

DESARROLLO DE LAS ARTERIAS DE LA PIerna Y DEL PIE EN FETOS HUMANOS: ESTUDIO ANGIOGRAFICO

G. ESPAÑA⁽¹⁾, S. SANCHEZ-COLL⁽¹⁾, J. REGADERA⁽²⁾, E. REDONDO⁽²⁾,
J. I. RODRIGUEZ⁽²⁾ y J. A. JIMENEZ-COSSIÓ⁽¹⁾

(1) Servicio de Angiología y Cirugía Vascular (Dr. Jiménez-Cossío).

(2) Departamento de Anatomía Patológica (Dr. Contreras).

**Hospital «LA PAZ». Facultad de Medicina. Universidad Autónoma.
Madrid (España)**

Introducción

La formación del pie durante el desarrollo embrionario humano se produce en una fase precoz, aproximadamente en la 7.^a semana de gestación. La anatomía vascular del pie y la pierna durante el período embrionario es diferente a la del adulto (1, 2, 3) puesto que la suplencia sanguínea se realiza a expensas de la arteria ciática. Durante las primeras semanas del desarrollo fetal, este árbol arterial del miembro inferior sufre una transformación paulatina hasta presentar una distribución semejante a la del adulto.

El mejor conocimiento del árbol arterial del pie y de la pierna durante la edad padiátrica tiene en el momento actual una gran importancia (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10) debido a la aplicación de nuevas técnicas quirúrgicas para la corrección de alteraciones ortopédicas (pie zambo, artrogriposis) (11), malformaciones vasculares o traumatismos (5, 7, 12, 13). Estas patologías requieren para su tratamiento idóneo la evaluación de la anatomía vascular selectiva de esta región (5, 10, 12). Además, también se han descrito occlusiones o ausencia del desarrollo de algunas de las arterias de la pierna y del pie, secundarias a malformaciones intrauterinas, fibrosis u otras lesiones de partes blandas, por lo que en estos tipos de patologías sería conveniente la realización de estudios angiográficos (5, 7, 11, 12, 14).

El propósito de este trabajo es realizar un estudio arteriográfico pormenorizado de la anomalía arterial del pie y de la pierna en los diferentes períodos del desarrollo fetal y del recién nacido. Asimismo, se evalúan morfométricamente los diámetros arteriales angiográficos y se estudian las variaciones histológicas e histométricas de estas arterias durante el período fetal.

Material y métodos

Se estudian 84 extremidades inferiores de 51 fetos humanos, de edad gestacional comprendida entre la 12 y la 42 semana. Sólo 2 fetos (29 y 34 semanas de gestación) presentaron como malformación una artrogriposis de ambas extremida-

des inferiores. En el presente trabajo se estudian pormenorizadamente las arterias de la pierna y del pie de estos casos. Se ha distribuido el material en dos grupos:

Grupo I. — Se realizó estudio angiográfico e histológico de todo el miembro inferior (48 extremidades).

Grupo II. — Se efectuó un estudio histológico y morfométrico de la pared de las arterias de la pierna y del pie (36 extremidades).

El estudio angiográfico se realizó mediante cateterización directa de la aorta abdominal, inyectando una solución de bario-formol al 50%, con una presión que oscilaba entre 70 y 110 mm de Hg. Se utilizó un equipo radiológico Hewlett-Packard 43805® de foco ultrafino. Los aspectos pormenorizados de la metodología utilizada han sido comentados previamente (10).

En ambos grupos se ha efectuado estudio histológico de las secciones transversales de 3 mm de espesor, practicadas a todo lo largo de la pierna y del pie. Estas muestras se fijaron en formol tamponado y se incluyeron en parafina; se realizaron tinciones específicas para demostrar el grado de muscularización y collagenización (técnica de tricrómico de Masson) y elastogénesis de las arterias (Técnica de Elásticas Van Gieson), además se hicieron las técnicas de hematoxilina-Eosina, PAS y fucsina aldehido de Gomori. Se determinó el diámetro angiográfico de las arterias tibial anterior, tibial posterior y peroneas a nivel del tobillo, y de las arterias pedia, tibial posterior, arco plantar y metatarsianas a nivel del pie; todas estas mediciones se efectuaron con un ocular milimetrado F + C Flubacher®. Por último, el estudio histométrico de la pared arterial se realizó con un ocular de alta precisión Karl-Zeiss Hp-W 10x adaptado a un microscopio.

Resultados

Desde el inicio del período fetal (12 semanas de gestación) se visualizan las arterias tibial anterior y tibial posterior en todo su trayecto; ambas arterias muestran un aspecto filiforme (fig. 1). La arteria tibial anterior tiene pocas colaterales de apreciable calibre, las cuales se originan principalmente en su mitad proximal. La arteria tibial posterior, por el contrario, presenta abundantes ramas en todo su trayecto; el calibre de todos estos vasos arteriales es fino, con excepción de los que irrigan el talón. La arteria tibial posterior se bifurca a nivel del calcáneo en dos ramas, una interna fina y otra externa y de mayor calibre. La distribución y peculiaridades de estas arterias fetales de la pierna y del pie no difieren significativamente de las características de los individuos adultos (figs. 2 y 3).

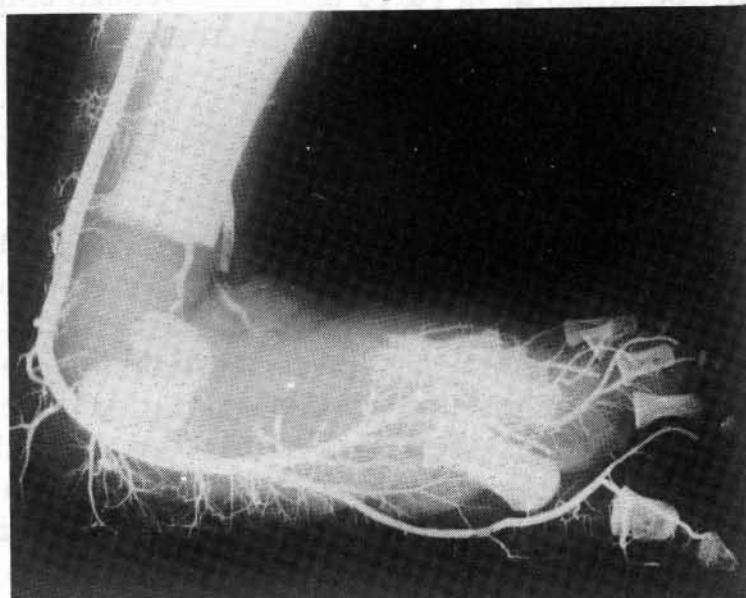
Las arterias peroneas anterior y posterior terminan a nivel del tobillo y dan origen a numerosas colaterales que forman una malla densamente vascularizada, en la que es difícil valorar en estos primeros momentos del desarrollo las posibles anastomosis entre ambos vasos.

El arco plantar está completamente desarrollado desde el inicio del período fetal. No se ha encontrado en esta serie ningún caso con arco plantar incompleto. Las arterias transmetatarsianas se esbozan desde el inicio del período fetal, pero sólo se objetivan plenamente con sus ramas digitales a partir de la 19 semana de gestación (fig. 2).

Mediante el estudio morfométrico de las arteriografías se comprueba que las arterias tibial anterior y posterior a nivel del tobillo presenta el mismo calibre hasta la 27 semana de gestación; a partir de esta fecha, el incremento del diámetro de la arteria tibial posterior se acentúa notoriamente con respecto del de la arteria tibial anterior. En la 12 semana de gestación, el diámetro de ambas arterias tibiales es 0,2 mm; mientras que en la 40 semana el diámetro de la arteria tibial anterior es 1,2 mm y el de la arteria tibial posterior es 1,6 mm (fig. 4).



2



3

FIG. 1.- Arteriografía del miembro inferior de un feto de 16 semanas de gestación, en la que se aprecia la configuración anatómica normal de las arterias de la pierna y del pie. FIG. 2.- Detalle de la arteria pedía, ambas ramas de la arteria tibial posterior y del arco plantar arterial (feto de 19 semanas de gestación).

FIG. 3.- Arteria tibial posterior y colaterales plantares en un feto de 24 semanas de gestación.

Las arterias peroneas anterior y posterior tienen prácticamente calibre similar y su crecimiento es moderado. Los diámetros de la arteria pedía y de la arteria tibial posterior del pie son bastante semejantes hasta la 30 semana y su crecimiento es lentamente progresivo. A partir de este período del desarrollo se produce un apreciable incremento del diámetro de la arteria tibial posterior. En el recién nacido, el calibre de la arteria pedía es 1,0 mm y el de la arteria tibial posterior es 1,3 mm. Los calibres del arco plantar son intermedios entre los de la arteria pedía y tibial

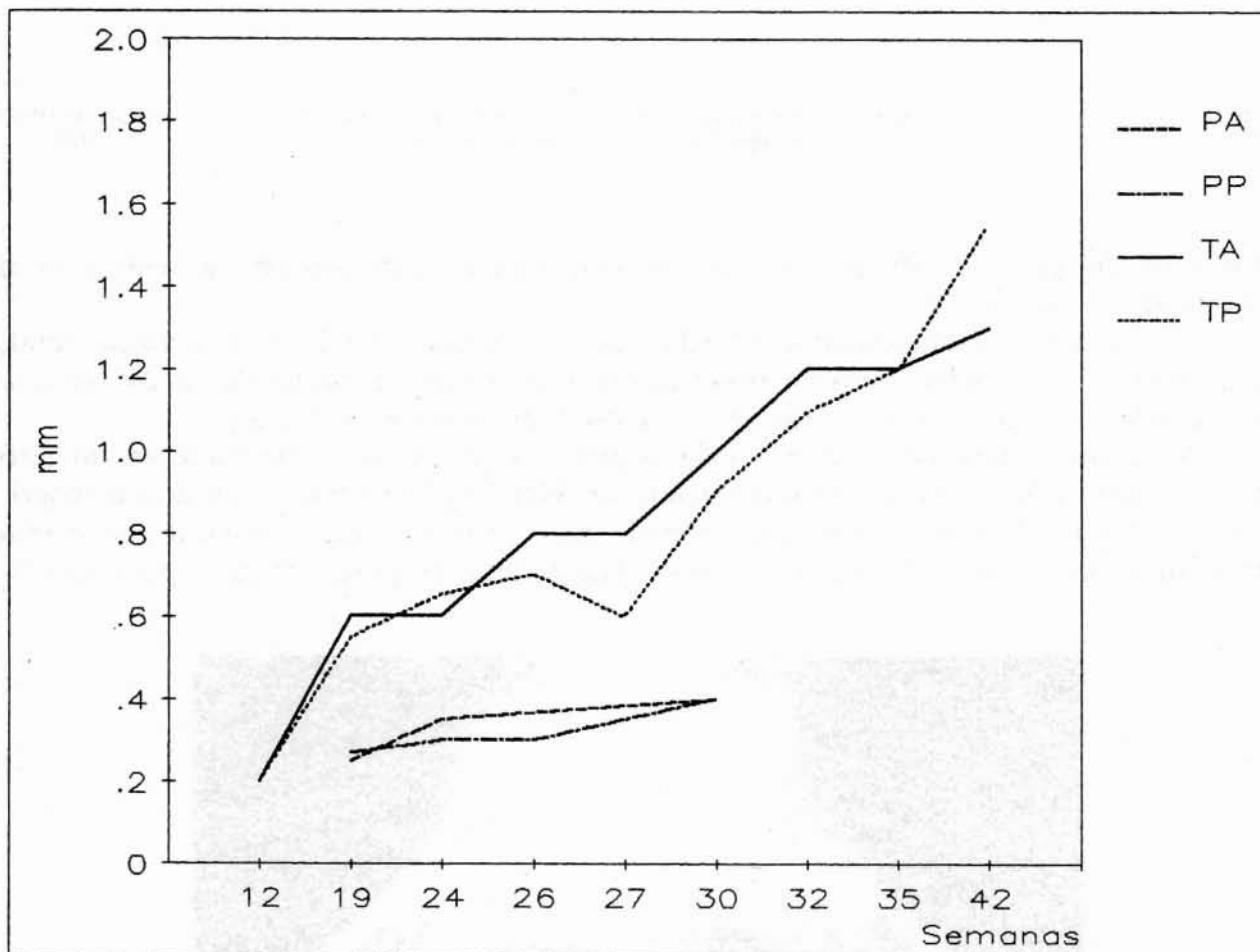


FIG. 4.- Diámetro angiográfico de las arterias de la pierna a nivel del tobillo, obtenido a todo lo largo del período fetal. Arteria Peronea Anterior: PA. Arteria Peronea Posterior: PP. Arteria Tibial Anterior: TA. Arteria Tibial Posterior: TP.

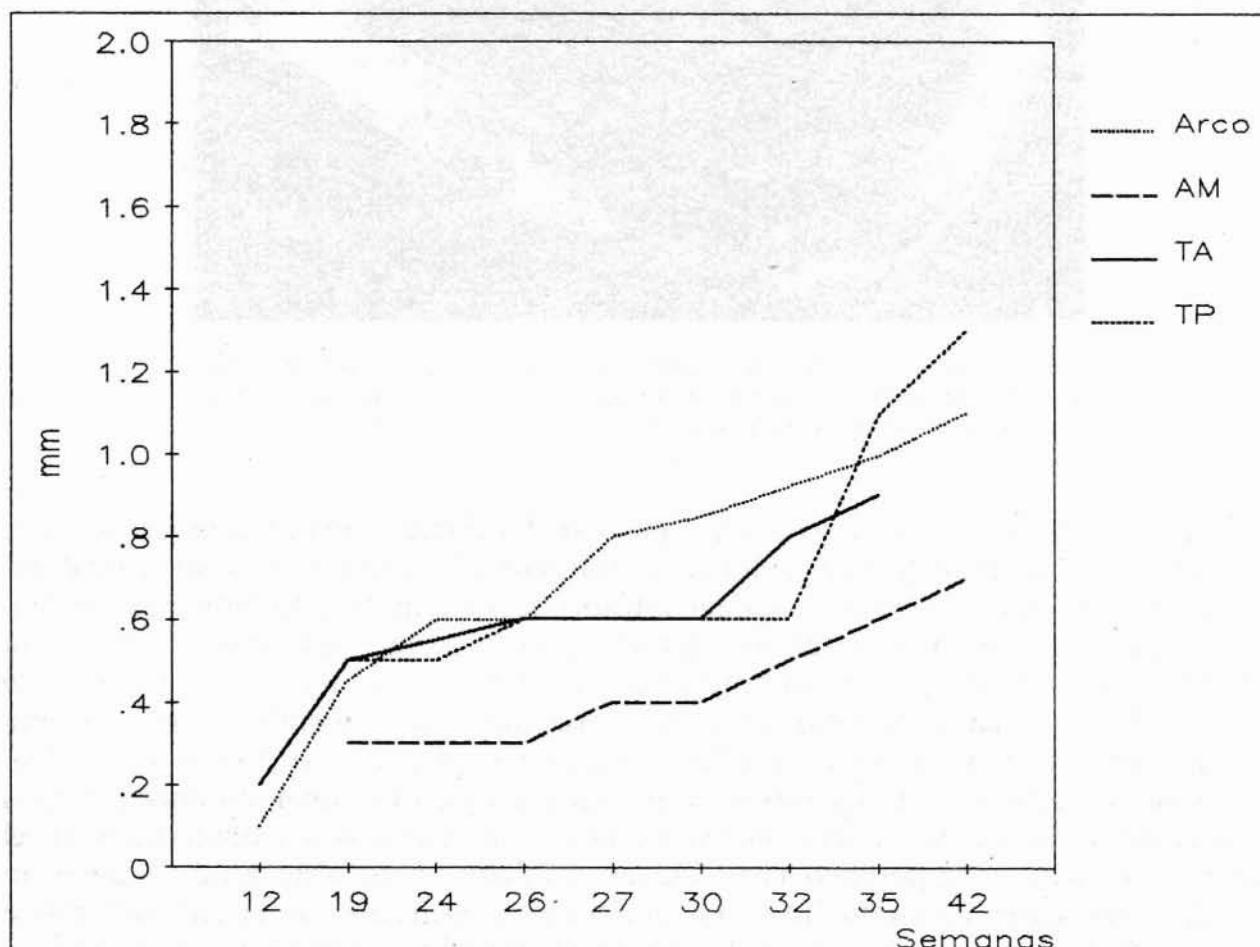


FIG. 5.- Diámetro angiográfico de las arterias del pie, obtenido durante el período fetal. Arteria del Arco Plantar: ARCO. Arterias Metatarsianas: AM. Arteria Tibial Anterior y Pedia: TA. Arteria Tibial Posterior: TP.

posterior del pie en cada período gestacional y aumentan progresivamente con el desarrollo fetal (fig. 5).

Las arterias metatarsianas e interdigitales, filiformes al inicio del período fetal, mantienen un diámetro luminal prácticamente constante a partir de la 24 semana intrauterina. El diámetro de las arterias metatarsianas es 0,3 mm.

Anomalías arteriales bilaterales de la pierna y pie se han observado en un feto de 30 semanas de gestación, diagnosticado de Werdnig-Hoffmann con una artrogriposis bilateral. En este paciente, la arteria tibial posterior era dominante, la arteria tibial anterior era hipoplásica y la arteria pedia tenía pequeño calibre, pero contri-



FIG. 6.- Arteriografía de un feto de 30 semanas diagnosticado de artrogriposis. Se observa malposición articular y parcial desestructuración de la anatomía de las arterias del pie.

buía a la formación de un arco plantar normal. La distribución anatómica de estos vasos era normal, pero se adaptaban en su trayecto a las malformaciones articulares del tobillo. Además, también se ha encontrado otra anomalía anatómica en un feto de 19 semanas, que consiste en una arteria tibial anterior dominante, una arteria tibial posterior de menor calibre que se agota bruscamente a nivel del tobillo. De esta arteria anómala se originan pequeñas colaterales que, uniéndose con la arteria pedia, contribuyen a formar el arco plantar, normal en este caso (figs. 6 y 7A, 7B).

Histológicamente, las arterias de la pierna y del pie experimentan unos cambios a lo largo de la gestación semejantes, en líneas generales, a los observados en el sector arterial fémoro-poplíteo (10). Desde el inicio del período fetal se aprecian arterias musculares de pared fina, con inicio de la formación de la lámina elástica interna. A medida que avanza el desarrollo intrauterino se incrementa el número

de capas musculares y, además, se produce un aumento ostensible de la colagenización de la adventicia, más gruesa que el resto de la pared arterial, lo que contrasta notoriamente con el fino espesor de esta estructura en las arterias de la pierna y del pie de adolescentes y adultos jóvenes. Histométricamente, el grosor de la capa media de las arterias tibiales anterior y posterior oscila entre 11 micras (14 semana de gestación) y 18 micras (39 semana gestacional); mientras que, la adventicia alcanza un valor promedio de 34,07 micras. El grosor de la capa media de las arterias peroneas anterior y posterior es ligeramente menor (10-16 micras) y el de las arterias metatarsianas e interdigitales rara vez sobrepasa las 6 micras.

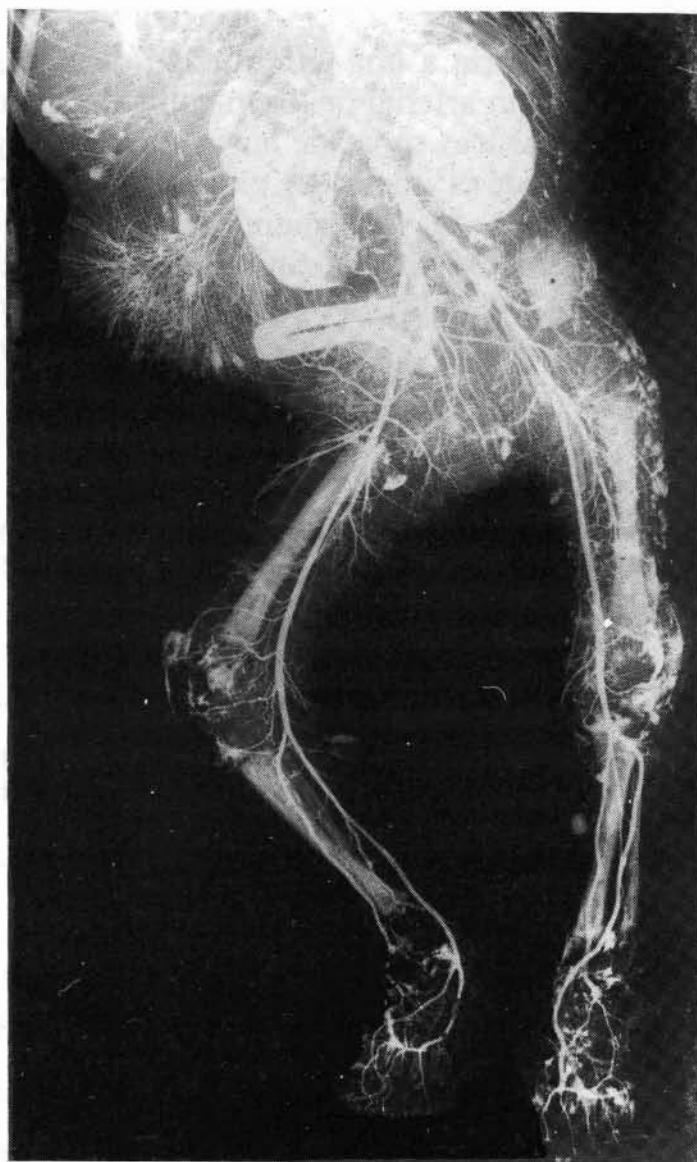


FIG. 7A.- Feto de 19 semanas de gestación en el que se objetiva una variante anatómica.

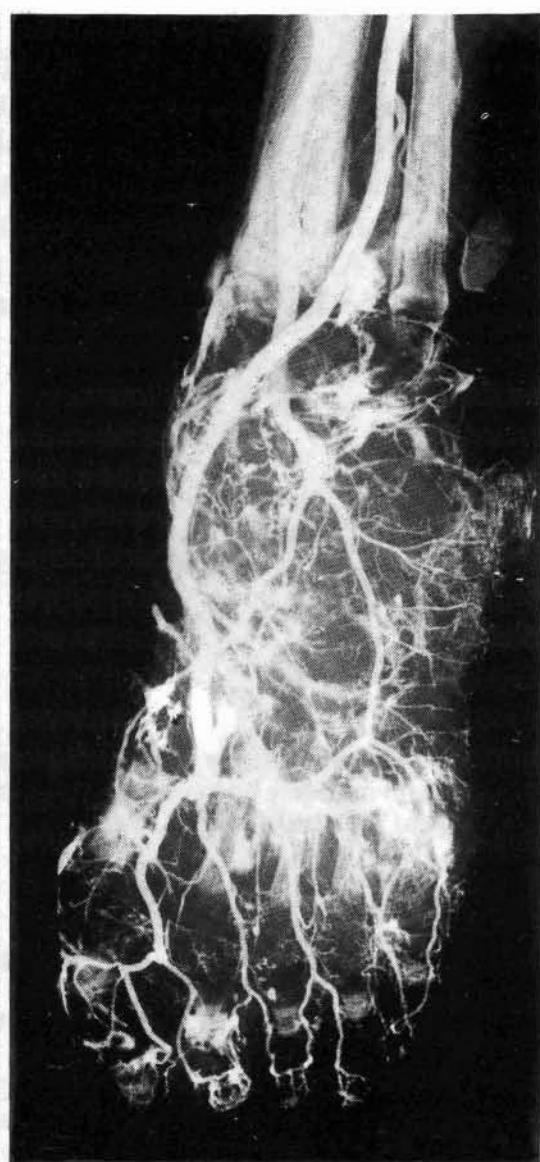


FIG. 7B.- Detalle de la figura anterior en el que se objetiva una arteria tibial posterior plantar de muy pequeño calibre.

Conclusiones

Primera: La distribución arterial de la pierna y del pie durante el período fetal es bastante similar a la del adulto.

Segunda: La vascularización del pie fetal se realiza fundamentalmente por las arterias tibial anterior y posterior. Las arterias peroneas se agotan a nivel del tobillo, formando una red vascular fina con ausencia de colaterales de calibre apreciable.

Tercera: En las últimas semanas del desarrollo fetal y en el recién nacido existe una diferencia apreciable entre los diámetros angiográficos de las arterias tibiales anterior y posterior a nivel del pie.

Cuarta: La arteria tibial posterior irriga la mayor parte de la musculatura del pie fetal.

Quinta: En este estudio arteriográfico de 84 piernas y pies sólo se ha encontrado como variante anatómica una hipoplasia de la arteria tibial posterior a nivel del pie.

Sexta: En un feto con artrogriposis secundaria a una enfermedad de Werdnig-Hoffmann, no se ha objetivado ninguna alteración arterial de los miembros inferiores.

Séptima: La organización histológica de las tres capas de las arterias de la pierna y del pie está prácticamente establecida desde el inicio del período fetal, objetivándose el inicio de la elastogénesis a partir de la 12 semana de gestación.

Octava: A lo largo de todo el período fetal se aprecia un aumento progresivo del espesor de las capas media y adventicia de todas las arterias de la pierna y del pie.

RESUMEN

Se realiza un estudio arteriográfico del desarrollo anatómico de las arterias del pie y de la pierna en sus diferentes períodos, fetal y recién nacido, valorando morfométricamente los diámetros arteriales y analizando las variaciones histológicas e histométricas de dichos vasos.

SUMMARY

An arteriographic study about the arterial anatomic development of feet and leg in its different periods — fetal and new born — is done, considering arterial diameters morphometrically and analyzing its histological and histometrical variations.

BIBLIOGRAFIA

1. HAMILTON, W. J.; MOSSMAN, H. W.: «Embriología Humana». 4^a ed. pp. 268-279. Intermédica. Buenos Aires, 1975.
2. TUCHMANN-DUPLESSIS, H.; HARGEL, P.: «Embriología. Organogénesis». 2^a ed. vol. II, pp. 123-125. Toray-Masson, Barcelona, 1982.
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. Pres. Med.», 9: 5599.
8. ROSENBERG, H. G.: Systemic arterial disease and chronic arsenicism in infants. «Arch. Pathol.», 97: 206, 1985.

9. WARD, T. F.: Multiple thromboses in an infant of a diabetic mother. «J. Pediatr.», 90: 982, 1977.
10. ESPAÑA, G.; REGADERA, J.; SANCHEZ COLL, S.; RODRIGUEZ GONZALEZ, J. I.; SAEZ, J. L.; HERNANDEZ, A.; ALAMO, O.; MAGALLON, P.; JIMENEZ COSSIO, J.: Desarrollo del sector arterial fémoro-poplíteo en fetos humanos. (En Prensa).
11. GREIDER, T. D.; SIFF, S. J.; GERSON, P.; DONOVAN, M. M.: Arteriography in Club foot. «J. Bone Joint Surg.», 64 A: 837, 1982.
12. BEN-MENACHEM, Y.; BUTLER, J. E.: Arteriography of the foot in congenital deformities. «J. Bone Joint Surg.», 56 A: 1625, 1974.
13. IPPOLITO, E.; PONSETI, I. V.: Congenital club foot in the human fetus. A histological study. «J. Bone Joint Surg.», 62 A: 8, 1980.
14. WHITEHOUSE, W. M.; CORAN, A. G.; STANLEY, J. C.; KUHUS, L. R.; WEINTRAB, W. H.; FRY, W. J.: Pediatric vascular trauma. «Arch. Surg.», 111: 1296, 1976.