

# ANGIOLOGIA

VOL. XVI

NOVIEMBRE-DICIEMBRE 1964

N.º 6

## INVESTIGACIONES EXPERIMENTALES SOBRE LA CIRCULACIÓN COLATERAL ARTERIAL \*

A. PLATANIA

N. GUERNELLI

F. LÜTTICHAU

*Istituto di Clinica Chirurgica Generale e Terapia Chirurgica (Direttore: Prof. G. Placitelli).  
Università di Bologna. (Italia)*

La circulación colateral arterial ha sido objeto de numerosos estudios clínicos y experimentales.

Todos los autores están de acuerdo en que la circulación colateral se instaura tanto más precozmente cuanto mayor es la diferencia tensional existente entre los dos sectores de la circulación supra y subyacente a la obstrucción, o sea cuanto mayor es el gradiente de presión entre los dos sectores.

De una cuidadosa revisión de la literatura hemos observado que existen muchas divergencias de opinión no sólo sobre las condiciones circulatorias que determinan el desarrollo sino también sobre la formación anatómica a través del cual se cumple el propio fenómeno.

El objetivo de este trabajo es dar una respuesta precisa a las siguientes preguntas:

—Una diferencia de presión mínima en el sector supra y subestenótico ¿es capaz de determinar la formación de una circulación colateral válida desde el punto de vista funcional?

—Tal gradiente de presión ¿es igual en todos los sectores arteriales o varía según la localización y el calibre del vaso?

### MATERIAL Y MÉTODO

Hemos utilizado perros, todos del sexo masculino, de edad comprendida entre dos y cuatro años, de talla media (de 18 a 22 kg peso corporal).

Hemos dividido los animales en tres grupos: En el primero (6 perros) hemos estudiado la aparición de la circulación colateral después del «clampage» parcial de la aorta infrarrenal; en el segundo (6 perros) hemos practicado análogo estudio tras el «clampage» parcial de la arteria ilíaca común; en el tercero (2 perros), tenido como control, no hemos practicado «clampage» alguno.

La estenosis ha sido inducida, en los dos grupos, por medio de un torniquete metálico reglado de modo que podamos conseguir un descenso de la presión, en el

\* Traducido del original en italiano por la Redacción.

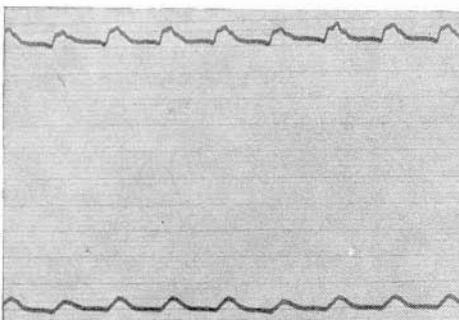


FIG. 1. Gráfico de la presión arterial de una aorta de perro tras la aplicación del torniquete. Se registra así el gradiente de presión por encima y por debajo del torniquete, que se atornilla hasta obtener una diferencia de sólo 5 mm Hg.

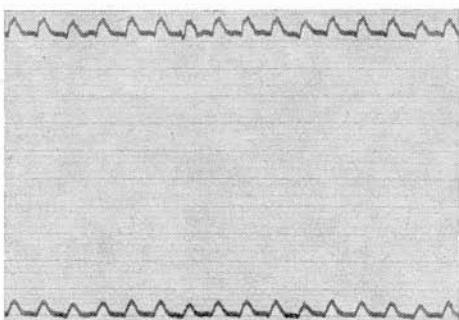
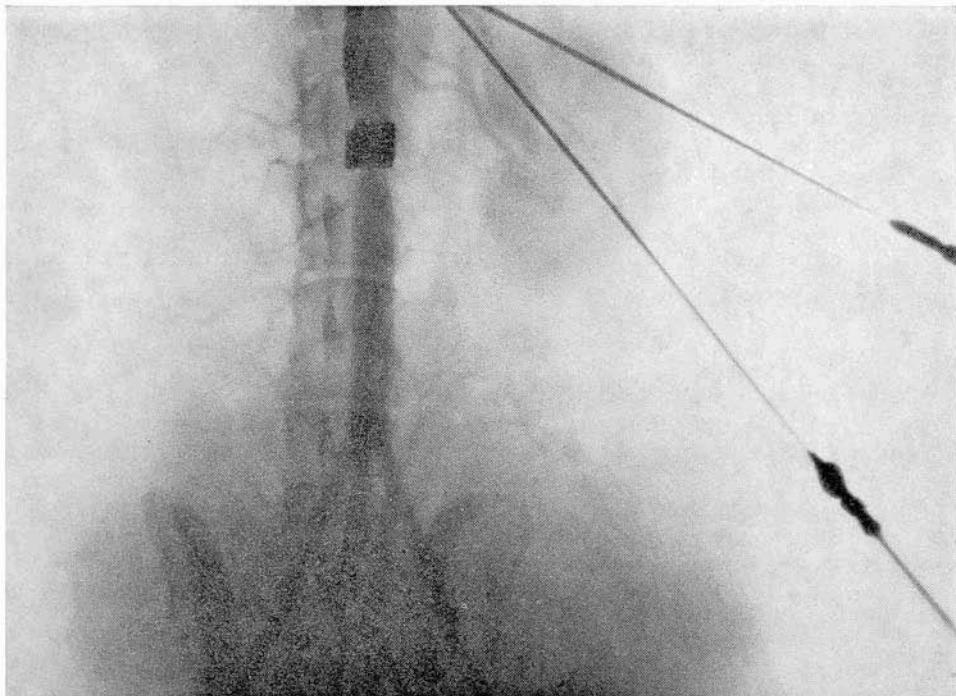


FIG. 2. Idénticas condiciones hemodinámicas del caso precedente. El gráfico registra la presión arterial de la arteria ilíaca común izquierda.

FIG. 3. Aortografía translumbar en el perro, catorce días después de haberle aplicado el torniquete sobre la aorta por encima de las renales. Se observa un ligero grado de hipertrofia de las arterias lumbares con tendencia a recanalizar el sector por debajo del torniquete.



sector de abajo, sólo de 5 mm Hg, valor muy poco superior al punto crítico (HAIMOVICI).

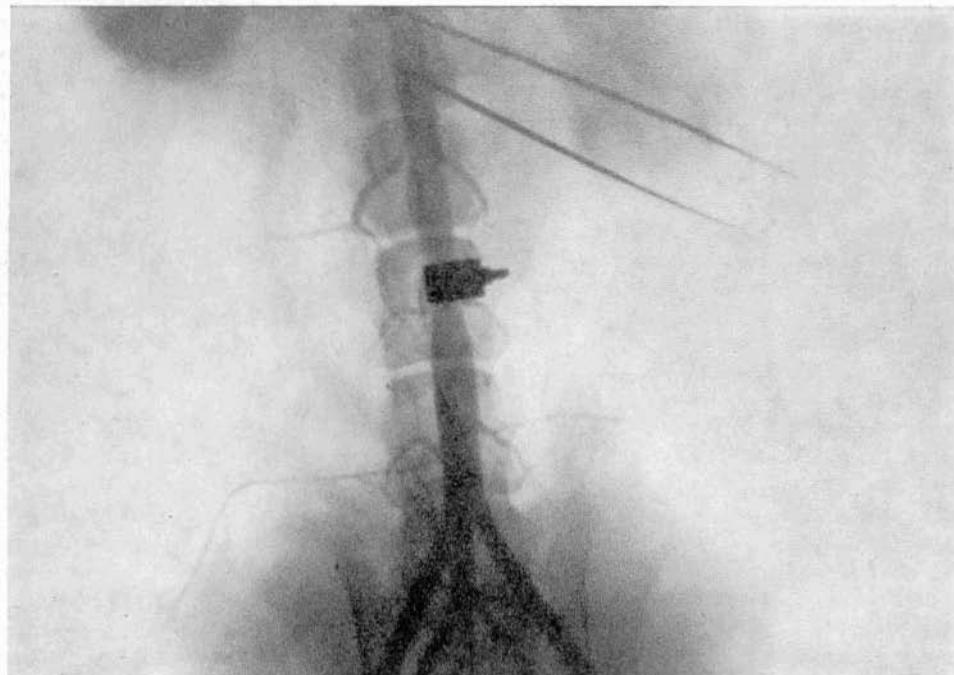
Tal descenso de la presión ha sido controlado por nosotros mediante dos agujas introducidas en la luz, una por encima y otra por debajo del torniquete, y unidas a dos conductores, durante la maniobra de atornillar el propio torniquete.

Las figuras 1 y 2 documentan la diferencia de presión existente en los dos sectores por arriba y por abajo respectivamente en una aorta y en una arteria ilíaca común izquierda.

Sucesivamente hemos efectuado una serie de aortografías translumbares, la primera a los siete días del internamiento, las demás en intervalos constantes hasta alcanzar cerca de los sesenta días de la intervención. En este momento el perro es sacrificado.

El método descrito nos ha permitido observar las distintas etapas de formación de la circulación colateral, pero no ha sido suficiente, sea por la velocidad de la circulación, ya por la escasa presión con que es introducido el medio de contraste, sea por que algunos vasos por falta de función pueden quedar excluidos durante el examen en vida.

FIG. 4. El mismo caso de la figura precedente a los cuarenta días de la intervención. Se observa una más patente hipertrofia de las últimas arterias lumbares que intentan recanalizar el sector infraestenótico. Una de las ramas adquiere un claro aspecto serpiginoso.



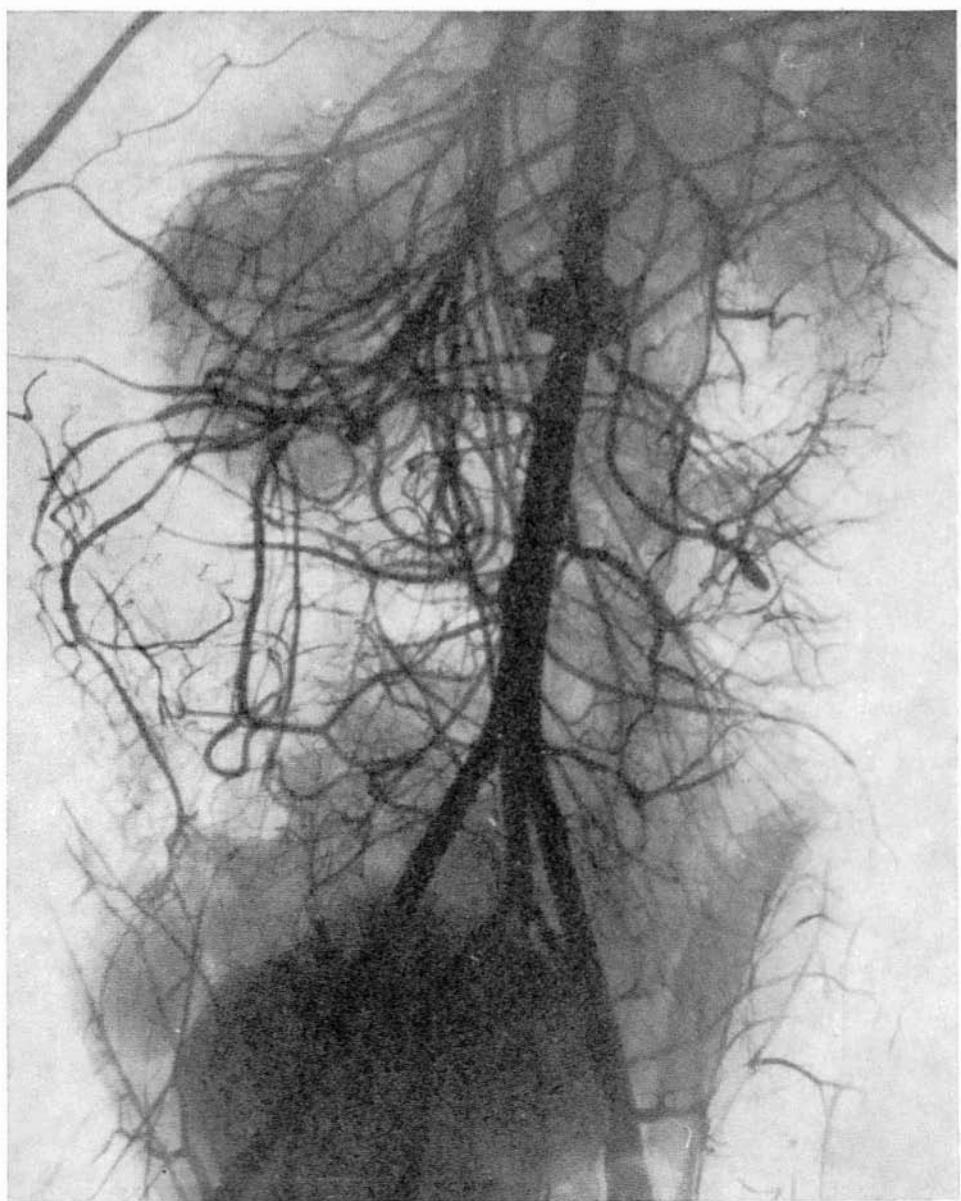


FIG. 5. Aortografia postmortem del caso de la figura precedente. Se observa una mayor riqueza y particularmente una hipertrofia de las últimas arterias lumbares, que recanalizan el sector infraestenótico.

Por tanto, hemos completado nuestra investigación con la aortografía post-mortem. En cuanto concierne al tercer grupo, los dos perros han sido sometidos exclusivamente a una arteriografía en vida y a otra post-mortem, a modo de control.

## RESULTADOS

*Primer Grupo.* Desde la primera aortografía, efectuada siete días después de la intervención, hemos podido observar una tendencia a la formación de circulación colateral. En el aortograma, en efecto, se comprueba por arriba de la estenosis una discreta hipertrofia de las dos últimas arterias lumbares, más evidente en los vasos más próximos al torniquete; las lumbares adquieren un curso semicircular para irrigar la aorta subestenótica. Faltaba, por contra, cualquier signo de neoformación vascular (fig. 3).

En la aortografía obtenida a los veinte días se observa una más evidente hipertrofia de los vasos supraestenóticos con clara tendencia a reunirse por debajo.

Tal forma de producirse es más evidente en la exploración efectuada a los cuarenta días, donde puede apreciarse un inicio de recanalización del sector infraestenótico. Tampoco en este aortograma se observan vasos neoformados (fig. 4).

No habiendo obtenido modificación alguna del cuadro en los aortogramas practicados más tarde (intervalo máximo sesenta días), hemos decidido sacrificar el animal para realizar la aortografía post mortem (fig. 5).

Con tal examen hemos obtenido la confirmación de cuanto habíamos observado en vida, es decir la hipertrofia de los vasos lumbares supraestenóticos con tendencia a irrigar el sector infraestenótico. Además, al poder introducir el medio de contraste a mayor presión, se han podido evidenciar algunos vasos neoformados, finos y de trayecto serpiginoso, expresión de una abundante circulación colateral que en vida no había asumido carácter compensador, dado el discreto grado de la estenosis.

*Segundo Grupo.* Los datos deducidos del estudio de los 6 perros sometidos a estenosis de la arteria ilíaca confirman en parte los resultados conseguidos con la experiencia precedente.

En la aortografía practicada a los siete días de la intervención ya se aprecia un inicio de circulación colateral representado por la hipertrofia de una rama por encima de la estenosis con tendencia a recanalizar el sector infraestenótico. Dada la mayor longitud del vaso en observación cabe ver el aspecto serpiginoso (fig. 6).

Las sucesivas aortografías han confirmado los hallazgos conseguidos en el primer examen, mostrando no obstante una más neta hipertrofia del vaso y una mayor tendencia a la reunión bajo la estenosis.

Tampoco en estos aortogramas en vida se observa tendencia alguna a la neoformación vascular (fig. 7 y 8).

Dado que a mayor distancia de tiempo no hemos observado modificaciones en los hallazgos aortográficos, particularmente no hemos visto signo alguno de neoformación vascular, se sacrifica al animal.

Tal hallazgo ha sido demostrado, por contra, en la aortografía post-mortem, si bien no hemos conseguido evidenciar la circulación colateral en toda su extensión como ha sido posible en los animales pertenecientes al primer grupo (figs. 9 y 10).

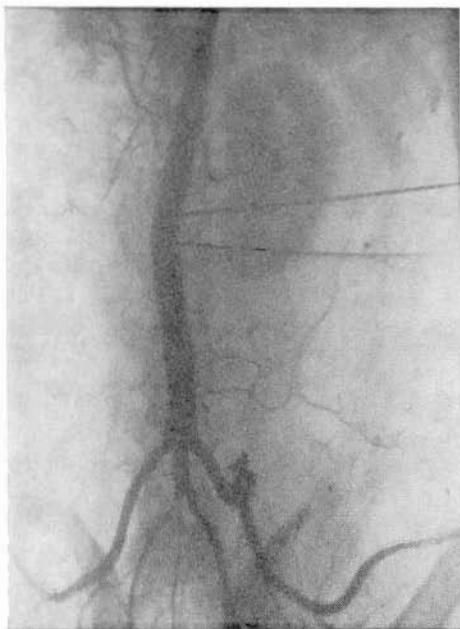


FIG. 6. Aortografía translumbar en un perro obtenida a los siete días de haber aplicado el torniquete sobre la arteria ilíaca común izquierda. Escaso grado de hipertrofia de las arterias lumbares, que adquieren un aspecto serpiginoso.

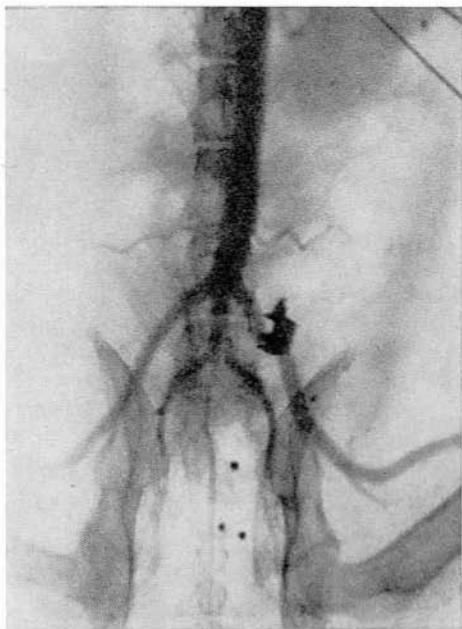


FIG. 7. El mismo caso de la figura precedente a los catorce días de la intervención. Se observa un mayor grado de hipertrofia con tendencia a recanalizar el sector subestenótico.

*Tercer Grupo.* En los dos perros control no hemos observado diferencias significativas entre el cuadro aortográfico en vida y en el post-mortem, tan sólo una mayor riqueza de modo particular en este último.

Como complemento del estudio reportamos los aortogramas obtenidos en vida y post-mortem en los animales pertenecientes al tercer grupo, o sea en los animales control (figs. 11, 12 y 13).

#### CONSIDERACIONES

Nuestro estudio ha demostrado que una mínima estenosis de la luz de la aorta determina la formación de una circulación colateral arterial consistente en una hipertrofia de los vasos preexistentes que tienden a recanalizar el sector infraestenótico.

También se observa con la aortografía post-mortem vasos de neoformación, si bien de forma no sobresaliente.

Con el mismo grado de estenosis, aplicado a la luz de la arteria ilíaca común, se asiste asimismo a la formación de una circulación colateral arterial consistente en una hipertrofia de los vasos preexistentes aunque sin llegar a la total recanalización del sector infraestenótico por parte de dichos vasos.

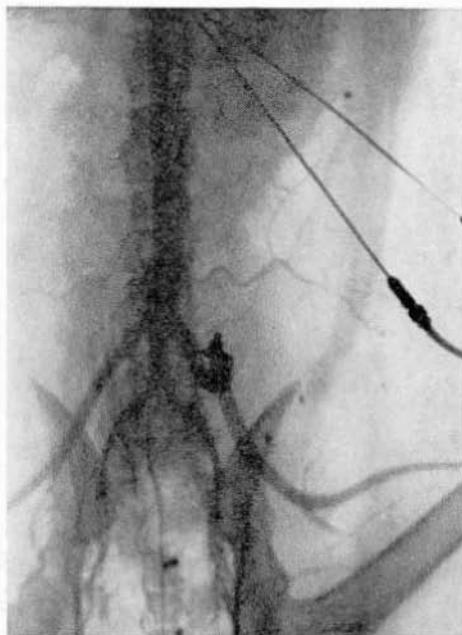


FIG. 8. El mismo caso de la figura precedente a los cincuenta días de la intervención. La hipertrofia es más marcada, los vasos adquieren un claro aspecto serpiginoso, pero no consiguen recanalizar el sector por debajo de la estenosis.

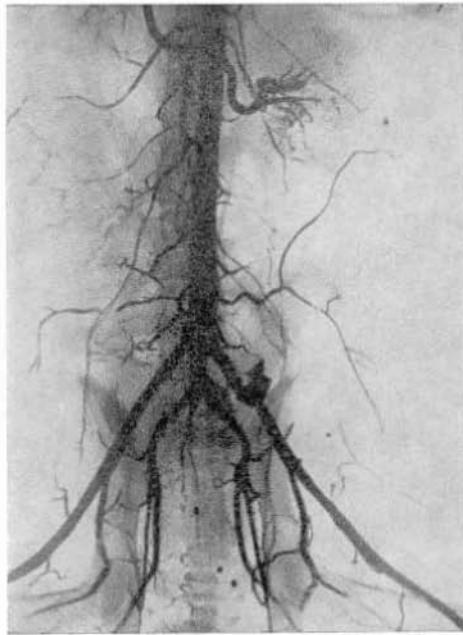


FIG. 9. El mismo caso de la figura precedente. Aortografía postmortem: ni aún así se logra poner en evidencia la recanalización del sector infraestenótico.

Puede deducirse por tanto que, en el caso de la ilíaca común, a diferencia de cuanto ha sido observado en la aorta infrarrenal, para obtener una circulación colateral funcionalmente eficiente es necesario determinar una estenosis más intensa que la suficiente para conseguir un descenso de la presión de 5 mm de Hg.

Podemos afirmar, en consecuencia, que también con un gradiente de presión mínimo asistimos a la formación de circulación colateral con los caracteres propios de las estenosis intensas, donde se exceptúan una mayor lentitud en su aparición y un menor número de vasos neoformados.

#### RESUMEN

Los autores han estudiado algunos problemas inherentes a la circulación colateral arterial: una diferencia de presión mínima entre los sectores supra e infraestenóticos (5 mm de Hg) estimula en el organismo la formación de una circulación colateral válida desde el punto de vista funcional? Tal gradiente de presión ¿es igual en todos los sectores arteriales o varía según la localización y el calibre de los vasos?

Basando su experiencia en la aortografía conseguida en vida y post-mortem a distancia de tiempo variable de la aplicación de un torniquete que reproducía aque-

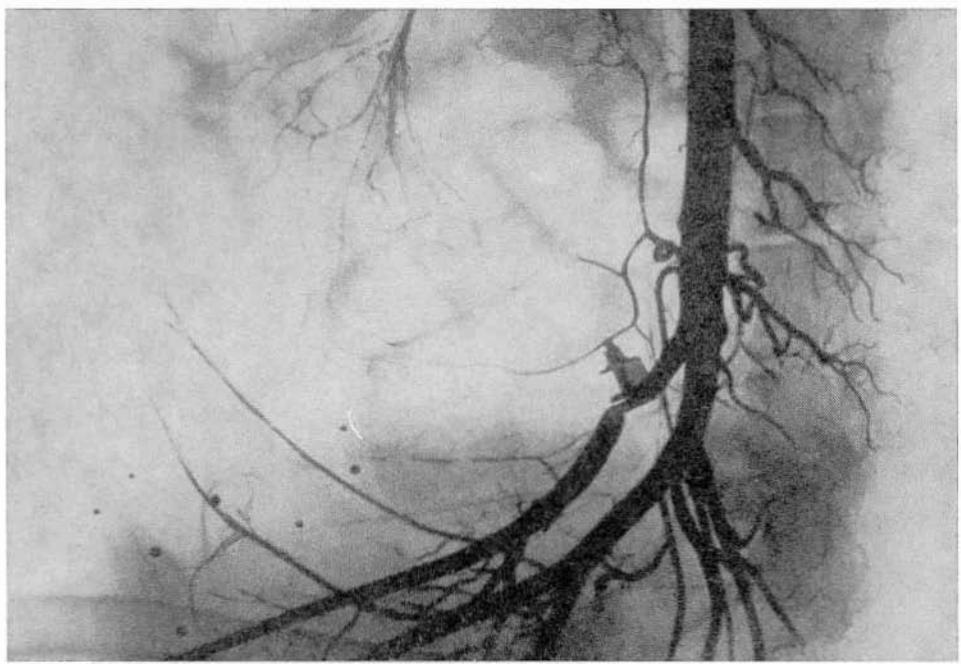


FIG. 10 Aortografía postmortem del caso precedente en posición lateral izquierda. [No se observa la completa recanalización del sector infraestenótico.

FIG. 11. Aortografía translumbar de un perro en condiciones normales de circulación.

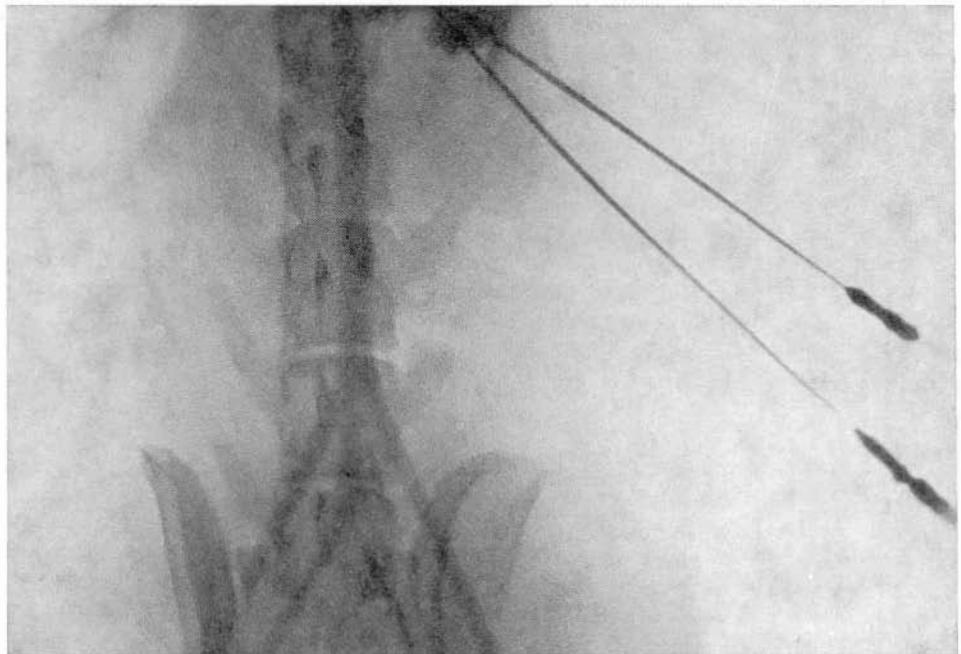
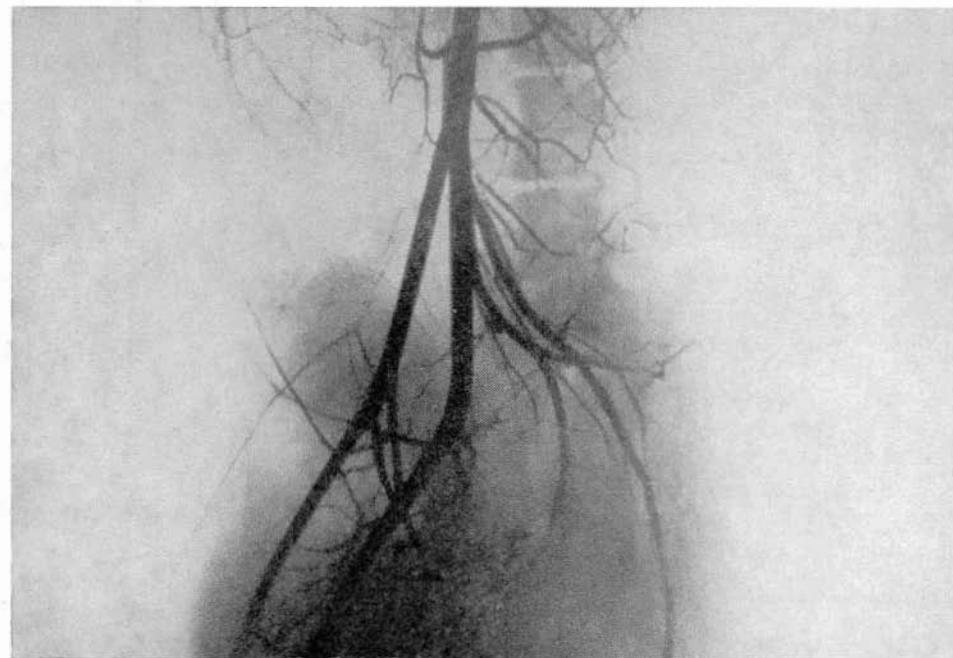




FIG. 12. El mismo caso de la figura precedente. Aortografía postmortem: se observa una mayor inyección vascular debido al aumento de presión en la introducción del medio de contraste y una menor velocidad de circulación.

FIG. 13. El mismo caso de la figura precedente en posición lateral izquierda.



llas situaciones, se ha llegado a las siguientes conclusiones: una diferencia mínima de gradiente es suficiente para determinar la formación de una circulación colateral que se manifiesta por la hipertrofia de los vasos preexistentes por arriba y con la neoformación de arterias que probablemente estaban en condiciones de hipoactividad, no siendo indispensable su entrada en función para la compensación hemodinámica.

Variaciones de grado y de trayecto de la circulación colateral han sido observadas en las mismas situaciones hemodinámicas entre la aorta y la arteria ilíaca común, sin que quepa atribuir a estos datos una clara explicación patogénica.

#### SUMMARY

The authors present their experimental work in arterial collateral circulation. Slight differences in pressure between the supraestenotic and infraestenotic segments of an artery produce increased collateral circulation. Differences have been found in this neoformation of collaterals between the aorta and the iliac artery.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ABEATICI, S. y CAMPI, L.: *Sulle modificazioni immediate circolatorie dovute alla legatura di una arteria.* «Arch. It. Chir.», 72:283:1949.
- ALBERT, F.: *Les oblitérations artérielles.* «Lyon Chir.», 29:649:1932.
- BERNABEO, V. y NOVARA, L.: *Sulle conseguenze delle ostruzioni arteriose totalitarie: studio sperimentale.* «Arch. It. Chir.», 39:731:1935.
- BOLOGNESI, G.: *Sulla formazione del circolo collaterale degli arti: Contributo sperimentale.* «Chir. Org. Mov.», 3:413:1919.
- DEL GAUDIO, A. y PLATANIA, A.: *Sul circolo collaterale arterioso. Ricerche sperimentali.* «Folia Ang.», 1:1963.
- DOMINI, R.: *Sulle modificazioni morfologiche del circolo collaterale arterioso degli arti in rapporto alla cinetica. Ricerche sperimentali.* «Acta Ch. It.», 13:127:1957.
- DOMINI, R.: *La fisiologia delle arterie a spirale del circolo collaterale «tardivo funzionale» degli arti. Ricerche sperimentali.* «Arch. Fisiol.», 57:1:1957.
- DOMINI, R.: *Il probabile significato delle arterie a spirale dell'utero, dell'ovaio e del testicolo: rilievi morfologici sul coniglio.* «Arch. It. Ist. e Anat. Pat.», 32:177:1958.
- DOMINI, R. y BOCCUZZI, F.: «Il circolo collaterale arterioso.» Cappelli, Bologna 1962.
- KRHL, E.; PRATT, S. H.; ROUSSELOT, L. M.; Ruzicka, F. F.: *The collateral circulation in the arterial occlusive disease of the lower extremities.* «Surg. Gyn. Obstr.», 98:324:1954.
- LEARMONTH, J. R.: *The collateral circulation.* «J. Int. Ch.», 8:1008:1948.
- LEARMONTH, J. R.: *Collateral circulation natural and artificial.* «Surg. Gyn. Obstr.», 90:385:1950.
- LERICHE, R.: *Résultats éloignés des ligatures et des résections artérielles.* Congr. Franc. de Chir., 31:260:1922.

- LERICHE, R.: «Physiologie, pathologie e chirurgie des artères. Principes et méthodes de la chirurgie artérielle.» Masson Ed., Paris 1943.
- PORTA, L.: «Delle alterazioni patologiche delle arterie per la legatura e la torsione.» Tipografia G. Bernardoni, Milán 1845.
- TAGARIELLO, P.: *Il circolo collaterale nella legatura dell'a. suclavia: Osservazione clinica e ricerche anatomiche e sperimentali*, «Ch. Org. di Mov.», 36:319:1951.
- TAGARIELLO, P.: *Le arterie a spirale nella fisiologia e nella patologia del circolo*. «Arch. It. Ch.», 83:361:1958.
- TORMENE, A.: *Il circolo collaterale nella legatura delle arterie iliache, femorale e poplitea. Ricerche sperimentali ed anatomiche*. «Acta Ch. It.», 7:335:1951.