción condílea. No obstante, HAINES (1953) señala haberlo observado en el embrión "Douglas" de 18 mm, y GARDNER y O'RAHILLY (1968) lo describen en uno de los 6 embriones que estudian del estadio 19, estando claramente presente en los embriones del estadio 20.

3.- Sobre el ligamento capsular.

Frente a la concepción clásica de que la cápsula fibrosa deriva, inicialmente, del manguito pericondral que está uniendo los dos elementos del par kinemático articular, (BAER, 1837, SCHULIN, 1879, TAURE, 1930, KEITH, 1933) nosotros creemos, con HAINES (1947 y 1953), GRAY y GARDNER (1950) y WILLIAMS y WARWICK (1985) que se constituye a partir del material celular sobrante de la capa intermedia de la interzona articular que se une al mesénquima general del miembro, para sufrir finalmente, un proceso

de condensación que terminará organizando la estructura capsular fibrosa.

No existe unanimidad de criterios en lo que se refiere al inicio de la organización de la cápsula articular. Así, mientras HAINES (1947) la observa en embriones de 16 mm., LANGER (1929) McDERMOTT (1943), GRAY y GARDNER (1950), GARDNER y O'RAHILLY (1968), PALACIOS y RHODE (1980), lo hacen más tarde, y generalmente a partir de la novena semana del desarrollo.

Nosotros, sin embargo, entendemos, de acuerdo con MOLL (1948), que no existe simultaneidad en la formación de las diferentes porciones de la cápsula articular y con LAHLAIDI (1974) en que tampoco existe homogeneidad en su constitución, ya que como hemos observado, la cápsula articular es manifiestamente diferente en sus porciones anteriores, posteriores y laterales.

Con CÁCERES y CAJA (1980) creemos que ventralmente se inicia como la estructura tendinosa del cuádriceps, que distalmente se

pierde, confundiéndose con la aponeurosis anterior de la pierna que se fija a la rótula. De ésta parte la cápsula que rodea las formaciones condilares femorales, se implanta en las caras laterales, no articulares, de ambos meniscos, y termina fijándose en ambos cóndilos tibiales, mientras que de su margen inferior surge el ligamento rotuliano. Aquellas porciones de la cápsula que continúan lateralmente a la rótula y que se presentan más densificadas, constituyen las aletas rotulianas, que nosotros, por primera vez, apreciamos en el estadio 23 de O'Rahilly. Por tanto, afirmamos, como PALACIOS y RHODE (1980) que la cápsula, en sentido estricto, sólo se desarrolla en la parte posterior de la articulación, ya que por delante son el tendón del cuádriceps, la rótula, el ligamento rotuliano y los retináculos los elementos que cierran la cavidad articular.

Por otro lado, hemos comprobado que inicialmente, en el estadio 22 de O'Rahilly, la cápsula articular se fija en la margen anterior del menisco externo. Más tarde, en el estadio 23 de O'Rahilly, se observa la fijación de la cápsula articular en la superficie excéntrica y no articular de ambos meniscos, hecho este último que para

McDERMOTT (1943) y GRAY y GARDNER (1950) no tiene lugar hasta la duodécima semana del desarrollo. Además, hasta la décima semana del desarrollo no se manifiesta claramente el anclaje de cada uno de los cuernos de los meniscos a las correspondientes superficies pre y retroespinal de la meseta tibial.

En la 14 semana del desarrollo, con la formación de la bolsa suprapatelar, se completa la organización de la articulación de la rodilla. No obstante, WALMSLEY (1940) describe una bolsa suprapatelar bien organizada en fetos de noventa milímetros y GRAY y GARDNER (1950) en fetos de quince semanas.

CONCLUSIONES

A la vista de nuestros resultados creemos oportuno establecer las siguientes conclusiones:

1.- Los meniscos articulares son derivados blastémicos que comienzan su organización en el estadio 21 de O'Rahilly a partir de la porción más excéntrica de la interzona articular.

2.- El componente graso de la rodilla se desarrolla en el estadio 22 de O'Rahilly a partir de los restos de la interzona, una vez que se ha formado la cavidad articular. A partir de la 11ª semana del desarrollo se manifiesta el ligamento adiposo.

3.- Los ligamentos cruzados inician su organización en el estadio 21 de O'Rahilly como derivados de la pieza articular intermedia. El ligamento cruzado posterior es el más precoz en organizarse. En la 10ª semana del desarrollo se organiza el ligamento menisco-femoral de Wrisberg.

4.- El ligamento rotuliano comienza a organizarse en el estadio 20 de O'Rahilly.

5.- Los ligamentos laterales externo e interno se desarrollan a partir del estadio 23 de O'Rahilly.

BIBLIOGRAFÍA

ANDERSEN, H. 1961 Histochemical studies on the histogenesis of the knee joint and superior tibio-fibular joint in human foetuses. *Acta Anat.* 46:279-303.

ANDREASSI, G. 1958 The first developmental phases on the cruciate ligaments on the knee joint. *C.R. Ass. Anat.* 98:84-91.

AREY, L.B. 1961 *Developmental Anatomy*. W.B. Saunders Co., London.

BAER, K.E. von 1837 *Über Entwicklungsgeschichte der Thiere* Vol. 2. Königsberg. Bornträger.

BARDEEN, C.R. 1905 *Human Embryology*. Lippincot Co., Philadelphia.

BERNAYS, A. 1878 *Die Entwicklungsgeschichte des Kniegelenkes des Menschen, mit Bemerkungen über die Gelenke im Allgemeinen*. *Morph. Jb.* 4:403-446.

BLACK, B.M. 1934 The prenatal development of some human synovial bursae. *Anat. Rec.* 60:333-355.

CÁCERES, E., y V.L. CAJA 1980 Estudio de las cavidades intraarticulares de la rodilla en los períodos embrionario y fetal humano. *An. Desarr.* 56:79-85.

CAJA, V.L. y E. CÁCERES 1980 Nuevas aportaciones al desarrollo de la rodilla. Fundación Ed. Mapfre. Madrid.

CAREY, E.J. 1922 Direct observations on the transformation of the mesenchyme in the thigh of the pig embryo (*Sus Scrofa*), with especial reference to the genesis of the thigh muscles of the knee and hip joints and the primary bone of the femur. *J. Morph.* 37:1-77.

CIHAK, A. y L. PUZANOVA 1960 The shape and position of the patella and the configuration of the insertion part of the m. quadriceps femoris in the foetal period. *J. Morphol.* 8:15-23.

CLARK, C.R. y J.A. ODGEN 1983 Development of the menisci of the human knee joint. Morphological changes and their potencial role in childhood meniscal injury. J. Bone Joint Surg. 65/4:538-547.

CLARK, W.E.y P. Le GROSS 1928 Preliminary communication on "An experimental study of the nature of the synovial membranas of the joints". J. Anat. 63:152-154.

DAVIES, D.V. 1945 Anatomy and physiology of diarthrodial joints. Am. Rheum. Dis. 5:29-35.

DAVIES, D.V. y A.W. EDWARDS 1948 The blood supply of synovial membrane and intraarticular structures. Ann. Roy. Coll. Surg. Eng. 2:142-156.

DOSKOCIL, M. 1985 Formation of the femoropatellar part of the human knee joint. Folia Morph. 33/1:38-47.

DRACHMAN, D.B. y L. SOKOLOFF 1966 The role of movement in embrionic joint development. Dev. Biol. 14:401-420.

DUBINKIN, G., y A. MOTNENKO 1931 Über die Entwicklung der Menisken des Kniegelenks. Arch. Klin. Chir. 8:165-178.

EBERL-ROTHE, G. y A. SONNENSCHNEIN (1950) Ontogenesis in the human knee joint. Z. Anat. Entwickl. 115:251-274.

FALDINO, G.(1921) Recherche sullo sviluppo delle articolazioni. Chir. Org. Mov. 5:609-651.

FELL, H.B. y R.G. CANTI 1934 Experiments on the development in vitro of the avian knee joint. Proc. Roy. Soc. 116:316-351.

GARDNER, E., y R. O'RAHILLY, 1968 The early development of the knee joint in staged human embryos. J. Anat. 102:289-299.

GRAY, H. 1930 Anatomy of the Human Body. 22^a ed. Editorial Lea y Febinger. Philadelphia.

GRAY, D.J. y E. GARDNER 1950 Prenatal development of the human knee and superior tibiofibular joint. Am. J. Anat. 86:235-287.

HAGEN-TORN, O. 1882 Entwicklung und Bau der Synovialmembranen. Arch. Mikr. Anat. 21:591-663.

HAINES, R.W. 1947 The development of joints. J. Anat. 81:33-55.

HAINES, R.W. 1953 The early development of the femoro-tibial and tibio-fibular joints. J. Anat. 87:192-206.

HAMILTON, W.J. y H.W. MOSSMAN 1975 Embriología Humana. 4ª edición. Editorial Interamericana. Buenos Aires.

HAMMAR, J.A. 1894 Ueber der feineren Bau der Gelenke. Die Gelenkmembran. Arch. f. mikr. Anat. 43:266-326.

HENKE, W. y C. REYHER 1874 Studien über die Entwicklung der Extremitäten des Menschen, insbesondere der Gelenklächen. Akad. dar. Wiss. Wien. 3/70:217-273.

HESSER, J. 1926 Beiträge zur Kenntnis der Gelenkentwicklung beim Menschen. Morph. Jahrb. 55:489-567.

HUETER, C. 1866 Zur Histologie der Gelenkflächen und Gelenkkapseln mit einem Kritischen Vorwort über die Versilberungsmethode. Virchow's Archiv. f. path. Anat. u Physiol. u f. Klin. Med. 36:25-80.

KAPLAN, E.B. 1955 The embryology of the menisci of the knee joint. Bull. Hosp. It. Dis. 16:111-124.

KAZZANDER, J. 1894 Ueber die Entwicklung des Kniegelenkes. Arch. f. Anat. U. Entwickl. 7:161-176.

KAZZOTI, G., P.A. PAGANI, y M. MARCHINE 1975 Observation about human knee joint development. Arch. Ital. Anat. Embryol. 80/3-4:173-192

KEITH, A. 1933 Human Embryology and Morphology, 5th ed. Williams Wood and Co., Baltimore.

LAHLAIDI, A. 1974 Genetic and secondary influences determining the form of the meniscus in the human knee during organogenic development. *J. Genet. Human.* 211:1-5.

LANGER, M. 1929 Über die Entwicklung des Kniegelenkes. *Z. Ges Anat. 1. Z. Anat. Entwickl.* 89:83-101.

LUCIEN, M. 1904 Développement de l'articulation du genou et formation du ligament adipeux. *Bull. Ass. Anat.* 13:133-135.

MARTINO, L. 1935 Osservazioni sullo sviluppo delle articolazioni tra ossa di origine condrale. *Fisiol. e Med.* 6:589-605.

McDERMOTT, L.J. 1943 Development of the human knee joint. *Arch. Surg.* 46:705-719.

McMANUS, J.F.A., y R.W. MOWRY 1968 *Técnica Histológica.*
Atika S.A., Madrid.

- MITROVIC, D. 1982 Development of the articular cavity in paralised chick embryos and the chick embryo buds cultured on chorioallantoic membranas. *Acta Anat.* 113/4:313-324.
- MOLL, J. 1948 The embryonic development of the human knee joint. Facts and discussion. *Acta Neerlandica Morphologicae Normalis et Phatologicae.* 6/3:283-284.
- MOSER, E. 1892 Beitrage zur Kenntniss der Entwicklung der Knieschleimbeutel beim Menschen. *Morph. Arb. Jena.* 1:267-288.
- NAVES-JANER, J. 1946 Embriología e histología de los meniscos de la rodilla. *Arch. Esp. Morfol.* 5/11-12:3-36.
- O'RAHILLY, R. 1951 The early prenatal development of the human knee joint. *J. Anat.* 85:166-170.
- O'RAHILLY, R., y F. MÜLLER 1987 Developmental Stages in Human Embryos. Carnegie Institution of Washington, Washington DC, No 637.

PALACIOS, J., y M. RHODE 1980 Embriología de la rodilla. IV Symposium Internacional de Traumatología. Fundación Mapfre ed., Madrid, pp. 1-25.

PATURET, G. 1951 *Traité d'Anatomie Humaine*. Vol. 2, Editorial Masson. Paris.

PERSSON, M. 1983 The role of movements in the development of sutural and diarthrodial joints tested by longterm paralysis of chick embryos. *J. Anat.* 137/3:591-599.

POLACEK, J. 1959 Nerve supply of the knee joint in man *CSL*. *Morfol.* 8/3:251-261.

PUJIULA, J. 1943 *Embriología del Hombre y demás Vertebrados*. 2ª ed. Editorial Casals. Barcelona.

RETTNERER, M.E. 1902 Ebauche squelettogene des membres, et developpment des articulations. *J. Anat. et Physiol. (Paris)*. 38:473-623.

REYHER, C. 1874 On the cartilages and synovial membranas of the joints. *J. Anat. et Physiol. (Paris)*. 8:261-273.

ROSS, J.A., I.C.K. TOUGH, y T.A. ENGLISH 1958 Congenital discoid cartilage. Report of a case of discoid medial cartilage with an embryological note. *J. Bone Joint Surg.* 40-B/2:262-267.

RUANO-GIL, D., J. NARDI-VILARDAGA, y A. TEJEDO-MATEU 1978 Influence of extrinsic factors on the development of the articular system. *Acta Anat.* 101:26-44.

RUANO-GIL, D., J. NARDI-VILARDAGA, y A. TEIXIDOR-JOHE 1980 Embryonic mobility and joint development. *Folia Morphol. (Praga)*. 28/3:221-223.

SCHULIN, K. 1879 Uber die Entwicklung und weitere Ausbildung der Gelenke de Menschinnen korpers. *Arch. f. Anat. U. Physiol.* 5:240-274.

SCHUSTER, H. 1878 Zur Entwicklungsgeschichte des Hufl und Kniegelenkes. Mitth.a.d. embryol. 17:199-211.

SHIMODA, F. 1955 Innervation, especially sensory innervation of the knee joint and the motor organs around in early human embryo. Arch. Histol. Jap. 9/1:91-107.

SONNENSCHNEIN, A. 1951 The evolution of the joint in vertebrales. Acta Anat. 13/3:288-328.

STRASSER, H. 1917 Lehrbuch der Muskel und Gelenkmechanik. Vol. 3. Springer, Berlin.

SULLIVAN, W.E. 1922 The function of articular discs. Anat. Rec. 24:49-53.

SUTTON, J.B. 1887. Ligaments: Their Nature and Morphology. Son and Co., Philadelphia.

TAURE, M. 1930 Manual de Embriología Humana. Editorial
Librería Síntesis. Barcelona

TORNIER, G. 1894 Das Entstehen der Gelenkformen. Verhandl. d.
anat. Gessellsch (Jena). 8:95-102.

WALMSLEY, R. 1940 The development of the patella. J. Anat.
74:360-368.

WASSILEV, W. 1972 Elektronenmikroskopische und
histochemische Untersuchungen zur Entwicklung des Kniegelenkes
der Ratte. Z. Anat. Entwickl. 137:221-238.

WHILLIS, F. 1940 The development of synovial joints. J. Anat.
74:277-283.

WILLIAMS, P.L. y R. WARWICK 1985 Gray Anatomía. Tomo 1,
3ª ed. Editorial Salvat. Barcelona.







Biblioteca Universitaria de Granada



01926221