

## DESARROLLO DEL SECTOR ARTERIAL FEMOROPOPLITEO EN FETOS HUMANOS

G. ESPAÑA, J. REGADERA,\* S. SANCHEZ-COLL, J.I. RODRIGUEZ-GONZALEZ,\*  
J.L. SAEZ, A. HERNANDEZ, O. ALAMO, P. MAGALLON, J. JIMENEZ-COSSIO.

**Servicio de Angiología y Cirugía Vasculare (Dr. Jiménez Cossío). \* Departamento de Anatomía Patológica (Dr. Contreras). Hospital «La Paz». Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Madrid (España).**

### Introducción

Los estudios del desarrollo embrionario y de la evolución fetal del aparato vascular se han centrado en la compleja circulación cardiopulmonar y en la formación del arco aórtico y sus ramas (1, 2). Aunque los aspectos generales del origen embrionario del sector femoropoplíteo han sido descritos (3, 4), en nuestro conocimiento no existen estudios que se centren en la evolución y crecimiento que experimenta este sector durante todo el periodo gestacional.

La cirugía del sector femoropoplíteo ha experimentado un auge muy importante en los últimos 20 años. El profundo conocimiento anatómico y hemodinámico de este sector ha permitido objetivar una serie de variantes anatómicas y malformaciones que tienen repercusión funcional y quirúrgica (4, 5, 6, 7, 8). También, la observación frecuente de patología vascular en la edad pediátrica, secundaria a afectaciones sistémicas, tales como trombosis fenilcetonúricas o trombosis paraneoplásicas y las lesiones vasculares producidas como consecuencia de exploraciones invasivas, como cateterismo según técnica de Seldinger y embolizaciones (9, 10), ha despertado el interés por el estudio de las arterias de este sector durante los periodos fetal y neonatal.

En el presente trabajo se realiza un estudio pormenorizado angiográfico y anatómico del crecimiento del sector arterial femoropoplíteo fetal, se valoran las variantes anatómicas, las conexiones arteriales entre las arterias femoral superficial y profunda y se precisa morfométricamente el desarrollo histológico de la pared de estas arterias.

### Material y métodos

Se utilizaron 56 extremidades inferiores de 42 fetos humanos autopsiados, comprendidos entre la 12 y 40 semana de gestación. Ninguno de los fetos presentaron malformaciones que afectasen a los miembros inferiores.

Las extremidades inferiores fueron incluidas, para su estudio, en tres grupos:

**Grupo I.** Estudio angiográfico de todo el eje arterial del miembro inferior (26 extremidades).

**Grupo II.** Estudio angiográfico selectivo de las arterias femoral superficial y femoral profunda (10 extremidades).

**Grupo III.** Estudio histológico y morfométrico de la pared arterial de todo el sector fémoro-poplíteo (20 extremidades).

El estudio angiográfico de todo el eje arterial (Grupo I) se realizó mediante canulación directa aórtica o bien canulación selectiva de la arteria ilíaca. Se utilizaron catéteres de polietileno marca «mq K-1»<sup>®</sup> n.º 0. Como medio de contraste se empleó una solución de bario en formol al 50%, introducida a una presión controlada que oscila entre 70 y 110 mm. de Hg. (fig. 1).



Fig. 1.- Arteriografía de un feto de 12 semanas de gestación y de 11 cm. de longitud (longitud de la extremidad inferior: 5 cm.). Se realizó el estudio angiográfico mediante cateterización directa de la aorta ascendente. En la imagen se puede apreciar el relleno de todas las arterias tóracoabdominales y el aspecto filiforme de las arterias del sector fémoropoplíteo.

Fig. 2A.- Arteriografía de todo el sector femoropoplíteo en un feto de 19 semanas de gestación (longitud de la extremidad inferior: 8 cm.).

Fig. 2B.- Desarrollo completo de la arteria del músculo cuádriceps y de las arterias geniculares (Feto de 21 semanas de gestación).

Se utilizó un equipo radiográfico Hewlett-Packard 43805 de foco ultrafino, con una distancia foco placa constante y de 25 cm. Las placas radiográficas fueron de alta sensibilidad marca Agfa-Gevaert, Mammoray Rp-3<sup>®</sup>.

Sobre las placas radiográficas se realizó el estudio morfométrico, valorando el diámetro de las arterias a nivel de la arteria femoral común, ostium de las arterias femoral profunda y superficial, primera y tercera porción de la arteria poplíteo, ostium de la arteria tibial anterior, tronco tibio-peroneo y arteria tibial posterior. Cada

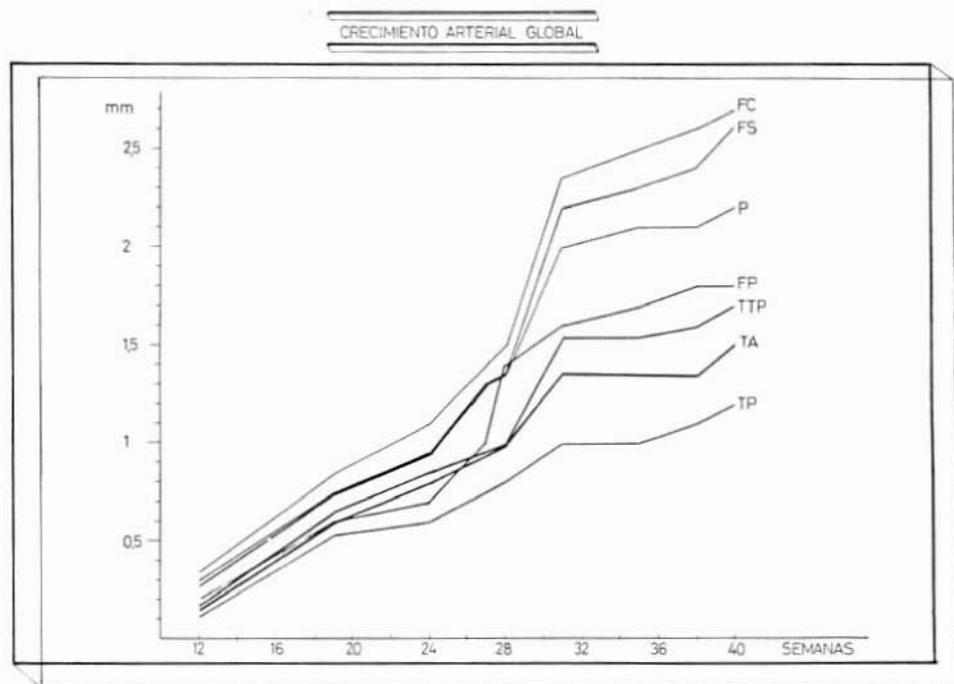
medición se realizó tres veces consecutivas, mediante un ocular milimetrado marca F+C Flubacher®.

En el Grupo II se practicó incisión inguinal con disección de la bifurcación femoral, ligándose de forma selectiva el ostium de las arterias femoral superficial o profunda. Posteriormente, se efectuó arteriografía según la técnica anteriormente descrita.

En el Grupo III las extremidades inferiores se fijaron en formol tamponado al 10%, durante 72 horas. Posteriormente se han realizado secciones transversales de 3 mm. de espesor a todo lo largo de la extremidad. Estas secciones fueron deshidratadas progresivamente y decalcificadas en ácido nítrico al 7% durante 12-24 horas. A continuación fueron incluidas en parafina y teñidas con las siguientes técnicas histológicas: Hematoxilina-Eosina, Tricrómico de Masson y Elásticas van Gieson. En las secciones histológicas se identificaron las arterias principales y se realizó un estudio histométrico del espesor de las capas media y adventicia, utilizando un ocular para microscopio marca Karl-Zeiss Hp-W 10 x.

GRAFICO 1

MODIFICACIONES DE LOS DIAMETROS DE LAS ARTERIAS DEL SECTOR FEMOROPOPLITEO OBTENIDAS EN LAS DIFERENTES SEMANAS DEL DESARROLLO FETAL



FC = Femoral común. FS = Femoral superficial. P = Poplítea. FP = Femoral profunda. TTP = Tronco tibioperoneo. TA = Tibial anterior. TP = Tibial posterior.

## Resultados

**Grupo I.**— En la 12 semana de gestación se aprecian bien desarrolladas las arterias principales de la extremidad inferior. Las arterias femoral común, femoral profunda y femoral superficial, hasta la bifurcación poplítea, presentan un trayecto superponible completamente al bien conocido en los sujetos adultos. Las arterias de pequeño calibre, entre las que se encuentran las colaterales musculares y las perforantes de la arteria femoral profunda, así como las arterias geniculares, ramas de la arteria poplítea, se encuentran bien configuradas, aunque muestran un aspecto angiográfico filiforme. En este estadio evolutivo destaca el gran desarrollo que adquiere la arteria del músculo cuádriceps (fig. 2).



Fig. 3.- Trifurcación poplítea como ejemplo de una de las variaciones anatómicas más frecuentes en el sector fémoro-poplíteo (Feto de 12 semanas de gestación).

Fig. 4A.- Ligadura a nivel del origen de la arteria femoral superficial. Fase inicial angiográfica en la que se aprecia el relleno de la primera porción de la arteria poplítea a través de colaterales de la arteria femoral profunda (Feto de 28 semanas de gestación).

Fig. 4B.- Fase angiográfica posterior en la que se objetiva el relleno retrógrado de la arteria femoral superficial.

Desde el periodo fetal temprano hasta el final de la gestación se observa un incremento de la longitud y calibre de todas las arterias del sector fémoro-poplíteo. Las variaciones del diámetro angiográfico vienen reflejadas en el Gráfico I. El crecimiento arterial fetal sufre tres etapas bien diferenciadas:

Una etapa transcurre entre la 12 y 24 semana de gestación, donde todas las arterias presentan un crecimiento lineal y paralelo. El diámetro de la arteria femoral común oscila desde 0,35 mm. a 1,1 mm., el de la arteria femoral superficial desde 0,3 mm. hasta 0,95 mm., el de la arteria femoral profunda desde 0,2 mm. hasta 0,7 mm., y la tercera porción de la arteria poplítea desde 0,25 mm. hasta 0,9 mm.

Otra segunda etapa comprendida entre las 24 y las 32 semanas de gestación,

en la que se produce un crecimiento muy rápido del diámetro arterial, especialmente a nivel de las arterias de conducción. En esta etapa el diámetro de la arteria femoral común aumenta desde 1,1 mm. a 2,35 mm., el de la arteria femoral superficial desde 0,95 mm. a 2,2 mm., el de la arteria femoral profunda desde 0,7 mm. a 1,6 mm., el de la tercera porción de la arteria poplítea desde 0,9 mm. a 1,8 mm.



Fig. 5.- Sección transversal de una arteria femoral superficial, correspondiente a un feto de 22 semanas de gestación, en la que se aprecia el desarrollo completo de las tres capas histológicas. Nótese el importante espesor de la adventicia (Hematoxilina-Eosina 40x).

Por último, la tercera etapa se extiende desde la 32 a la 40 semana de gestación, en la que se produce un brusco crecimiento de los diámetros de todas las arterias del sector fémoro-poplíteo. El diámetro de la arteria femoral común se incrementa desde 2,35 mm. a 2,70 mm., el de la arteria femoral superficial desde 2,2 mm. a 2,6 mm., el de la arteria femoral profunda desde 1,6 mm. a 1,8 mm. y el de la tercera porción de la arteria poplítea desde 1,8 mm. a 2,0 mm.

El diámetro de la arteria femoral profunda se encuentra casi completamente

estabilizado a partir de la 28 semana de gestación, mientras que el de las arterias de conducción es aproximadamente un 30% mayor en este mismo periodo.

Las anomalías anatómicas en la distribución de las arterias del sector fémoro-poplíteo apreciadas fueron: origen súpero-interno de la arteria femoral profunda en un caso, arteria anterior dominante en un caso, arteria peronea con origen en la arteria tibial anterior en un caso y trifurcación poplíteica en 3 casos (fig. 3).

**Grupo II.**— Con el fin de valorar el grado del desarrollo de las conexiones arteriales entre los sistemas femoral superficial y profundo se realizaron angiografías selectivas de ambos ejes. Cuando se efectuó la ligadura de la arteria femoral profunda se consiguió el relleno de todo el árbol arterial distal de la pierna y del pie, por lo que, dado el alto grado de repleción vascular, fue imposible visualizar la existencia de estas conexiones. Por el contrario, cuando se ligó el origen de la arteria femoral superficial, se apreciaron conexiones arteriales entre los vasos musculares de la arteria femoral profunda y la primera porción de la arteria poplíteica. Estos hallazgos fueron observados ya desde el periodo más temprano del desarrollo fetal (fig. 4).

**Grupo III.**— Histológicamente (fig. 5) las principales arterias del sector fémoro-poplíteo corresponden a arterias musculares, en líneas generales bien constituidas y formadas por tres capas, incluso desde el comienzo del periodo fetal. La lámina elástica interna no se encuentra completamente desarrollada y se observan en algunas zonas importantes soluciones de continuidad. La capa media está formada exclusivamente por células musculares lisas, distribuidas en tres estratos celulares durante la 12-16 semana de gestación y 5-7 capas de células a partir de la 28 semana, no objetivándose un aumento ostensible del número de capas al final de la gestación; entre las células musculares no se observan fibras elásticas en las primeras fases del periodo fetal y sólo comienza a apreciarse a partir de la 30 semana, como una capa elástica externa. La adventicia de estos troncos arteriales siempre es más gruesa que el resto de la pared arterial; las fibras de colágena adventiciales son poco densas y están separadas por una abundante cantidad de mucopolisacáridos ácidos y neutros. Destaca una importante población de fibras elásticas que se condensan en la proximidad de la capa media. Las colaterales de estos troncos arteriales penetran en el tejido muscular esquelético y su estructura parietal corresponde a la de una arteria fina normal.

En el estudio histométrico se comprueba que los espesores de la capa media oscilan entre 12 y 16 micras y no se modifican sustancialmente a lo largo de la gestación. La adventicia, por el contrario, presenta unos grosores que oscilan entre 20 y 52 micras, correspondiendo las mayores dimensiones a las arterias más distales y en los periodos tempranos del desarrollo fetal (12-18 semana de gestación).

## Conclusiones

*Primera.* El crecimiento del diámetro arterial del sector fémoro-poplíteo se debe a un incremento de la superficie de la pared arterial, sin que se acompañe de un aumento del espesor de la misma.

Es evidente el incremento de la luz arterial durante todo el periodo gestacional, hecho objetivado en los estudios angiográficos. Histológicamente el grosor de la capa media se mantiene constante entre 12 y 14 micras, la capa adventicia presenta un espesor variable durante todo el periodo fetal, aunque tiende a disminuir al final de la gestación.

*Segunda.* En el estudio angiográfico se observa que el máximo incremento del diámetro de la luz arterial ocurre entre la 24 y la 32 semanas de gestación; sin embargo, la arteria femoral profunda, a partir de la 28 semana, experimenta un incremento mínimo de su diámetro.

*Tercera.* En el presente estudio se comprueba la existencia de conexiones arteriales entre el sistema femoral profundo y la primera porción de la arteria poplítea, ya desde las primeras semanas del periodo fetal.

*Cuarta.* La distribución y organización de las arterias del sector fémoropoplíteo desde las primeras semanas del periodo fetal es similar a la descrita en los individuos adultos.

*Quinta.* Se describen variantes anatómicas del sector fémoropoplíteo fetal, siendo la más frecuente la trifurcación poplítea.

#### RESUMEN

Se presenta un estudio angiográfico y anatómico del crecimiento del sector arterial fémoropoplíteo fetal, valorando sus variantes anatómicas, sus conexiones con las arterias femorales superficial y profunda y precisando el desarrollo histológico de la pared de estas arterias.

#### SUMMARY

An anatomical and angiographic study of growth in fetal femoropopliteal arterial sector, considering its anatomical variants, its connections with superficial and deep femoral and stating precisely the histological development of the arterial wall, is presented.

#### BIBLIOGRAFIA

1. HAMILTON, W.J.; MOSSMAN, H.W.: «Embriología Humana». 4ª ed. Intermédica. Buenos Aires, 1975, 268.
2. TUCHMANN-DUPLESSIS, H.; HARGEL, P.: «Embriología. Organogénesis». 2ª ed. Vol: II. Toray-Masson. Barcelona, 1982, 123.
3. SENIOR, H.O.: The development of the arteries of the human lower extremity. «Am. J. Anat.», 25: 55, 1919.
4. KIM, M.; DUPUY, J.P.; DANY, F.: Embryologie, anomalies, dystrophie et pathologie des artères des membres inférieurs. «J. Mal. Vasc.», 6: 187, 1981.
5. BREQUE, M.; CHRISTIDES, C.; OTT, C.; KIM, M.: Artère poplitée piégée. Claudication intermittente du sujet jeune par anomalie anatomique du creux poplité. «Angéiologie», 30: 115, 1978.
6. JUILLET, Y.; VAYSSAIRAT, M.; FIESSINGER, J.N.; LAURIAN, C.; HOUSSET, E.: Thrombose d'une artère sciatique persistante. «J. Mal. Vasc.», 5: 21, 1980.
7. KIEFFER, E.; GODLEWSKI, J.; GRELLET, J.; WECHSLER, B.; SICHERE, R.M.; NATALI, J.: Anéurisme d'une artère sciatique persistante. Une observation. «Nouv. Press. Méd.», 9: 5.599.
8. SIDDHART, P.; SMITH, N.L.; MASON, R.A.; GIRON, F. Variational anatomy of the deep femoral artery. «Anat. Rec.», 212: 206, 1985.
9. ROSENBERG, H.G.: Systemic arterial disease and chronic arsenicism in infants. «Arch. Pathol.», 97: 360, 1974.
10. WARD, T.F.: Multiple thromboses in an infant of a diabetic mother. «J. Pediatr.», 90: 982, 1977.