

# Originales

## Anatomía microvascular de la fosa interpeduncular en el hombre.

### (Implicaciones clínicas y neuroquirúrgicas)

J.M.<sup>a</sup> Cabezado Artero

El conocimiento de la anatomía microvascular del mesencéfalo y del diencefalo posterior es esencial en el manejo quirúrgico de esta región. El objeto de este estudio es la clarificación y sistematización de las estructuras vasculares de la zona.

Las ramas perforantes que se originan de los cinco milímetros distales de la arteria basilar, de los siete milímetros proximales de las arterias cerebelosas superiores y del segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior han sido estudiadas en 56 hemisferios cerebrales humanos en estado fresco. Los cerebros fueron inyectados con una resina plástica. El sitio de penetración de las arterias perforantes es un pequeño espacio en la parte superior de la fosa interpeduncular. Los dos tercios anteriores de este espacio constituyen la sustancia perforada posterior, siendo el tercio posterior el lugar de penetración de las ramas que irrigan al mesencéfalo inferior. La sustancia perforada posterior se divide en dos mitades, anterior y posterior. La mitad anterior es perforada por las arterias talámi-

cas paramediales (diámetro externo =  $0.57 \pm 0.11$  mm.), y la mitad posterior por las arterias mesencefálicas paramediales superiores (diámetro externo =  $0.20 \pm 0.06$  mm.). Las arterias perforantes se originan a partir de troncos que nacen del segmento P<sub>1</sub>. Dichos troncos dan ramas exclusivamente a la mitad anterior en el 30 %, a la mitad posterior solamente en el 13 %, y a ambas mitades en el 57 %. Hemos observado un total de 26 anastomosis entre las ramas perforantes. Las arterias mesencefálicas paramediales inferiores penetran al encéfalo por el tercio posterior de la parte superior de la fosa interpeduncular y se originan del segmento P<sub>1</sub> en el 32 % de los cerebros de los 7 milímetros proximales de la arteria cerebelosa superior en el 45 % y de los 5 milímetros distales de la arteria basilar en el 23 %.

Hemos hecho una sistematización de nuestros hallazgos, a la luz de la cual hemos podido hacer una discusión de los diversos aspectos de la enfermedad vascular oclusiva a dicho nivel y de los aspectos quirúrgicos pertinentes a las lesiones que se desarrollan en la zona del diencefalo posterior y parte superior de tronco encefálico. Se hacen unas consideraciones pertinentes al tratamiento quirúrgico de estas lesiones y en particular de los aneurismas de la bifurcación de la arteria basilar.

### Introducción

El conocimiento exacto de la microanatomía de la fosa interpeduncular (FI) es de importancia primordial para los cirujanos que aborden lesiones vasculares o tumorales de esta área y en particular aneurismas de la bifurcación de la arteria basilar.

Los estudios de las estructuras vasculares de la fosa interpeduncular que se han hecho hasta ahora han sido sobre cerebros fijados en formol o usando técnicas de inyección-perfusión<sup>2, 6, 7, 10, 18, 21, 29-31, 33, 36, 40</sup>. Nosotros

Médico Adjunto de Neurocirugía. Residencia Sanitaria Virgen de Lluç

Premio Médico Matas

hemos investigado la anatomía microvascular de esta región usando cerebros humanos frescos inyectados con una mezcla resina poliéster, y hemos encontrado que esta técnica ofrece múltiples ventajas sobre las demás para la disección microanatómica de los vasos del espacio perforado posterior (EPP) y de la fosa interpeduncular. En primer lugar es posible realizar una medición más exacta de los diámetros externos y longitud de los vasos además, la definición de los patrones de ramificación y los puntos de penetración en el cerebro se vé ampliamente facilitada y en último lugar, las múltiples variaciones de los vasos pueden definirse más claramente.

### Material y método

El material de nuestro estudio está compuesto por 28 cerebros frescos obtenidos en autopsias realizadas entre cuatro y ocho horas después de la muerte a adultos sin signos de enfermedad del sistema nervioso central.

Después de lavados, los cerebros eran sumergidos en una solución Ringer. La arteria basilar se canulaba entonces con un cateter de polietileno 18 G. cuyo extremo quedaba inmediatamente proximal al origen de las arterias cerebelosas superiores (ACS). Las arterias carótidas supraclinoideas (ACI), las arterias cerebrales medias (ACM) y arterias cerebrales anteriores (ACA) se ligaba con una seda del 000. A través del cateter, cada cerebro era inicialmente perfundido con 300 cc. de suero salino y a continuación con una resina plástica preparada mezclando un monómero (Styrene al 40-50 %) con un catalizador (Methyl-ethyl ketone peroxide) y una resina roja (Cadmio disuelto en ethyl-hexanol) en una proporción 10 : 1 : 1. La mezcla se inyectaba manualmente hasta que un llenado satisfactorio de la arteria basilar y sus ramas era evidente. Los cerebros eran entonces dejados en reposo en un baño de so-

lución de Ringer a 4° C. durante el proceso de polimerización. Entre dos y tres horas después de la inyección los cerebros estaban listos para ser examinados.

Los cerebros se colocaban con su cara ventral hacia arriba, y la superficie ventral del tronco cerebral se examinaba en una dirección rostro-caudal (Figura 1) que permite una visión directa de la fosa interpeduncular. Las disecciones se realizaron con la ayuda de un microscopio quirúrgico (10X a 25X) e instrumental de microcirugía. Para la documentación gráfica se usó una máquina fotográfica Pentax K-1000 acoplada al microscopio.

En cada cerebro se estudiaron los siguientes parámetros: origen, longitud, diámetro externo, patrón de ramificación y punto de penetración en el cerebro de aquellos vasos que se originaban de la porción de la arteria cerebral posterior proximal a la arteria comunicante posterior (porción P-1, o sólo P-1), de los últimos 5 mm. de la

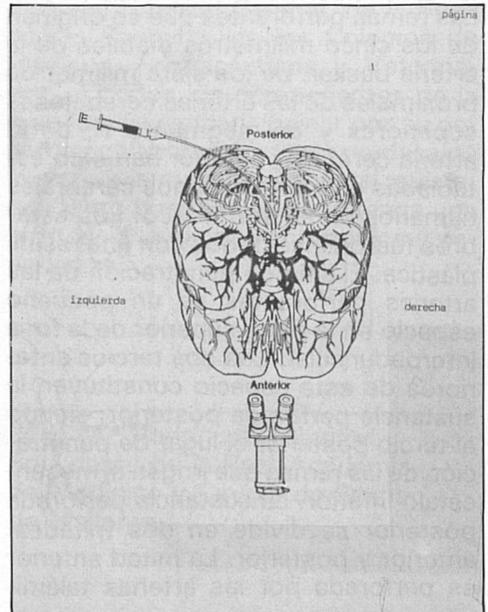


Fig. 1  
Relaciones entre la fosa interpeduncular y la anatomía vascular del cerebro tal y como se ve en la posición anatómica empleada en el estudio (cara ventral del cerebro).

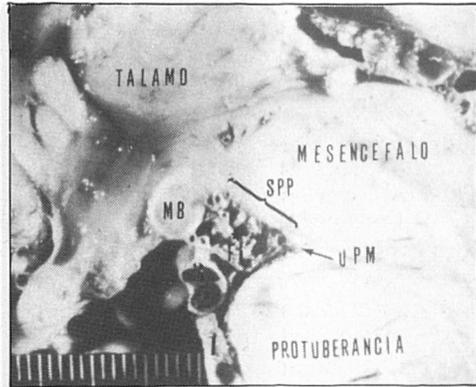
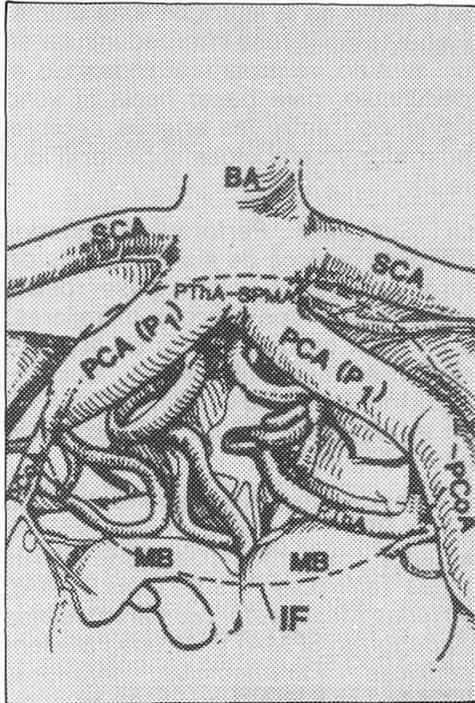


Fig. 2

2A) Perspectiva ventral de la parte posterior del polígono de Willis mostrando la fosa interpeduncular. 2B) y 2C) Perspectiva lateral de la fosa interpeduncular

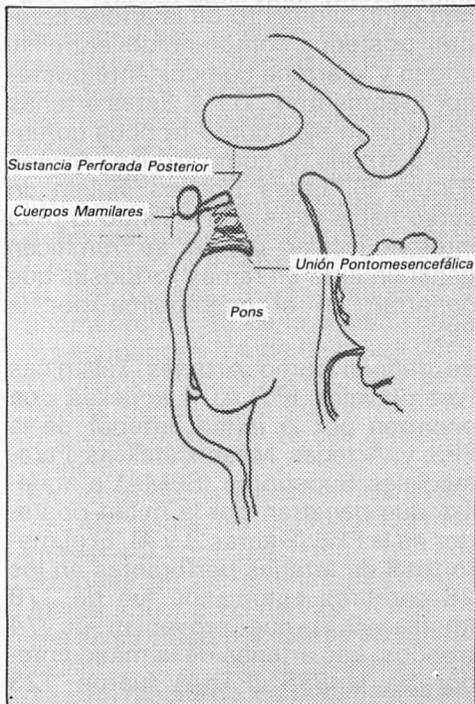
BA y 1 = Arteria basilar; SCA y 2 = Arteria cerebelosa superior; PCA (P<sub>1</sub>) y 3 = Segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior; PThA-SPMA = Complejo de las arterias talámicas paramediales y arterias paramediales mesencefálicas superiores; III = Nervio oculomotor; PCoA = Arteria comunicante posterior; MB = Cuerpos mamilares; FI o IF = Fosa interpeduncular.

El asterisco muestra la fosa interpeduncular.

Todos los datos se registraban de forma numérica y gráfica mediante apuntes detallados. Además, todas las disecciones fueron fotografiadas.

## Resultados

Se define como Fosa Interpeduncular al espacio cuyo límite superior son los cuerpos mamilares y mitad anterior de la sustancia perforada posterior; el límite posterior está constituido por la mitad posterior de la sustancia perforada posterior y la cara anterior del tegmento mesencefálico; el límite inferior es la porción anterosuperior de la protuberancia; los límites laterales están constituidos por los pedúnculos cerebrales y como límite anterior, la bifurcación de la arteria basilar y segmentos proximales de la arteria cerebral posterior (Figuras 2 y 3). Las raíces del nervio oculomotor emergen en sentido divergente del mesencéfalo en un punto situado entre los pedúnculos cerebrales y la sustancia perforada posterior, aproximadamen-



arteria basilar y de los 7 mm. proximales de la arteria cerebelosa superior.

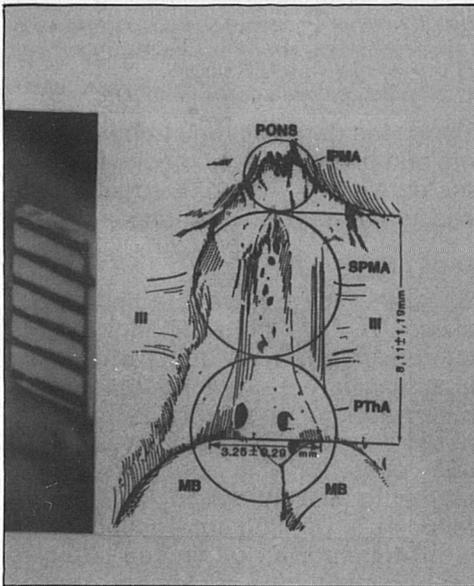


Fig. 3

Vista de la fosa interpeduncular después de que ha sido limpiada totalmente de vasos, mostrando los puntos de entrada de las PThAs, SPMA e IPMA a través de la sustancia perforada posterior.

SPMA = Arterias mesencefálicas paramediales superiores; PThA = Arterias talámicas paramediales; IPMA = Arterias mesencefálicas paramediales inferiores; III = Nervio oculomotor; MB = Cuerpos mamilares

te a mitad de la altura de esta última, y atraviesan la fosa interpeduncular en un sentido ventrolateral rodeando al pedúnculo, para pasar hacia el seno cavernoso entre las arterias cerebral posterior y cerebelosa superior (Figura 2).

La Sustancia Perforada Posterior (PPS) es un área de sustancia gris de forma triangular con la base rostral limitando con los cuerpos mamilares, y un apex caudal situado en el límite mesencéfalo-protuberancial. Sus dimensiones son de  $3.25 \pm 0.29$  mm. en la base y de  $8.11 \pm 1.19$  mm. de altura (Figura 2).

Los vasos que penetran en el encéfalo por la PPS y tegmento mesencefálico anterior, los hemos clasificado en *Arterias Talámicas Paramediales (PThA)*, *Arterias Mesencefálicas Paramediales Superiores (SPMA)* y *Arterias Mesencefálicas Paramediales Inferiores (IPMA)*. Las PThA y las SPMA se originan en el segmento de la arteria cerebral posterior comprendido entre su origen y la arteria comunicante posterior (Segmento  $P_1$  o  $P_1$ ). Estas arterias se originan bien como troncos comunes a ambas, o como troncos únicos (Figura 5). Estos troncos siguen un curso hacia atrás atravesando la fosa interpeduncular donde se ramifican generalmente en ramas tortuosas que penetran en el parénquima por la PPS.

Se definen como Arterias Talámicas Paramediales (PThA) a aquellas que penetran por la mitad anterior de la PPS y Arterias Mesencefálicas Paramediales Superiores (SPMA) a aquellas que penetran por la mitad posterior de la PPS (Figuras 3 y 4). El número total de arterias perforantes en los 28 cerebros estudiados fue de 278 (media = 9.7) que provenían de 74 troncos. Las arterias de la mitad anterior de la PPS (PThA) fueron 123 (44 %) y eran mayores (diámetro externo medio =  $0.52 \pm 0.9$  mm.) que las 155 (56 %) arterias de la mitad

TABLA II

NUMERO, DIAMETRO Y ORIGEN DE LOS TRONCOS PThA-SPMA Y NUMERO Y DIAMETROS DE SUS PERFORANTES

Tipo	Número	Diámetro (mm.)		ORIGEN (desde el comienzo de P <sub>1</sub> )		Ramas perforantes a la PPS		
		Media	Límites	Media	Límites	Número Total	Numero por tronco	Diametro medio
A	17 (23 %)	0.56	0.4-1.0	4.99	2-9.5	17	1	0.56
B	5 (6.7 %)	0.75	0.6-0.9	2.5	2-4.0	11	2.2	0.46
C	6 (8.1 %)	0.30	0.2-0.4	1.4	0-2.0	6	1	0.3
D	4 (5.4 %)	0.36	0.3-0.5	2.65	1-3.6	8	2	0.21
E	26 (35.1 %)	0.69	0.5-1.1	2.76	1-5.5	123	4.73	0.33
F	15 (20.3 %)	0.83	0.6-1.1	2.35	1-5.0	109	7.26	0.39
G	1 (1.3 %)	0.9	-	2.5	-	4	4	-
TOTAL: 74						278		

PThA = Arteria Talámica Paramediana  
 SPMA = Arteria Mesencefálica Paramediana Superior  
 P<sub>1</sub> = Segmento de la arteria cerebral posterior comprendido entre su origen y la arteria comunicante posterior.  
 PPS = Sustancia Perforada Posterior.

de troncos que nacen a partir del segmento P<sub>1</sub>, 7 primeros mm. de la arteria cerebelosa superior y 5 mm. distales de la arteria basilar (Figuras 8 y 9). Estos troncos rodean a la parte superior de la protuberancia cruzando la parte inferior de la fosa interpeduncular donde se ramifican en las IPMAs que tienen un curso hacia atrás para penetrar al encéfalo en la cara anterior del tegmento mesencefálico inmediatamente por encima del surco mesencefalo-protuberancial (Figura 3). Las IPMAs irrigan a los territorios paramediales del mesencéfalo inferior. El número total de IPMAs observados fue de 96; de ellas, 30 se originaron del segmento P<sub>1</sub>, 42 de la arteria cerebelosa superior y 24 de la arteria basilar (Tabla III). Todos los troncos de las IPMAs tienen un origen en las caras posterior e inferior de sus arterias de origen.

En 20 cerebros encontramos un total de 40 pequeñas arterias (diámetro medio = 0.15 ± 0.03 mm.), que originándose en las arterias perforantes, iban a irrigar a los nervios oculomotores en su curso por la fosa interpeduncular.

La cara medial de los pedúnculos cerebrales se irrigaba a partir de un total de 129 arterias (diámetro me-

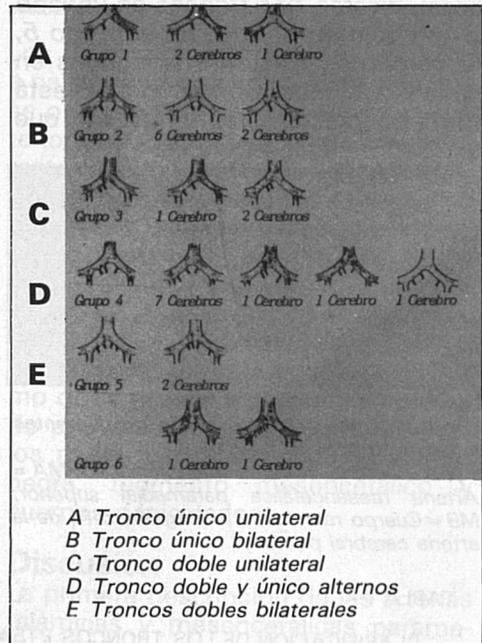


Fig. 5

Esquema de la clasificación de los troncos PThA-SPMA de acuerdo al patrón de origen a partir del segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior.

dio = 0.14 ± 0.3 mm.) con origen en las perforaciones. Estas arterias fueron observadas en todos los cerebros con una media de 4.6 ramas por cerebro.

posterior (SPMA) (diámetro medio =  $0.2 \pm 0.06$  mm.) (Tabla II).

Las PThA y SPMA han sido clasificadas según dos criterios diferentes: a) según el patrón de origen a partir del segmento  $P_1$  y b) según el patrón de ramificación y distribución de sus ramas perforantes en la PPS.

Según el patrón de origen a partir del segmento  $P_1$ , hemos clasificado a las arterias en 6 grupos (Figura 5): En el grupo 1 (3 cerebros), sólo existe un tronco en uno de los segmentos  $P_1$ , que irriga a toda la PPS. En el grupo 2, (8 cerebros), existen dos troncos, uno a partir de cada segmento  $P_1$  (Figura 6). En el grupo 3, (3 cerebros), existen dos troncos que provienen de un solo lado. En el grupo 4, (10 cerebros), existen dos troncos en un lado y uno sólo en el otro. En el grupo 5, (2 cerebros), existen dos troncos en cada lado (Figura 6b). El grupo 6 está formado por 2 cerebros en los que existían múltiples troncos.

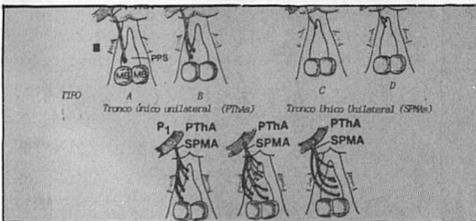


Fig. 4  
Representación esquemática de los diferentes tipos de troncos PThA-SPMA.  
PThA = Arteria talámica paramedial; SPMA = Arteria mesencefálica paramedial superior; MB = Cuerpo mamilar;  $P_1$  = Segmento  $P_1$  de la arteria cerebral posterior.

De los 74 troncos, 72 (97 %) se originaron en la pared superior o posterior del segmento  $P_1$ , mientras que los 2 restantes se originaron de la pared anterior. El origen de los troncos es en ángulo agudo hacia atrás, arriba y medialmente. En 17 de los 28 cerebros, encontramos un total de 25 anastomosis mayores de 0.1 mm. de diámetro entre las arterias perforantes (Figura 7). En 10 cerebros sólo se encontró una anastomosis (diámetro =  $0.18 \pm 0.05$ ) y en los restantes 7 cerebros, 15 anastomosis (diámetro =  $0.18 \pm 0.1$  mm.).

Según el patrón de ramificación y distribución de las ramas perforantes en la PPS, hemos diferenciado 7 tipos (Figura 4) (Tablas I y II). Los tipos A y B están constituidos por los troncos que irrigan exclusivamente la mitad anterior de la PPS (PThA). Los tipos C y D están formados por troncos que irrigan exclusivamente a la mitad posterior de la PPS (SPMA). En estos cuatro tipos de irrigación de la PPS es ipsilateral. Cuando los troncos irrigan a ambas mitades de la PPS (PThA-SPMA) se clasifican en tipos E, F o G según que lo hagan de forma ipsilateral, bilateral o contralateral respectivamente. De los 74 troncos hemos encontrado que 22 (29.7 %) dan lugar a PThA solamente, 10 (13.5 %) a SPMA solamente y 42 (56.75 %) dan lugar a PThA-SPMA (Tablas I y II).

Las Arterias Mesencefálicas Paramediales Inferiores (IPMA), se originan

TABLA I

CLASIFICACION DE LOS TRONCOS PThA-SPMA SEGUN EL SITIO DE PERFORACION Y EL PATRON DE RAMIFICACION

Tipo	n.º	Lugar de penetración		Lateralidad		Ramas	
		Mitad anterior PThA	Mitad post SPMA	Ipsilateral	contralateral	Si	No
A	17	X		X			X
B	5	X		X		X	
C	6		X	X			X
D	4		X	X		X	
E	26	X	X	X		X	
F	15	X	X	X	X	X	
G	1	X	X		X	X	

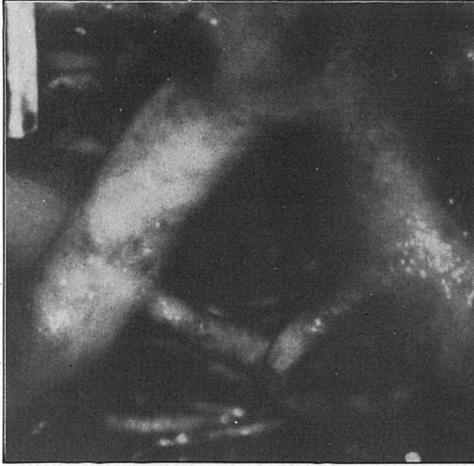
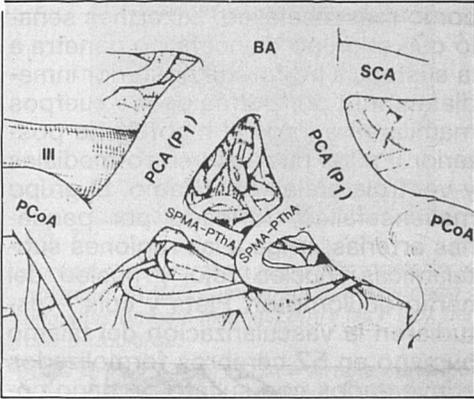


Fig. 6

Perspectiva ventral de la porción posterior del polígono de Willis mostrando diferentes grupos de arterias PThAs y SPMA's. A, B y C) muestran un ejemplo de grupo 2 D) muestra un ejemplo de grupo 5. Obsérvese la gran ramificación de los vasos, que es más manifiesta en el espécimen que se muestra en la Fig. 6C.

BA = Arteria basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA (P<sub>1</sub>) = Segmento P<sub>1</sub> de la cerebral posterior; III = Nervio oculomotor; PThA = Arteria talámica paramedial; SPMA = Arteria mesencefálica paramedial superior.



Los tubérculos mamilares se irrigan a partir de un total de 71 arterias que se originaban en la comunicante posterior<sup>32</sup>, segmento P<sub>1</sub><sup>13</sup> y de las perforantes<sup>26</sup> (Figuras 10 y 11), (Tabla IV). Como últimos vasos de interés con origen en el segmento P<sub>1</sub>, están las *arterias circunflejas*, cortas y largas (Figura 12). Las arterias circunflejas largas irrigan a los tubérculos cuadrigéminos y las cortas a los cuerpos geniculados (Tabla V). Tanto unas como otras rodean al mesencéfalo dando pequeñas ramas perforantes para los pedúnculos cerebrales, sustancia negra, tegmento mesencefálico y cuerpos geniculados.

## Discusión

La primera descripción de las arterias talámicas y mesencefálicas paramediales fue hecha por Duret en 1874<sup>6</sup>. En sus trabajos describió la «arteria postero-interna del tálamo óptico» que se originaba a partir de las «arteria comunicans posterior» y «arteria cerebri» por detrás de los «corpora mamilaria». Estas arterias irrigan la porción posterior de las paredes del tercer ventrículo. El primer estudio detallado sobre los síndromes clínicos de la arteria cerebral posterior fue hecho

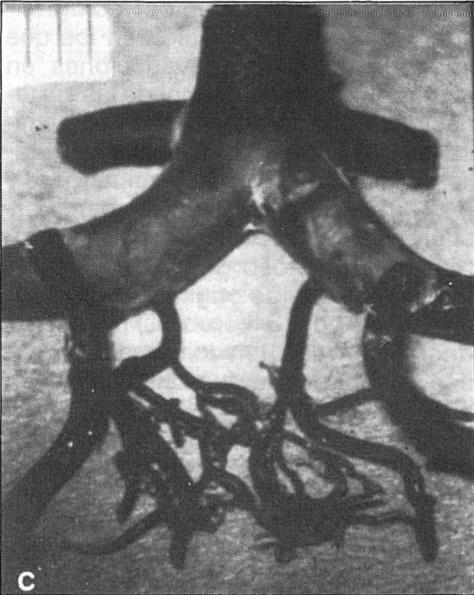


TABLA III

ORIGEN, NUMERO Y DIAMETRO DE LAS IPMAs (Total = 96)

ORIGEN	NUMERO	DIAMETRO (mm.)
Pared posterior de P <sub>1</sub> : - Derecho	18	0.41 ± 0.09
- Izquierdo	12	0.39 ± 0.10
Pared posterior e inferior de SCA	42	0.29 ± 0.10
Pared posterior de arteria basilar	24	0.30 ± 0.08

IPMA = Arteria Mesencefálica Paramedial Inferior  
P<sub>1</sub> = Segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior  
SCA = Arteria Cerebelosa Superior

TABLA IV

ARTERIAS DE LOS TUBERCULOS MAMILARES

Número	71
Diámetro medio	1.26 ± 0.05 mm.
Origen	Tercio distal PCoA (45 %)
	Tercio distal P <sub>1</sub> (18 %)
	PThA (37 %)

PCoA = Arteria Comunicante Posterior  
P<sub>1</sub> = Segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior  
PThA = Arteria Talámica Paramediana

TABLA V

ARTERIAS CIRCUNFLEJAS CON ORIGEN EN P<sub>1</sub>

<b>CIRCUNFLEJAS LARGAS</b>	
Número:	49
Origen:	5.2 mm. distal al origen de P <sub>1</sub>
Destino:	Cuerpos cuadrigéminos
Diámetro:	0.64 ± 0.08 mm
<b>CIRCUNFLEJAS CORTAS</b>	
Número:	34
Origen:	4.2 mm. distal al origen de P <sub>1</sub>
Destino:	Pedúnculos cerebrales y Cuerpos Geniculados
Diámetro:	0.28 ± 0.06 mm.

por Foix y Masson<sup>11</sup>, que distinguieron entre aquellos debidos a un infarto de todo el territorio y los debidos a una lesión incompleta. Foix y Hillemand<sup>10</sup>, observaron que las arterias paramediales se originaban a partir del «pedículo retromamilar o talamoperforante». Ellos dividieron este pedículo en una porción anterior o talamoperforante, que irrigaba al tálamo, y una porción posterior o peduncular, que

constituyen las arterias mesencefálicas paramediales. Usando esta clasificación de Foix y Hillemand, Lazorthes<sup>24</sup>, se refería al grupo anterior como diencefálico, y al grupo posterior como mesencefálico. Lazorthes señaló que el grupo diencefálico penetra a la sustancia perforada posterior inmediatamente por detrás de los cuerpos mamilares e irriga al hipotálamo posterior y a los núcleos ventro-mediales y ventrolaterales del tálamo. El grupo mesencefálico, formado por pequeñas arterias, irriga a las regiones subtalámicas, núcleo rojo y núcleo del nervio oculomotor. Plets y cols<sup>31</sup>, estudiaron la vascularización del tálamo humano en 52 cerebros formolizados e inyectados con sulfato de bario coloidal. Realizaron estudios radiográficos y de transiluminación en los que encontraron diversas variaciones en el origen y curso proximal de las «arterias talamoperforantes» o «retromamillariae». Además describieron en detalle su curso intra parenquimatoso y los territorios a los que irrigaban. Percheron<sup>27, 28</sup>, disecó el curso extra-e intraparenquimatoso de las arterias paramediales que se originaban del segmento P<sub>1</sub> en 15 cerebros formolizados. Según los territorios que irrigaban, estas arterias fueron clasificadas en PThAs, SPMAAs y IPMAAs. Las «arterias posterointernas del tálamo óptico» de Duret<sup>6</sup>, el «pedículo retromamilar» de Foix y Hillemand<sup>10</sup> y Lazorthes<sup>23, 24</sup>, las «arterias perforantes posteriores» de Gillilan<sup>12, 13</sup> y las «arterias tálamo-mesencefálicas para-

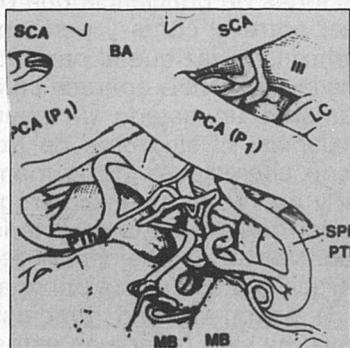
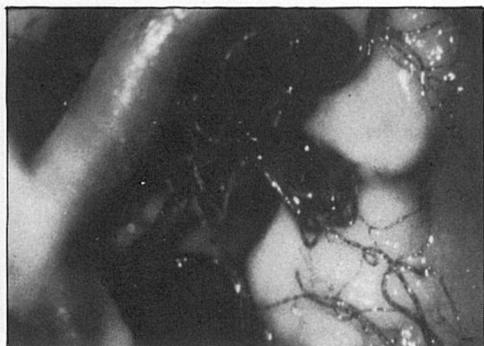


Fig. 7

Perspectiva ventral de la porción posterior del polígono de Willis, mostrando la existencia de una anastomosis (flechas) entre las PThA derecha e izquierda.

BA = Arteria basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA ( $P_1$ ) = Segmento  $P_1$  de la arteria cerebral posterior; LC = Arteria circunfleja larga; III = Nervio oculomotor; PThA = Arteria talámica paramedial SPMA = Arteria mesencefálica paramedial superior; MB = Cuerpos mamilares.

mediales» de Percheron<sup>27-30</sup> constituyen las arterias perforantes que penetran a la PPs para irrigar a parte del tálamo y mesencéfalo. Foix y Hillemand, Lazorthes, y Percheron clasificaron a estos perforantes en un grupo anterior (diencefálico) que penetra a la PPS inmediatamente posterior a los cuerpos mamilares, y un grupo posterior (mesencefálico) que penetra por la mitad posterior de la PPS y que es menor y más medial que el grupo anterior<sup>10, 21, 23, 24, 27-30</sup>. En nuestro estudio hemos demostrado que las PThAs penetran la mitad anterior de la PPS y las SPMA's la mitad posterior (Figu-

ras 2 y 3). Las PThAs son de un calibre mayor, más largas y más laterales que las SPMA's. Según nuestros resultados, el número de perforantes coincide con los de Foix y Hillemand<sup>10</sup> y con los de Plets<sup>31</sup>.

La configuración del origen de los troncos de las PThAs y SPMA's es muy variable. Percheron describió tres tipos<sup>27</sup>. El tipo 1 es una configuración simétrica en que una PThA nace de cada segmento  $P_1$ . En el tipo 2 la configuración es asimétrica en la que tanto las PThAs derechas e izquierdas nacen del mismo segmento  $P_1$ . En el tipo 3, existe una arcada arterial que conecta a ambos segmentos  $P_1$  y que es el origen de las arterias paramediales. En 28 cerebros, Percheron encontró que 9 pertenecían al tipo 1, 8 al tipo 2, y uno al tipo 3<sup>30</sup>. Nosotros hemos clasificado a estas arterias en seis grupos basándonos en el patrón de origen (Figura 5), y en siete tipos basándonos en su patrón de ramificación y distribución en la PPS (Figura 4, Tablas I y II).

El hallazgo más significativo de nuestro estudio microanatómico es que la supuesta configuración simétrica de los vasos en la PPS es probable que no exista. Nuestro estudio ha demostrado que es posible que las ramas de un segmento  $P_1$  irrigen a ambas formaciones paramediales del tálamo y mesencéfalo superior, o bien a la totalidad o parte de las mitades ipsi- o contralateral de la PPS. Hemos observado que en 7 cerebros las PThAs y las SPMA's se originaban unilateralmente de un solo segmento  $P_1$ , en 10 cerebros existía un número igual de troncos PThAs y SPMA's para cada segmento  $P_1$ . El promedio de troncos para cada segmento  $P_1$  fue de 1.32. Estos troncos se originaron en todos los casos menos dos (97%) de las caras superior y posterior del segmento  $P_1$ . Dos troncos se originaron de la cara anterior. Estas múltiples variaciones en los orígenes y distribución de las arterias de la fosa interpeduncu-

lar que hemos observado, podrían explicar la variabilidad de cuadros clínicos que se producen en la enfermedad oclusiva de esta zona.

En la enfermedad vascular oclusiva de las arterias talamomesencefálicas paramedianas se han descrito tres síndromes clínicos con una correlación anatomopatológica: Infarto talámico paramedial unilateral (ITPU), infarto talámico paramedial bilateral (ITPB), e infarto tálamo-peduncular paramedial (ITpP).

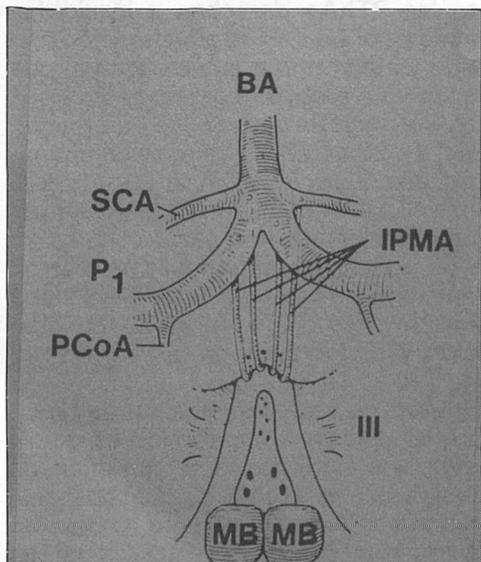


Fig. 8

Diagrama que muestra el origen, curso y punto de penetración de las IPMAs.

BA = Arteria Basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA (P<sub>1</sub>) = Segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior; IPMA = Arterias mesencefálicas paramediales inferiores; PCoA = Arteria comunicante posterior; III = Nervio oculomotor; MB = Cuerpos mamilares.

Los pacientes con un *infarto talámico paramedial unilateral* desarrollan alteraciones del carácter y del comportamiento: agitación, agresividad, apatía, prostración y desorientación. Los núcleos parafascicular, dorsomedial y centromedial del tálamo están siempre afectados, mientras que los núcleos dorsomedial y central están afectados sólo parcialmente<sup>3</sup>. En nuestro estudio, encontramos que de

los 74 troncos, 22 daban sólo PThAs ipsilateralmente (tipos A y B). Esta disposición anatómica podría explicar la sintomatología unilateral talámica cuando estos troncos se ocluyen. Castaigne y cols.<sup>3</sup> han publicado los datos anatomoclínicos de cuatro pacientes con este tipo de infarto en los cuales existían troncos paramediales simétricos.

Los pacientes con *infartos talámicos paramediales bilaterales* desarrollan alteraciones de conciencia que puede fluctuar entre el coma y períodos de mutismo. Una vez que el paciente recupera la conciencia aparece característicamente un estado de apatía y somnolencia. El síndrome de Korsakoff con alteraciones de la memoria verbal y no verbal, tanto anterógrada como retrógrada, es la característica más constante. Una demencia de tipo subcortical, caracterizada por apatía y falta de espontaneidad, bradipsiquia y animia, ha sido hallada en estos casos. La combinación de mutismo, somnolencia, amnesia severa y anomalías de los movimientos oculares sacádicos es diagnóstica de este tipo de infarto<sup>3, 15, 17, 34</sup>. Las lesiones son bilaterales y afectan a los núcleos intralaminar, parafascicular, dorsomedial y centromedial del tálamo; siempre son, sin embargo, asimétricas. En algunos casos, el infarto afecta al tracto mamilotalámico y se extiende hacia abajo para afectar el polo superointerno de ambos núcleos rojos y al tracto de Meynert<sup>31, 34</sup>. Las lesiones anatómicas pueden ser relacionadas a oclusiones de un segmento P<sub>1</sub> o de un tronco singular cuando ambas PThAs nacen de ellos. En esta situación, las dos PThAs reciben su sangre de un solo segmento P<sub>1</sub>. Otra posible causa es la oclusión de la bifurcación de la arteria basilar. Castaigne y cols. han descrito dos casos debidos a la primera posibilidad y uno debido a la segunda<sup>3</sup>.

La instauración del *infarto tálamo-peduncular paramedial* es generalmente

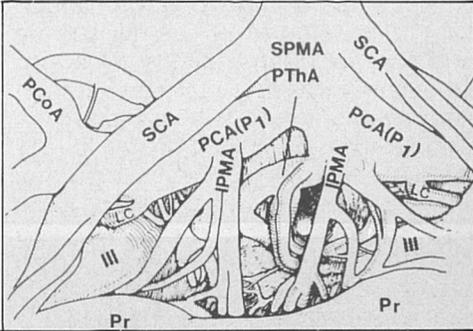
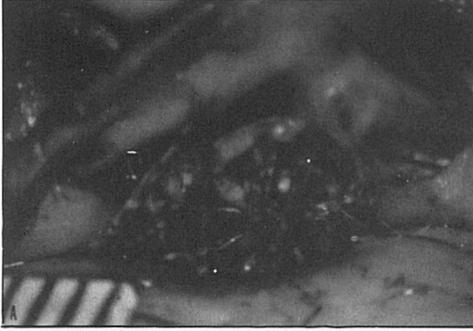


Fig. 9  
Vista de las arterias mesencefálicas paramediales inferiores mostrando su origen, curso y lugar de penetración. Debe notarse que en este espécimen, la arteria basilar ha sido separada de la protuberancia.

BA = Arteria basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA (P<sub>1</sub>) = Segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior; PCoA = Arteria comunicante posterior; SPMA-PThA = Complejo de las arterias mesencefálicas paramediales superiores y talámicas paramediales; IPMA = Arterias mesencefálicas paramediales inferiores; III = Nervio oculomotor; LC = Arterias circunflejas largas; Pr = Protuberancia.

repentina, con alteraciones de conciencia asociadas a alteraciones de la motilidad ocular. Lo más frecuente es que exista coma o hipersomnolia con respuesta a estímulos dolorosos. Si falta la alteración de conciencia, o después de haberse recuperado esta, pueden existir amnesia y desorientación. Existe una parálisis del tercer par craneal que puede ser unilateral, bilateral, parcial o completa. Posteriormente pueden aparecer movimientos anormales de tipo clónico, atetósico o mioclónicos que afectan a la cara y brazo<sup>3, 15, 17, 25, 34, 35</sup>. Las estructuras

afectadas son los núcleos dorsomedial, parafascicular, paracentral controlateral, centromedial y ventrolateral del tálamo, así como el núcleo rojo y los tractos habenulopeduncular y mamilotalámico. Todos estos núcleos se afectan de forma parcial y asimétrica. A nivel mesencefálico, los infartos —que también son parciales y asimétricos— afectan a los núcleos del tercer par, al fascículo longitudinal medial, al tracto central del tegmento, a la porción interna de los núcleos rojos, a la pars compacta de la sustancia negra, a los núcleos del cuarto par y a la decusación de los pedúnculos cerebelosos superiores. Los hallazgos anatómicos de estos infartos han sido estudiados por Castaigne en 15 pacientes<sup>3</sup>: en un caso encontró oclusión de un segmento P<sub>1</sub>, en dos casos existía una estenosis de la arteria basilar y de ambos segmentos P<sub>1</sub>, en un caso estenosis unilateral de un segmento P<sub>1</sub>, en cuatro casos oclusión de la arteria basilar y ambos segmentos P<sub>1</sub>, y en los restantes casos no encontró cambios oclusivos o ateroscleróticos.

Según los hallazgos de nuestro estudio en que los troncos que van a la sustancia perforada posterior pueden

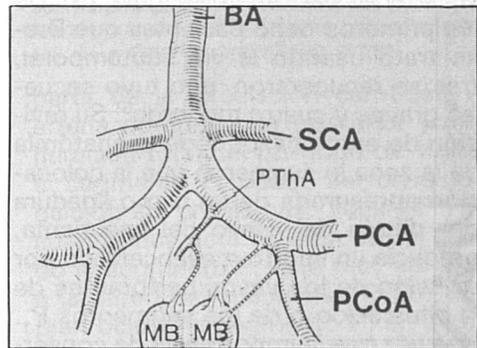


Fig. 10  
Diagrama de las arterias de los cuerpos mamilares.

BA = Arteria Basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA = Arteria cerebral posterior; PCoA = Arteria comunicante posterior; PThA = Arteria talámica paramedial; MB = Cuerpos mamilares.

dar lugar a PThAs solamente (29.7 %), SPMAAs solamente (13.5 %) y PThAs y SPMAAs ipsilateralmente (35.1 %), bilateralmente (20.3 %) o contralateralmente (1.35 %) podemos decir que cuando existe afectación oclusiva de un tronco, el síndrome clínico más probable es el del infarto talamopeduncular paramedial que se presentaría en un 56.7 % de las ocasiones, aunque los demás síndromes también pueden darse (Tablas I y II). De un total de 56 segmentos P<sub>1</sub> estudiados, siete (12.5 %) no daban troncos para los territorios paramediales; por tanto, la oclusión de estos segmentos P<sub>1</sub> no producirían clínica mesodiencefálica (Figura 5). De los 49 segmentos P<sub>1</sub> que sí daban lugar a troncos, 15 daban ramas perforantes bilaterales, uno daba ramas contralaterales y 33 daban ramas ipsilaterales. Así pues, en la oclusión unilateral de un segmento P<sub>1</sub>, en un 58.9 % de los casos se produciría sintomatología unilateral, en un 26.8 % bilateral, en un 1.8 % contralateral y en un 12.5 % la oclusión sería asintomática.

Hoy se sabe que el éxito en el tratamiento de los aneurismas de la bifurcación de la arteria basilar depende esencialmente de la conservación de las arterias perforantes (Figura 13). De los primeros ocho pacientes que Drake trató usando la vía subtemporal, tres se recuperaron, uno tuvo secuelas graves y cuatro murieron<sup>5</sup>. Su revisión de estos casos y de la anatomía de la zona le sugirieron que la colocación apresurada de un clip o ligadura por detrás del cuello del aneurisma, producía un infarto mesencefálico por oclusión de los vasos perforantes de la bifurcación o de los segmentos P<sub>1</sub>. Una vez que la importancia de conservar la integridad de estos pequeños vasos fue entendida, los resultados comenzaron a mejorar.

Nuestro estudio microanatómico demuestra que los troncos que irrigan a los territorios paramediales mesencefálicos y talámicos se originan de las

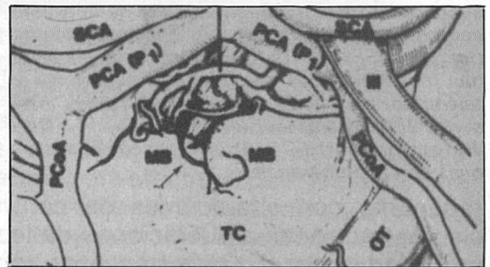
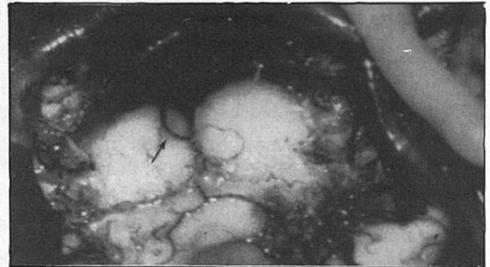
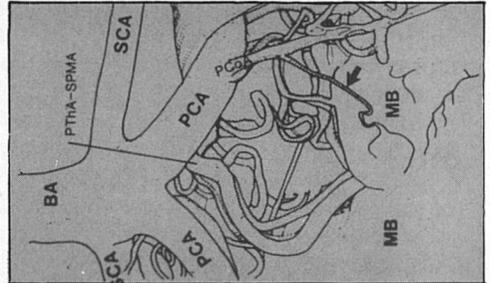
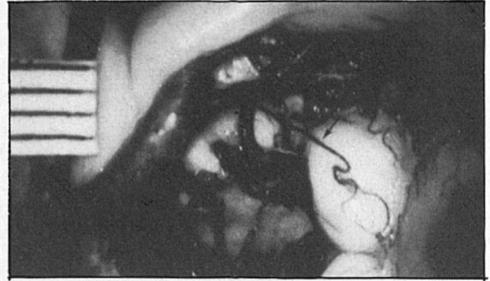


Fig. 11

Perspectiva de la parte posterior del polígono de Willis en que se observa la vascularización de los cuerpos mamilares. En A y B, la irrigación procede de la arteria comunicante posterior. En C y D, lo hace a partir de un tronco SPMA-PThA (Flechas).

BA = Arteria basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA (P<sub>1</sub>) = Segmento P<sub>1</sub> de la arteria cerebral posterior; PThA-SPMA = Complejo de las arterias talámicas paramediales y mesencefálicas superiores; PCoA = Arteria comunicante posterior; III = Nervio oculomotor; MB = Cuerpos mamilares; OT = Tracto óptico; TC = Tuber cinereum; I = Infundíbulo.

caras superior y posterior de los primeros tres milímetros de la arteria cerebral posterior, mientras que los troncos que irrigan al tálamo paramedial exclusivamente se originan de la cara superior de los últimos dos milímetros y medio del segmento  $P_1$ . Ninguna arteria se origina de la cara inferior del segmento  $P_1$  ni de la bifurcación de la arteria basilar.

De acuerdo con lo anterior se pueden hacer las siguientes recomendaciones respecto al tratamiento quirúrgico de los aneurismas de la bifurcación de la arteria basilar con relación a las arterias perforantes: lo más seguro es seguir la cara inferior del segmento  $P_1$  hasta alcanzar el cuello del aneurisma.

Cuando el aneurisma se proyecta hacia arriba, el mayor problema es la relación entre las arterias perforantes y la cara posterior del aneurisma. Drake recomienda una retracción suave del pedúnculo cerebral, que es bien tolerada, para exponer la cara posterolateral de la bifurcación y sus perforantes<sup>5</sup>. Para él esta es una de las ventajas de la vía subtemporal sobre la vía silviana —a través de la cisura de Silvio— en la que la visualización adecuada de las perforantes que están detrás o debajo del aneurisma es difícil. Yasargil<sup>39</sup> y Sugita<sup>37</sup>, han señalado que la vía silviana ofrece un campo operatorio relativamente grande con visualización inmediata del segmento  $P_1$  contralateral y sus perforantes, lo que permite al cirujano diseccionar las perforantes a ambos lados del saco aneurismático. Nosotros hemos visto que las perforantes que irrigan a los territorios paramediales del mesencéfalo superior (SPMAs) y al tálamo (PThAs) tienen un trayecto largo desde su origen al punto de penetración en la sustancia perforante posterior. Esto permite una disección segura para separar a las perforantes del saco aneurismático, tal y como ocurre en la vía usada por Sugita<sup>37</sup>. Cuando la arteria cerebral posterior se llena a

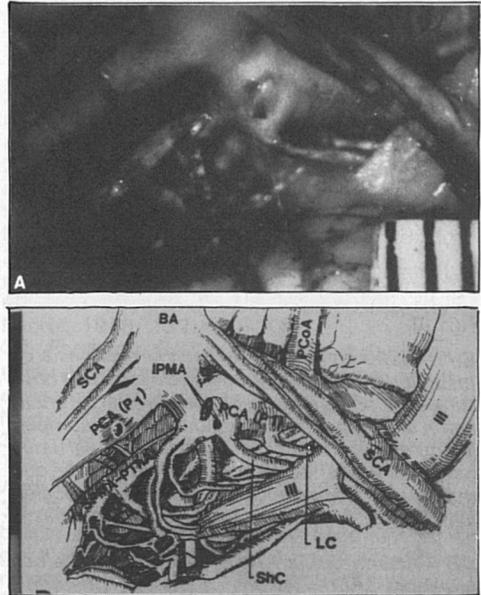


Fig. 12

En este ejemplo (que es el mismo de la Fig. 9), se han resecado las arterias mesencefálicas paramediales inferiores (IPMAs) para mostrar los orígenes de las arterias talámicas paramediales y mesencefálicas paramediales superiores (PThA-SPMA) y de las arterias circunflejas.

BA = Arteria Basilar; SCA = Arteria cerebelosa superior; PCA ( $P_1$ ) = Segmento  $P_1$  de la arteria cerebral posterior; PCoA = Arteria comunicante posterior; III = Nervio oculomotor; IPMA = Arterias mesencefálicas paramediales inferiores SPMA-PThA = Complejo de las arterias talámicas paramediales y mesencefálicas paramediales superiores; ShC = Arterias circunflejas cortas; LC = Arterias circunflejas largas.

partir de la circulación carotidea vía arteria comunicante posterior (configuración fetal del polígono de Willis), el segmento  $P_1$  puede ser dividido u ocluido sin problemas. Yasargil<sup>39</sup>, encuentra que esta división es útil cuando el segmento  $P_1$  está muy adherido a la pared del aneurisma; Drake también ocluye el segmento  $P_1$  en su origen en situaciones críticas o en casos de aneurismas gigantes<sup>4</sup>. Cuando es necesario ocluir la arteria basilar en situaciones críticas, el sitio más adecuado para colocar un clip o ligadura sería aquel entre los orígenes de las arterias cerebelosa superior y cerebral posterior. En 24 (85.7 %) de los cere-

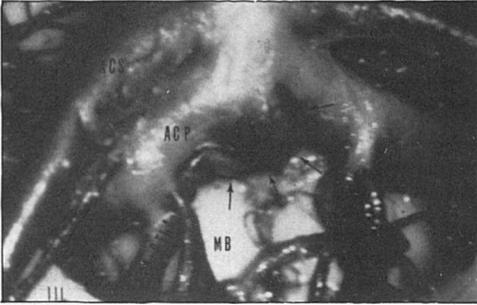


Fig. 13

Se muestra en este espécimen la existencia de un aneurisma de la bifurcación de la arteria basilar (asterisco). Como se puede apreciar, el aneurisma se encuentra «protegido» por los complejos de arterias talámicas paramediales—arterias mesencefálicas paramediales superiores que deben ser respetados durante la disección cuando se trata de clipar dichos aneurismas.

AB = Arteria basilar; ACS = Arteria cerebrosa superior; ACP = Arteria cerebral posterior; MB = Cuerpos mamilares; III = Nervio oculomotor; SPMA-PThA = Complejos de las arterias mesencefálicas paramediales superiores—talámicas paramediales.

bro de nuestro estudio, las arterias cerebrosa superior y cerebral posterior nacen juntas no dejando sitio para colocar el clip o ligadura. En los restantes 4 cerebros, la distancia entre dichos orígenes osciló entre 1 y 4.5 mm. (Figura 14). Un total de 62 perforantes se originaron de la cara posterior de los 5 últimos mm. de la arteria basilar en los 28 cerebros estudiados. Para evitar la oclusión de estos vasos, se debe usar el clip más estrecho posible. Drake recomienda que si se ha de ocluir la arteria basilar, esto se haga

## Bibliografía

1. Abbie A.A.: The morphology of the fore-brain arteries, with special reference to the evaluation of the basal ganglia. *J. Anat.* 1934. 68: 433-470.
2. Carpenter M.B., Sutin J.: *Human Neuroanatomy*. Baltimore/London: Williams & Wilkins 1983, Ed. 4, pp. 47-52.
3. Castaigne P., Lhermitte F., Buge A.: Paramedian thalamic and midbrain infarcts: clinical and neuropathological study. *Ann. Neurol.* 1981. 10: 127-148.
4. Drake C.G.: Ligation of the vertebral (Unilateral or bilateral) of basilar artery in the treatment

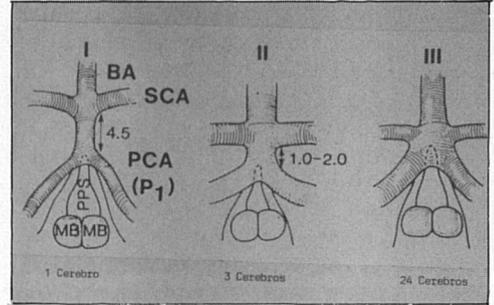


Fig. 14

Diagrama que muestra la distancia entre los orígenes de las arterias cerebelosa superior (SCA) y cerebral posterior (PCA) a partir de la arteria basilar (BA) y el número de cerebros que corresponden a cada grupo.

con el paciente despierto si existen dudas de que la arteria comunicante posterior sea competente para sustituir a la arteria basilar.

En conclusión, la fosa interpeduncular es un espacio importante que se encuentra en la parte anterosuperior del tronco encefálico debido a las estructuras vasculares que la atraviesan y que nacen de la mitad posterior del polígono de Willis. Dado que estos vasos irrigan a los territorios paramediales del mesencéfalo y del tálamo son importantes desde el punto de vista clínico y quirúrgico, el cirujano que realice operaciones en esa zona debe ser consciente de su origen y de su curso de tal forma que se puedan evitar las consecuencias desastrosas derivadas de la lesión, accidental o por la colocación de clips, de estos vasos.

of large intracranial aneurysms. *J. Neurosurg.* 1975. 43: 255-274.

5. Drake C.G.: The treatment of aneurysms of the posterior circulation. *Clin. Neurosurg.* 1978. 26: 96-144.
6. Duret H.: Recherches anatomiques sur la circulation de l'encephale. *Arch. Physiol. Norm. Pathol.* 1874. 6: 60-91, 316-358.
7. Duvernoy H.M.: *Human brainstem vessels*. Berlin: Springer-Verlag, 1978, pp. 16-23.
8. Fisher C.M.: Capsular infarcts, the underlying vascular lesions. *Arch. Neurol.* 1979. 36: 65-73.

9. Fisher C.M.: Lacunar strokes and infarcts: A review. *Neurology* 1982. 32: 871-876.
10. Foix C., Hillemand P.: Les arteres de l'axe encephalique jusqu'au diencephale inclusivement. *Rev. Neurol. (Paris)* 1925. 44: 705-739.
11. Foix C., Masson A.: Le syndrome de l'artere cerebrale posteriere. *Presse Med.* 1923. 32: 361-365.
12. Gillilan L.A.: The correlation of the blood supply to the human brainstem with clinical brainstem lesions. *J. Neuropath. Exp. Neurol.* 1964. 23: 78-108.
13. Gillilan L.A.: The arterial and venous blood supplies to the forebrain (including the internal capsule) of primates. *Neurology* 1968. 18: 653-670.
14. Gomes F.B., Dujovny M., Umansky F.: Microsurgical anatomy of the recurrent artery of Heubner. *J. Neurosurg* 1984. 60: 130-139.
15. Graff-Radford N.J., Eslinger P.J., Eslinger P.J., Damasio A.R.: Non-hemorrhagic infarction of the thalamus: Behavioral, anatomic and physiologic correlates. *Neurology* 1984. 34: 14-23.
16. GrandW., Hopkins L.N.: The microsurgical anatomy of the basilar artery bifurcation. *Neurosurgery* 1977. 1: 128-131.
17. Guberman A., Stuss D.: The syndrome of bilateral paramedian thalamic infarction. *Neurology* 1983. 33: 540-546.
18. Hara K., Fujino Y.: The thalamoperforate artery. *Acta Radiol. (Diag)* 1966. 5: 192-200.
19. Kaplan H.A., Ford O.H.: The brain vascular system. Amsterdam: Elsevier, 1966, pp. 70-81.
20. Kobayashi S., Martínez-Garza H., Sugita K.: Consideración anatómica en la cirugía de los aneurismas de la arteria basilar. *Neurocirugía (Flanc-Slen)* 1984. 1: 33-40.
21. Lacorthe G.: Vascularisation et circulation cerebrales. Paris: Masson, 1961.
22. Lazorthe G., Gouaze A.: Les voies anastomotiques de suppléance de la vascularisation arterielle de l'axe cerebro medullaire. *Cr. Ass. Anat.* 1968. 140: 1-230.
23. Lazorthe G., Gouaze A., Salamon G.: Vascularisation et circulation de l'encephale. Vol. 1: Anatomie descriptive et fonctionnelle. Paris: Masson, 1976.
24. Lazorthe G., Salamon G.: The arteries of the thalamus: An anatomical and radiological study. *H. Neurosurg.* 1971. 34: 23-26.
25. Lecchi L.A., Macchi G.: Syndrome du pedicule arteriel retromammillaire. *Acta Neurol. Belg.* 1974. 74: 13-24.
26. Mount L.A., Taveras J.M.: Ligation of basilar artery in treatment of an aneurysm at the basilar artery bifurcation. *J. Neurosurg* 1962. 19: 167-170.
27. Percheron G.: Etude anatomique du thalamus de l'homme adulte et de sa vascularisation arterielle. Paris: These de Medicine, 1966.
28. Percheron G.: The anatomy of the arterial supply of the human thalamus and its use for the interpretation of the thalamic vascular pathology. *J. Neurol.* 1973. 20: 1-13.
29. Percheron G.: Les arteres du thalamus humain. Artere et territoire thalamiques polaires de l'artere communicante posteriere. *Rev. Neurol.* 1976. 132: 297-308.
30. Percheron G.: Les arteres du thalamus humain. Arteres et territoires thalamiques paramedians de l'artere basilaire communicante. *Rev. Neurol.* 1976. 132: 309-324.
31. Plets C., De Reuck J., Van der Eecken H.: The vascularization of the human thalamus. *Acta Neurol. Belg.* 1970. 70: 687-770.
32. Rozario R.A., Stein B.M.: Ligation of the basilar artery as the definitive treatment for a giant aneurysm of the basilar artery apex: Case report. *Neurosurgery* 1980. 6: 87-91.
33. Saeki N., Rhoton A.L.: Microsurgical anatomy of the upper basilar artery and the posterior circle of Willis. *J. Neurosurg.* 1977. 46: 563-578.
34. Segarra J.M.: Cerebral vascular disease and behavior. I. The syndrome of the mesencephalic artery (basilar artery bifurcation). *Arch. Neurol.* 1970. 22: 408-418.
35. Sieben G., De Reuck J., Van der Eecken H.: Thrombosis of the mesencephalic artery. A clinico-pathological study of two cases and its correlations with the arterial vascularisation. *Acta Neurol. Belg.* 1977. 77: 151-162.
36. Stephens R.B., Stilwell D.L.: Arteries and veins of the human brain. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas, 1969, pp. 27, 69, 95, 97.
37. Sugita K., Kobayashi S., Shintani A.: Microsurgery for aneurysms of the basilar artery. *J. Neurosurg.* 1979. 51: 615-620.
38. Yamamoto I., Kageyama N.: Microsurgical anatomy of the pineal region. *J. Neurosurg.* 1980. 53: 205-221.
39. Yasargil M.G., Antic J., Laciga R.: Microsurgical approach to aneurysms of the basilar bifurcation. *Surg. Neurol.* 1976. 6: 83-91.
40. Zeal A.A., Rhoton A.L.: Microsurgical anatomy of the posterior cerebral artery. *J. Neurosurg.* 1978. 48: 534-559.