

2 SEP 1964

FACULTAD DE MEDICINA DE ZARAGOZA  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

# ANALES DE ANATOMIA

Volumen XIII

Agosto 1964

Núm. 29

## SUMARIO

	Págs.
El Profesor HUGO SPATZ ... .. .	169
<i>Trabajos originales:</i>	
RECONSTRUCCIONES PLANIMÉTRICAS EN BIOLOGÍA ORIENTADAS A LA DIDÁCTICA ANATÓMICA, por <i>J. Escolar</i> ... .. .	171
CUADROS LIPOIDEOS Y CRISTALOGRAFICOS DEL RIÑÓN, por <i>P. Amat</i> ...	203
LAS ARTERIAS TERMINALES DEL HUESO, por <i>A. Alvarez-Morujó</i> ... ..	229
MODIFICACIONES MORFOLÓGICAS DE LA MÉDULA SUPRARRENAL TRAS DECORTICACIONES DE DISTINTA AMPLITUD EN EL HEMISFERIO CE- REBRAL IZQUIERDO, por <i>L. Gonzalo-Sanz</i> ... .. .	241
LA ORGANIZACIÓN DE LA CAVIDAD NASAL DE LA GALLINA, CON ESPECIAL REFERENCIA A SU DESARROLLO OLFATORIO, por <i>J. Sandoval</i> ... ..	249

	Págs.
COMPORTAMIENTO CLÍNICO Y BIOELÉCTRICO TRAS LESIONES EN TEG- MENTO PONTOMESENCEFÁLICO DORSAL, por <i>J. T. Posada</i> ... ..	259
APORTACIONES AL DESARROLLO DE LA MUÑECA, por <i>A. Cervera</i> ... ..	289
EL MÉTODO DE NISSL EN DESFAVORABLES CONDICIONES DE TINCIÓN, por <i>C. Sancho</i> ... ..	313
<i>Noticias:</i>	
EL PROFESOR HUGO SPATZ AL CUMPLIR LOS 75 AÑOS ... ..	325

---

## ANALES DE ANATOMÍA

### CONSEJO DE REDACCIÓN:

P. Amat (Salamanca). — J. Astruc (Pamplona). —  
J. Christ (Frankfurt). — A. Dabelow (Mainz). — R. Die-  
pen (Frankfurt). — J. Escolar (Zaragoza). — L. M. Gon-  
zalo-Sanz (Pamplona).—J. Jiménez-Castellanos (Sevilla).  
L. Jiménez-González (Zaragoza). — E. A. Kormmüller  
(Göttingen). — F. Reinoso (Pamplona). — J. Smith-  
Agreda (Zaragoza). — V. Smith-Agreda (Valencia). —  
J. Soler (Granada). — H. Spatz (Frankfurt). — D. Starck  
(Frankfurt).—E. Tonutti (Bonn).—M. Watzka (Mainz).

### DIRECTOR:

J. Escolar.

### SECRETARIO DE REDACCIÓN:

E. M.<sup>a</sup> Martín Muñoz.

### DIRECCIÓN, REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN:

Cátedra de Anatomía (A). Departamento Anatómico.  
Facultad de Medicina. - Plaza Paraíso, 1. - Zaragoza.

---

## ANALES DE ANATOMIA

Suplemento de "Archivos de la Facultad de Medicina de Zaragoza"



2 SEP 1964



FACULTAD DE MEDICINA DE ZARAGOZA  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

# ANALES DE ANATOMIA

Volumen XIII

Agosto 1964

Núm. 29



Depósito legal Z, 15-1960

Imprenta HERALDO DE ARAGÓN. - Calvo Sotelo, 9. - Zaragoza. - Ref. 387

COLABORADORES EN ESTE NÚMERO

- ALVAREZ-MORUJO, A. .... *Prof. Adjunto. Cátedra "A" de Anatomía. Facultad de Medicina. Universidad de Salamanca.*
- AMAT, P. .... *Catedrático de Anatomía "A". Facultad de Medicina. Universidad de Salamanca.*
- CERVERA, A. .... *Interno de Anatomía "A". Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.*
- ESCOLAR, J. .... *Catedrático de Anatomía "A". Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.*
- GONZALO-SANZ, L. .... *Colaborador científico del C. S. I. C. Departamento de Anatomía. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Pamplona.*
- POSADA, J. T. .... *Doctorando del Departamento Anatómico. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra. Pamplona.*
- SANCHO, C. .... *Técnica-Asistente. Departamento Anatómico del C. S. I. C., anexo a la Cátedra de Anatomía "A". Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.*
- SANDOVAL, J. .... *Ayudante científico del Departamento Anatómico del C. S. I. C., anexo a la Cátedra de Anatomía "A". Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.*



Homenaje al Profesor HUGO SPATZ al cumplir los 75 años.

## RECONSTRUCCIONES PLANIMÉTRICAS EN BIOLOGÍA ORIENTADAS A LA DIDÁCTICA ANATÓMICA

Por

J. ESCOLAR

**N**os queremos referir a representaciones gráficas en planos superpuestos, que sintetizan un conjunto organizado, prescindiendo de la dimensión de profundidad.

La representación a dos dimensiones de una realidad tridimensional ha ofrecido gran utilidad en determinadas circunstancias, habiendo sido realizada en un principio mediante la proyección ortogonal en un solo plano, de los perfiles de diferentes elementos que componen la organización a representar. En el campo de la Investigación Biológica, His inició este proceder, que con mucha frecuencia sus seguidores han tenido ocasión de repetir y experimentar. Su utilidad fue bien patente, sobre todo, cuando las líneas de perfil de los elementos a representar no se superponían ni se cruzaban en la proyección. Un ejemplo apropiado sobre la eficacia de este procedimiento lo da la cartografía de las desigualdades geográficas del terreno proyectado de distintos niveles. Entonces se obtienen líneas de nivel o «cotas» que no se superponen ni se cruzan, sino que se disponen casi concéntricas, evocando fácilmente así la tercera dimensión. Es de lamentar, en cambio, que en el campo de la Biología tengan que superponerse y cruzarse muchos perfiles proyectados, aunque los perfiles de cada nivel se representen con un diferente color. Por eso, en Biología las reconstrucciones planimétricas se representan en planos superpuestos e independientes; en tantos planos como son los niveles a proyectar.

Muchas han sido las representaciones y muy diversas las finalidades que se persiguen. En un principio, las reconstrucciones planimétricas pretendieron representar independientemente y de una forma esquemática campos viscerales, musculares y esqueléticos de nuestro organismo y de animales, para enseñanzas de Biología y Fisiología de



Institutos de Bachiller, Magisterio, Enfermeras, etc. También se hicieron intentos y se obtuvieron modelos que representasen organizaciones más complejas aplicables en los estudios de Universidad, mereciendo mencionar a este respecto el esfuerzo de casas comerciales que con fines de propaganda distribuyen reconstrucciones de zonas críticas de estudio, donde los elementos de organización que interesan se expresan llamativamente a todo color repartidos en hojas superpuestas de celofán, de tal forma que coincidan sus proyecciones en un mismo panorama para poder sintetizar un conjunto organizado. Algunas de estas representaciones son incluso fotografías a «offset» y producen un efecto litográfico que recuerda a las láminas que hace años aparecían en magníficos atlas anatómicos, algunos de los cuales, como el Sobotta, se continúan manejando hoy en día.

El efecto de estos tipos de representaciones planimétricas superponibles y reclinables a «estilo libro» es impresionante, pero al pretender ajustarse a la realidad de organización, entonces hay que recurrir a otros medios más directos. Uno de ellos, y también el más importante, es la clásica Disección del Organismo. Aquí, el despegamiento de planos, su reclinación apropiada, capaz de respetar en lo posible el conjunto y de permitir volver a resintetizarlo, el contraste de los elementos destacados, componentes de cada plano y, sobre todo, en continuidad con otros planos de diferentes niveles, obliga a resaltar esa continuidad de niveles en zonas determinadas, imposible de representarse en las reconstrucciones planimétricas aludidas anteriormente, cuyos planos no ofrecen más continuidad que durante la superposición, ya que al ser reclinados a estilo libro el panorama se ha desprendido del que sigue, perdiendo entonces el sentido natural que pudiera representar. Las zonas de reclinación obtenidas por disección, en cambio, tienen un carácter crítico, pues sirven de continuidad de elementos casi siempre vasculonerviosos. Por eso, estas zonas resultan siempre bastante complejas y demasiado importantes para prescindir de ellas en una reconstrucción, no habiendo manera de representarlas en una superposición y charnelaje a estilo libro. Las reconstrucciones planimétricas charnelables como libro se apartan pues de la realidad por no poder ofrecer las zonas de continuidad de elementos al pasar de un nivel a otro. Además, así se corre el peligro de tener que improvisar con demasiado artificio planos, ya que no se puede tener en cuenta el criterio de charnelaje natural, que es el que fundamenta cada plano de disección. En estas circunstancias, esas reconstrucciones se limitan a servir conceptos de continuidad elemental, que se interrumpen cuando el plano donde se encuentra el órgano tiene que pasar a un nivel diferente. Con dicho tipo de re-

construcciones se acaban haciendo los planos conforme la superficie de cada nivel se va saturando gráficamente de perfiles de órganos. En estos casos, pues, la tercera dimensión no solamente desaparece, sino que no puede evocársela por maniobras de reclinación.

El único guía natural para representar planimétricamente con eficacia, resulta de la disección y de sus maniobras. Los planos de disección reclinables son los planos a representar en las reconstrucciones, debiendo conservar el mismo tipo de reclinación. El fondo del panorama de disección ante el cual están sujetos en continuidad todos esos planos que se reclinan, es el mismo fondo de la reconstrucción, capaz de sostener a los planos que se superponen y que se reclinan dando la misma sensación panorámica. De esta forma, la continuidad de elementos de un plano a otro en las zonas de reclinación se representa con la misma facilidad que si estuvieran en un mismo plano, desapareciendo así el problema de tener que distinguir tan separadamente planos diversos. Así los planos se reclinan, se superponen, se imbrican, en fin, como corresponde a su estado natural de disección. Ciertamente que entonces la tercera dimensión no se la va a conseguir representar de hecho, pero se la evoca indirectamente, con las maniobras que representan la reclinación natural de los planos.

Estas consideraciones nos han llevado preocupando desde el mismo año 1935, cuando empezamos a dedicarnos a estas actividades anatómicas, pretendiendo conseguir representaciones sencillas y al mismo tiempo lo más ajustadas a la realidad. De aquí nuestro interés por las reconstrucciones planimétricas reclinables como planos de disección. La reconstrucción planimétrica, así, representa pues manipulaciones y planos destacados por disección, pero no puede sustituir a la disección misma, sino complementarla, simplificando bidimensionalmente un concepto tridimensional. Ciertamente, el concepto tridimensional es la realidad; si bidimensionalmente se simplifica una realidad tridimensional, ello obliga indudablemente a una pérdida real de la tercera dimensión. Esta tercera dimensión, sin embargo, se la evoca al reclinan planos de reconstrucción por las charnelas naturales que corresponden. Naturalmente, para evocar una realidad hay que haberla captado antes de la fuente directa del conocimiento.

#### *Proceder para conseguir un modelo original de reconstrucción planimétrica*

1.º Partir de la realidad de disección, fotografiando con objetivo «pequeño angular» (teleobjetivo, para obtener la menor deformación de

perfiles y por lo tanto eliminando perspectivas) los distintos planos que se van disecando de un mismo panorama, siempre a la misma distancia. De esta forma, cada plano obtenido por disección es objeto de una fotografía global. Si algún plano necesita especial detalle, se le fotografía más cercano y circunscrito. Esta fotografía circunscrita se deberá poder referir topográficamente en el momento oportuno al que corresponde en la fotografía global.

2.º Los negativos se pueden obtener en film de paso universal. La serie de los mismos es proyectada y dibujada al tamaño que se elija para la reconstrucción. Nosotros solemos reproducir el organismo humano adulto de frente y por detrás, desglosado en grandes segmentos adaptables, habitualmente a la proporción de dos tercios del original (pues así las partes que distinguimos resultan encarpetales y representan los detalles en tamaño suficiente). La representación de la cabeza, en cambio, aconseja el tamaño natural, abordable de lado. Algunas partes de la cabeza, como son el aparato visual y auditivo, las representamos a cuatro aumentos, pudiendo referirse a la cabeza en conjunto si se procura partir de la misma posición de una determinada referencia, como el peñasco para el caso de oído y la órbita para el caso de la vista. Ciertas zonas del dibujo de algún plano de nivel pueden ser sustituidas por la fotografía obtenida del negativo al tamaño correspondiente.

3.º Recorte de los planos por su perfil limitante, excluyendo naturalmente lo que corresponda a otro plano y, en general, lo que no interese. Pegado y charnelado de cada plano sobre el fondo, realizando un ajuste, superposición y acoplamiento de continuidades de los elementos a nivel de las zonas de charnela. Este acoplamiento obliga a veces a hacer retoques, en dichas zonas sobre todo.

### *Proceder para conseguir reproducciones del modelo original*

Obtenido el original a base de un fondo y de planos superpuestos adheridos, debe procederse al despegue de todos los planos, procurando marcar exactamente cada zona del fondo de donde se ha despegado, mediante el correspondiente recuadro que lo indica.

Independizado fondo y planos, éstos son reproducidos, bien a litografía o bien a multicopista, en diferentes láminas. El uso de estas láminas se va realizando conforme la disección lo aconseja, antes o después de la misma. El recorte del fondo primero, y de los planos después, así como la adherencia de cada plano en la zona de charnelaje ya prevista, se consigue con toda facilidad. El retinte o mancha a color

para contrastar determinados elementos se hace con arreglo a la conveniencia que cada uno requiera particularmente en el realce.

### *Zonas de nuestro organismo a reconstruir*

La división de nuestro organismo en grandes zonas para reconstruir es la misma que se suele hacer en disección, pudiendo resultar sencilla y eficaz, atendiendo a la topografía, si cada zona que se distingue ofrece un significado y, por lo tanto, representa de por sí una cierta organización funcional unitaria. Para ser objetivos ajustémonos a la realidad de un ejemplo.

Una fundamental manifestación después del nacimiento, que persiste cada vez más vigorosa a lo largo del desarrollo hacia el estado adulto, es el «enderezamiento» que se expresa en el Retrosoma propagándose hacia la cabeza y a lo largo de la extremidad inferior hasta su apoyo en el suelo, donde se aploma durante el equilibrio estático y durante la marcha. A este propósito, tanto en el Retrosoma como en la Extremidad Inferior, la disección muestra los clásicos panoramas neuromusculares que, en relación con el sistema esquelético, integran el aparato locomotor, que es fundamental para los fines funcionales indicados. Muestra también sistemas accesorios, de riego, sensibilidad, protección etc. Todo ello dispuesto en panoramas, desglosables en planos, expresados ordinariamente por el proceder de disección. Los procedimientos personales que cada uno usa para disecar y que por autodidactismo va modificando si realmente se entrega a esta práctica, suelen basarse en pautas clásicas ya algo antiguas. El proceder de Latarjet quizá sea uno de los manuales de disección cuya sistematización por planos haya mejor expresado la realidad actuante. ¡Qué pocos manuales podemos hoy día añadir a los de entonces! Tras un panorama de superficie ha de aparecer otro más profundo. Basta para ello reclinar los componentes del primer plano aprovechando zonas de desprendimiento que se eligen donde la solución de continuidad que se realiza produce el mínimo artefacto a la integridad de organización existente. En contraste con la zona de desprendimiento del plano, está casi siempre en su parte opuesta la zona de continuidad, zona que no se deberá desprender nunca, sino que servirá de charnela para la reclinación del plano. Por esta zona de charnela pasan, de un plano a otro y confluyen, los componentes más complejos, donde no faltan paquetes vasculonerviosos, cuya continuidad es necesaria conservar. Así, reclinando sucesivamente panoramas y planos destacados por disección, se sigue hasta alcanzar la máxima profundidad o fondo de la zona que se disecciona, donde deben abundar

las referencias esqueléticas, ya que se trata de una zona final que recibe las adherencias y ataduras de los planos reclinables que en su mayoría son musculares. El fondo esquelético ofrece no sólo una referencia topográfica, sino funcional, de tal manera que esa función se va evocando ordenadamente a la par que se pueden ir reponiendo los planos reclinados en un principio. La reposición se establece a partir de los planos más profundos, que precisamente fueron los últimos en prepararse. Así se consigue una recomposición o síntesis de la organización conjunta.

Cada panorama disecado es fotografiado y proyectado después sobre una superficie de dibujo, debiendo de distinguirse independientemente el plano más profundo o fondo y los planos reclinables, precisando ordenadamente la parte de los mismos que se adhiere al fondo. La reconstrucción planimétrica de la zona disecada muestra una reclinación idéntica de planos componentes.

### *Disección y reconstrucción del retrosoma y de la extremidad inferior organizados para la estática*

#### RETROSOMA

##### *Disección*

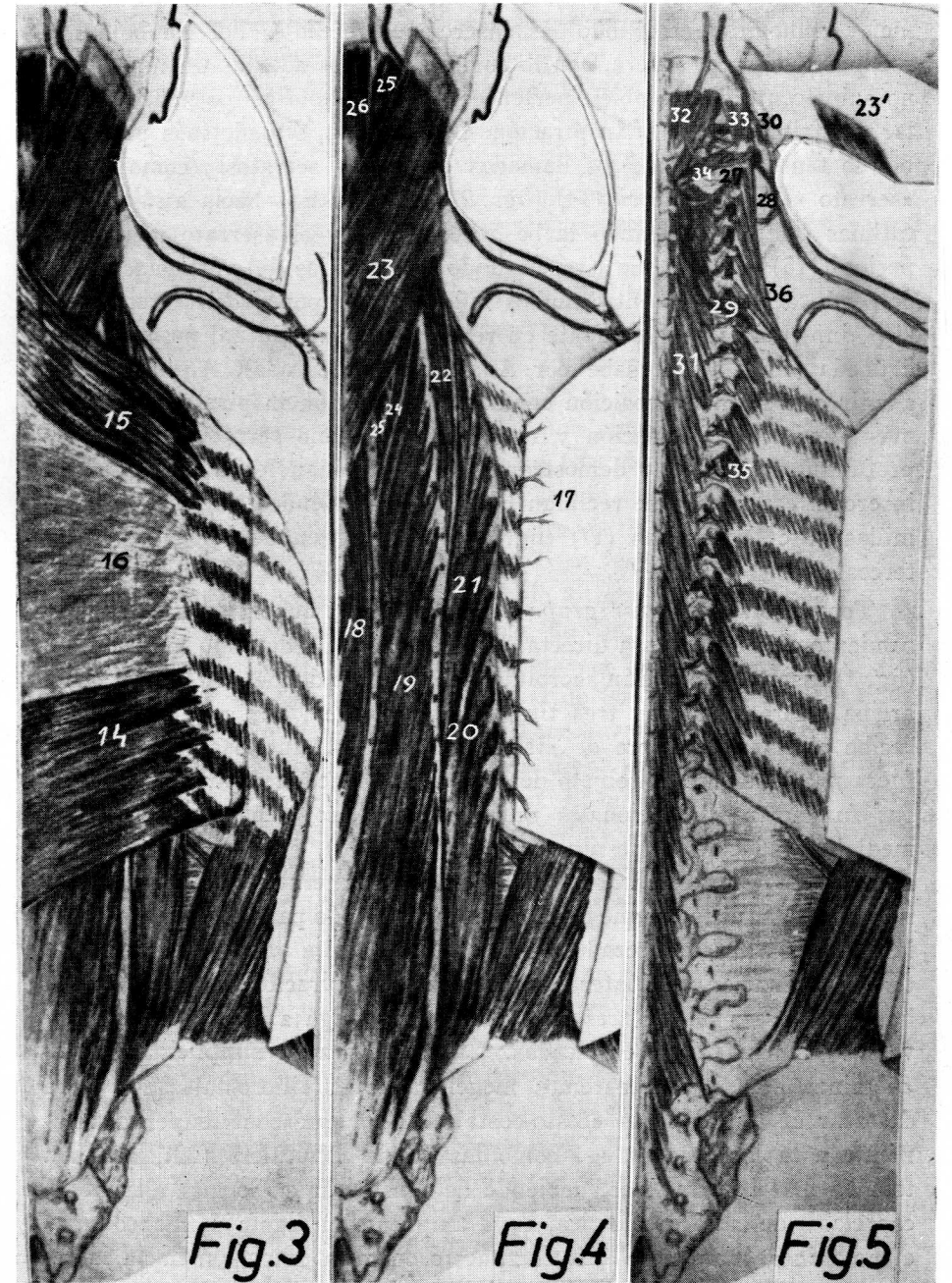
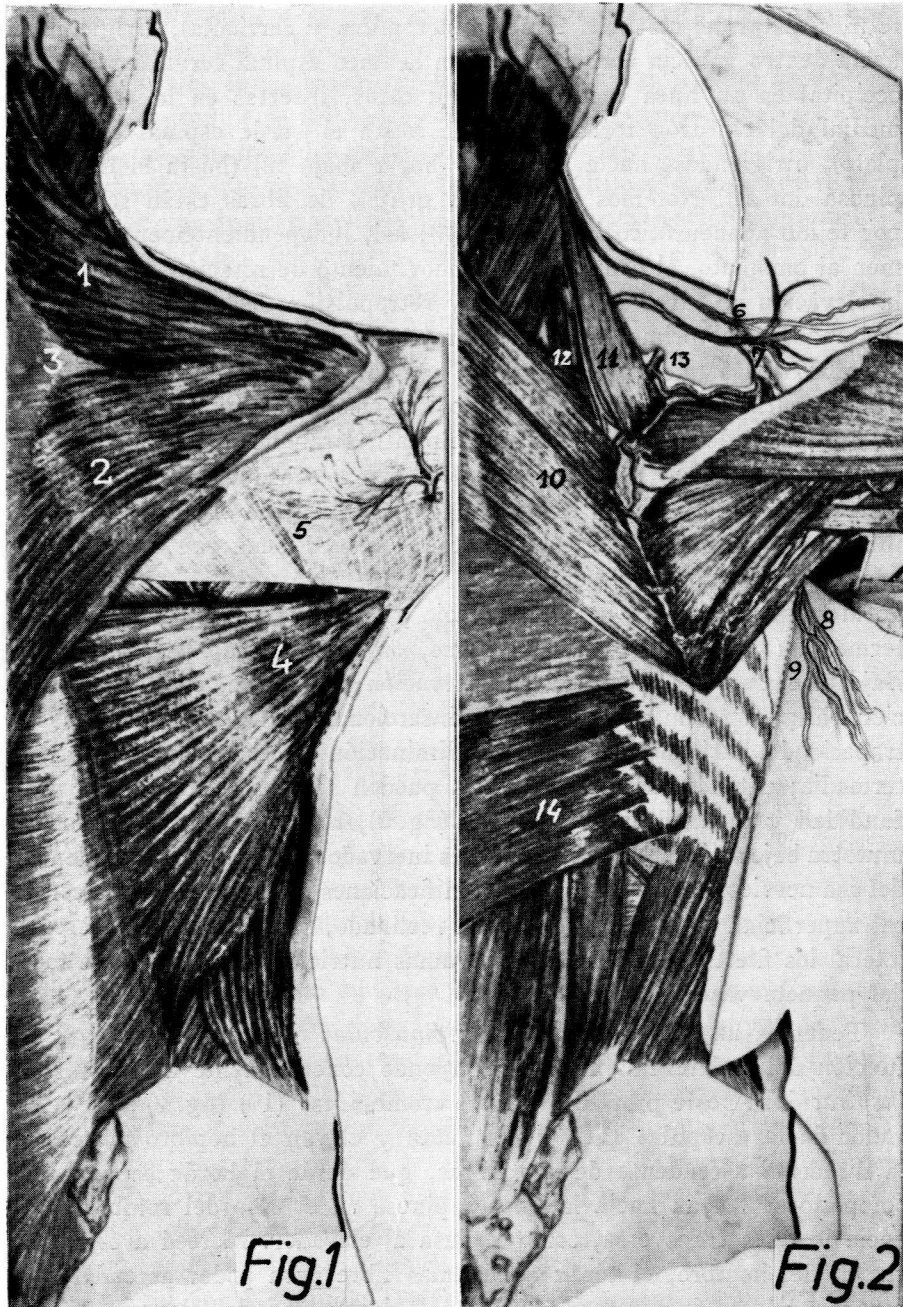
La piel es separada clásicamente desde la línea media (línea espinal), donde ofrece menos adherencias, permitiendo deslizamientos. Así, una incisión media espinal desde el occipucio hasta el sacro permite ya gran movilización de la piel de cada lado (a no ser que el cadáver estuviera muy fijado o deformado en el decúbito). En el lado derecho es delimitado un gran colgajo cutáneo uniendo la incisión longitudinal dada, con incisiones transversales a nivel del occipucio y del sacro; una tercera incisión transversal hacia la raíz del miembro superior permite la división del gran colgajo en otros dos más manejables, que bien traccionados pueden disecarse y reclinarse hasta el límite lateral de nuestro panorama de estudio. En este proceso de despegamiento de colgajos se ha llevado la piel toda la grasa y formaciones necesarias para dejar limpio el plano del fondo, que fundamentalmente es muscular; también han sido cortados los cabos de los filetes sensibles, que perforando desde la profundidad se distribuyen sobre la piel metaméricamente, perteneciendo a ramas retrosomáticas.

Los planos que siguen, fundamentalmente musculares, ofrecen una expresión funcional definida, integrando todos el enderezamiento en diversos matices; así: tenemos un primer grupo neuromuscular que confluye en la raíz del miembro superior y está organizado para su ende-

rezamiento, orientado hacia la trepa. Notemos a este fin (fig. 1) el «trapecio» dispuesto en dos grupos de fibras; unas, insertas en la parte más distal del cinturón torácico (acromiom y clavícula), dirigiéndose hacia dentro y hacia arriba (1) (hasta la línea espinal cervical y concha occipital en su línea curva superior); otras, insertas en la parte más medial del cinturón torácico (espina hasta el borde espinal del omoplato), dirigiéndose hacia adentro y hacia abajo (2) (hasta la línea espinosa dorsal). Notemos que ambos grupos de fibras están separadas por tejido aponeurótico intermedio (3); así, independientemente, imprimen al omoplato, al contraerse, un movimiento de rotación que dispone la elevación de nivel del miembro y retropulsión de la cabeza, disponiendo así al primer acto de la trepa, que establece la elevación del miembro (para que la mano pueda agarrarse en lo alto). A este propósito continuemos con el «latísimo», cuyas fibras (4), insertas en el miembro (fondo de la corredera bicipital), tiran de él haciéndole descender, con lo cual se aproxima al tronco a causa de las inserciones inferiores del latísimo al expansionarse por la línea espinosa y cresta ilíaca principalmente. De esta suerte, el tronco tiene que elevarse por quedar fijo el apoyo del miembro, lo cual constituye el segundo acto de la trepa. Notemos entre el trapecio y el latísimo la aponeurosis intermedia (5) que completa este plano, organizado todo para la trepa. Bajo este amplio plano llega su inervación y el riego, cuya demostración obliga a reclinarse cortando sus inserciones mediales y a separar el trapecio del latísimo mediante la eliminación de esta aponeurosis intermedia; entonces, dichos músculos pueden ser despegados de la profundidad y reclinados hacia afuera (fig. 2), resultando que el trapecio muestra bajo su inserción lateral filetes inervadores (6) (fig. 2) procedentes del asa nerviosa espinal, así como ramificaciones arteriales (7) de la cervical superficial. El latísimo, también reclinado, ofrece bajo su inserción lateral los filetes inervadores (8) y ramas nutricias (9), procedente todo del paquete vasculonervioso axilar.

Tenemos un segundo grupo neuromuscular que también integra la función del enderezamiento contribuyendo concretamente a facilitar la inspiración. A este propósito está el «romboides» (10) (fig. 3) y el «elevador de la escápula» (11), que sujetan y elevan el hombro merced a la dirección ascendente de sus fibras, que desde el borde espinal del omoplato se lanzan hacia la línea espinosa en el caso del romboides y hacia la línea transversa, como le pasa al elevador. Merced a esta elevación del hombro, el tórax queda más libre para poder ascender sin peso en el acto inspiratorio; por eso la inervación del elevador y del romboides se hace por filetes desprendidos de niveles respiratorios (como





corresponde al tercero y cuarto cervical); en cuanto a su riego, procede de la escapular superior (13). Esta inervación e irrigación queda aún mejor demostrada cortando las inserciones mediales del romboides y reclinándolo hacia afuera, con lo cual alcanzamos además un nuevo plano subyacente que también pertenece a este mismo grupo neuromuscular, contribuyendo a la inspiración. Dicho plano, situado más profundo por lo tanto, consta de los llamados «pequeños serratos», como son el «serrato menor inferior» (14) (figs. 2 y 3), que tira hacia atrás de las últimas costillas dilatando la base del tórax, y el «serrato menor superior» (15) (fig. 3), que tira elevando las costillas del vértice torácico, debiendo de advertir entre ambos músculos la aponeurosis interserrata (16), infiltrada muscularmente en relación con la habitual posición cuadrúpeda (como ya se sabe por Anatomía Comparada). Aquí podemos añadir que en dicha posición cuadrúpeda la acción inspiratoria necesita más ayuda. La inervación y riego de este plano serrato viene de la profundidad, pudiendo demostrarse, si se accionan los serratos por su inserción espinosa y se reclinan hacia afuera, viéndose entonces las ramillas vasculonerviosas (17) (fig. 4), que emergen de los espacios intercostales.

Toca ahora un tercer grupo neuromuscular, que integra el enderezamiento de una manera directa. Son músculos de dominio longitudinal (fig. 4) insertos en común sacrolumbarmente, de donde se deslizan hacia arriba diferenciados en tres tiras independientes; por eso, el músculo recibe el clásico nombre de «tríceps espinal». Aunque su estudio cae fuera naturalmente del objeto del trabajo, no pueden dejar de resaltarse sus fundamentos funcionales unitarios. Por eso, señalaremos su tira medial o músculo «epiespinoso del dorso» (18), su tira intermedia o músculo «longísimo del dorso» (19) y su tira lateral o «ileocostal» (20), tiras musculares todas que enderezan imprimiendo particularidades, pues la tira medial es enderezadora pura, la intermedia ofrece un cierto matiz de inclinación y la lateral influye en la inspiración. La continuidad hacia la cabeza de las tres tiras indicadas obliga a chocar con las diversas nomenclaturas empleadas. Ciñéndonos a la simplicidad de la «nómina» actual, empezaremos mencionando el «iliocostal» (20), para destacar de él las fibras «costo-costales» (21), que contribuyen francamente a la inspiración, así como las «costo-cervicales» (22), que son todavía más inspiratorias, debiendo de considerar en lo más alto fibras especiales de esta misma tira, cuya amplitud en forma de manto le da el nombre de «esplenio» (23), dispuesto en gran extensión hacia la cabeza (mastoides) y medialmente (línea espinosa), con lo cual la cabeza, sobreextendida, facilita la actitud inspiratoria y la trepa caso de que

la acción del esplenio fuera bilateral, pues si es un solo esplenio el que se contrae entonces la cabeza se inclina y rota. El esplenio a que nos referimos, tan extendido sobre los restantes músculos del tríceps espinal, a los que tapa y encierra para evitar su luxación, debe ser cortado por su inserción medial y reclinado por su inserción mastoidea para descubrirlos. Ello facilitará, pues, el análisis de la tira intermedia y el de la tira medial (por ahorrar figuras hemos suprimido esta fase; por lo tanto, tenemos que continuar refiriéndonos a la figura 4 a pesar de la situación desfavorable del esplenio). Según esto, en la tira intermedia el longísimo del dorso (19) diferencia hacia arriba el «músculo longísimo del cuello» (24), y más arriba aún los músculos «longísimo mayor de la cabeza» (25) y «longísimo menor de la cabeza» (este último oculto totalmente por el esplenio). La dirección de las fibras de estos longísimos del cuello y la cabeza explican el matiz lateralizador y rotador que la imprime dentro de la función común de enderezamiento. La tira media puramente enderezadora a base del epiespinoso del dorso (18), se continúa hacia el occipucio mediante el «epiespinoso de la cabeza», también conocido como «digástrico de la nuca» (26). El plano enderezador que estamos describiendo, correspondiente al tríceps espinal y sus dependencias hasta el occipucio, ofrece una inervación y riego fundamentalmente metaméricos a base de las clásicas ramas retrosomáticas. Esas dependencias y su confluencia en el occipucio exigen una participación inervadora y riego especial de los primeros niveles retrosomáticos. La demostración de esto se hace una vez reclinado el esplenio fácilmente hacia afuera, como habíamos dicho anteriormente, y el resto de los músculos espinales hacia adentro. Esta última reclinación exige los más laboriosos despegamientos de casi todos los componentes del tríceps espinal; por eso, sólo se realiza si se dispone de tiempo, aunque una vez conseguido la demostración del plano más profundo resulta muy eficaz (fig. 5).

El análisis del plano más profundo, cuya participación en el enderezamiento es evidente, exige considerar previamente formaciones vasculonerviosas que lo cubren como ocurre con los nervios retrosomáticos, que quedan tirantes y deben de ser cortados para permitir la reclinación de los planos anteriormente indicados. También está la segunda rama retrosomática cervical (27), así como, en menor grado, la tercera y cuarta, que aparecen indirectamente conectadas con el asa espinal, aquí al descubierto (28), ya mencionada a propósito del trapecio. Igualmente queda manifiesta la arteria cervical profunda (29) y la occipital (30). Notemos ahora, por fin, el plano más profundo, a base de pequeños músculos adheridos a las distintas piezas del esqueleto, también osten-



sibles. Interesa señalar aquí el «músculo transverso espinoso» (31), dispuesto en fibras oblicuas a todo lo largo del canal laminar transverso-espinoso para enderezar y rotar ligeramente las distintas piezas vertebrales donde se insertan; tenemos también los «pequeños músculos rectos de la nuca» (32), que enderezan la cabeza, y «los pequeños oblicuos» (33 y 34) o rotadores, músculos inervados por la primera rama retrosomática cervical e irrigados por la arteria vertebral; nervio y arteria ostensibles a través del intersticio que dejan estos músculos.

### Reconstrucción

A partir del panorama más profundo del Retrosoma conseguido durante la disección, pueden irse reponiendo los distintos planos reclinados anteriormente, para sintetizar el conjunto. Además, cada panorama y cada plano de éstos, ¿pueden reproducirse en superficie gráficamente para después superponerse e imbricarse y obtener una continuidad, lo mismo que la pieza original de disección?

Tomemos como *fondo de reconstrucción* la base esquelética de la región y gráficamente representemos todos los detalles, resaltando los que componen la línea de sucesión espinosa y transversa vertebral, así como el occipucio y arcos costales principalmente, que pueden servirnos de referencia para superponer ordenada y sucesivamente la representación gráfica de los distintos planos por donde se distribuyen los sistemas neuromusculares que integran el enderezamiento. Representado, pues, el plano esquelético del fondo, empecemos con las pequeñas musculaturas enderezadoras adaptadas a las piezas óseas y extendidas por niveles metaméricos contiguos. A este propósito representamos el «transverso-espinoso» (fig. 5), si bien sólo sus fibras enderezadoras, dispuestas longitudinalmente, son ostensibles en este panorama, ya que las fibras rotadoras deben ser consideradas ocultas bajo las primeras. Puede representarse también la pequeña musculatura enderezadora de la nuca, a base de los «rectos posteriores mayor y menor» (32), y la pequeña musculatura rotadora, a base de los «oblicuos superior (33) e inferior» (34). Pueden representarse, en fin, otras pequeñas musculaturas enderezadoras con matiz respiratorio, si bien saliéndonos de nuestra zona de estudio, como ocurre con los supracostales (35) y el escaleno posterior (36), diferenciados todos de la masa de los intercostales externos (fig. 5). En este mismo panorama de pequeñas musculaturas enderezadoras y rotadoras se pueden representar los orígenes inervadores y de riego, a base de brotes metaméricos distribuidos a todo lo largo de la región. Representemos concretamente la rama retrosomática de la primera raíz cervical, exclusiva para las pequeñas musculaturas nucales.

Igualmente representamos el enorme desarrollo de la segunda y de la tercera rama retrosomática cervical (27), destinadas a las grandes musculaturas confluentes en la nuca derivadas del tríceps espinal. No dejemos de representar aquí conexiones en asa entre las ramas presomáticas de la segunda, tercera y cuarta raíces cervicales, conectadas a su vez con el nervio espinal (28), para servir de base de inervación con matices de aprestamiento atencional, inspiración, etc., para musculaturas que vienen en panoramas más superficiales. Señalemos en la representación, en fin, el especial riego de esta zona, que pierde un tanto el carácter metamérico generalizado. Este especial riego está determinado por el régimen muscular enderezador de esta zona, lo que explica la disposición de la arteria cervical profunda (29), vertebral, occipital (30)..., cuyas representaciones pueden hacerse muy fácilmente (fig. 5).

El carácter enderezador indicado se va intensificando al considerar otro grupo muscular representable en forma de un nuevo y amplio plano que cubre al anteriormente representado en el fondo. Así, tenemos el *plano enderezador masivo* del «tríceps espinal» (fig. 4), a base del «epiespinoso del dorso» (18), «longísimo del dorso» (19) e «iliocostal» (20), produciendo un enderezamiento puro los dos primeros músculos; sin embargo, el iliocostal, al contraerse, retraería el tórax, lo cual se corrige merced a una diferenciación de este iliocostal, constituyendo el «costo-costal», cuya contracción es compensadora enderezando las costillas hacia la inspiración. La representación del tríceps espinal enderezador que estamos indicando puede prolongarse hacia la cabeza para cada uno de sus componentes; así: la acción enderezadora pura del epiespinoso (18) se extiende hacia la cabeza mediante el «epiespinoso de la cabeza» o «digástrico de la nuca» (16). La acción enderezadora con ligera inclinación que establece el longísimo del dorso (19) se prolonga hacia el cuello y cabeza mediante el «longísimo del cuello» (24), el «longísimo mayor de la cabeza» (25) (visible por sus dos extremos) y el «longísimo menor de la cabeza» (totalmente oculto en la figura 4), que imprimen en la cabeza un matiz acusadamente lateralizador. La acción enderezadora del iliocostal (20), compensada por la inspiradora del costo-costal (21), se amplía también hacia el cuello mediante el llamado «costo-cervical» (22). También se amplía hacia la cabeza mediante el «esplenio» (23) (fig. 4; nótese reclinado 23', (fig. 5), cuya disposición en sábana tapando todos los demás músculos y alcanzando la línea espinal imprime al extender la cabeza un fuerte matiz no sólo de inclinación, sino además de rotación. Notemos que todo este panorama es reclinable en dos partes: hacia arriba como ocurre al esplenio (23, 23'), que se reclina por su inserción cefálica, y hacia adentro como ocurre



con el resto de la gran masa del tríceps espinal y dependencias que se reclinan por la línea espinal y hacia el lado opuesto (compárense las figs. 4 y 5).

El fundamental carácter enderezador del plano muscular que acabamos de representar se integra por el carácter también enderezador de otros planos que lo cubren y se extienden al tórax expresando un matiz inspiratorio. Ello corresponde al *plano enderezador inspiratorio* de los pequeños serratos, que se puede representar (fig. 3) a base del «serrato menor inferior» (14), el «menor superior» (15) y la aponeurosis interserrata (16), todo lo cual se reclina hacia afuera costalmente, que es donde está la inserción original e inervación (compárense las figs. 3 y 4).

Orientados con el mismo matiz enderezador e inspiratorio representamos otro plano, más en superficie (fig. 3): el de «elevador» (11) y el «romboides» (10), unidos a la raíz del miembro y cuya contracción a impulsos del nervio correspondiente (12), también representado en el mismo plano, eleva el hombro dejando libre el vértice del tórax para su más fácil dilatación. Es el *plano enderezador del hombro*.

El enderezamiento que venimos considerando, especificado al miembro superior, capacitándolo para la trepa, obliga a la consideración de un plano neuromuscular en superficie; así: el primer acto de la trepa para elevar la extremidad en el agarre obliga a una rotación escapular que requiere el «trapecio» (1, 2 y 3); el segundo acto de la trepa o elevación del tronco requiere el «latísimo» (4); y ambos músculos son representables y reclinables independientemente por sus inserciones externas, que es por donde quedan adheridos, tanto en la disección como en la reconstrucción, mostrando en esa parte externa el abordamiento de su inervación, igualmente representable. Para demostrar esto, pues, se requiere la reclinación indicada, pudiendo ver bajo el trapecio (fig. 2) su inervación a base del asa espinal (6) e irrigación correspondiente (7), ocurriendo lo mismo bajo el latísimo, que demuestra así el nervio (8) y la arteria (9) (compárense las figs. 1 y 2). Así queda constituido el *plano de superficie o enderezador para la trepa*.

Los planos demostrados en la reconstrucción de la profundidad a la superficie son, pues, los mismos de la disección previa, demostrados desde la superficie a la profundidad. Notemos que los planos de disección se iban reclinando soltándolos de sus cabos más simples de atadura, dejando por el contrario adheridos los cabos más complejos, que son donde se realiza la aferencia vasculonerviosa y lo que constituye la zona de charnelaje o de reclinación. Por el contrario, los planos componentes de la reconstrucción planimétrica, por razones de continuidad vasculonerviosa, se van imbricando hasta componer el conjunto. La re-

construcción representa fielmente lo realizado en disección, pues la tercera dimensión que suprime, la evoca precisamente mediante maniobras de reclinación, siempre que el concepto de esta tercera dimensión haya sido captada del cadáver previamente. La reconstrucción, por lo tanto, simplifica y evoca la disección, pero no puede sustituirla, sino que la complementa.

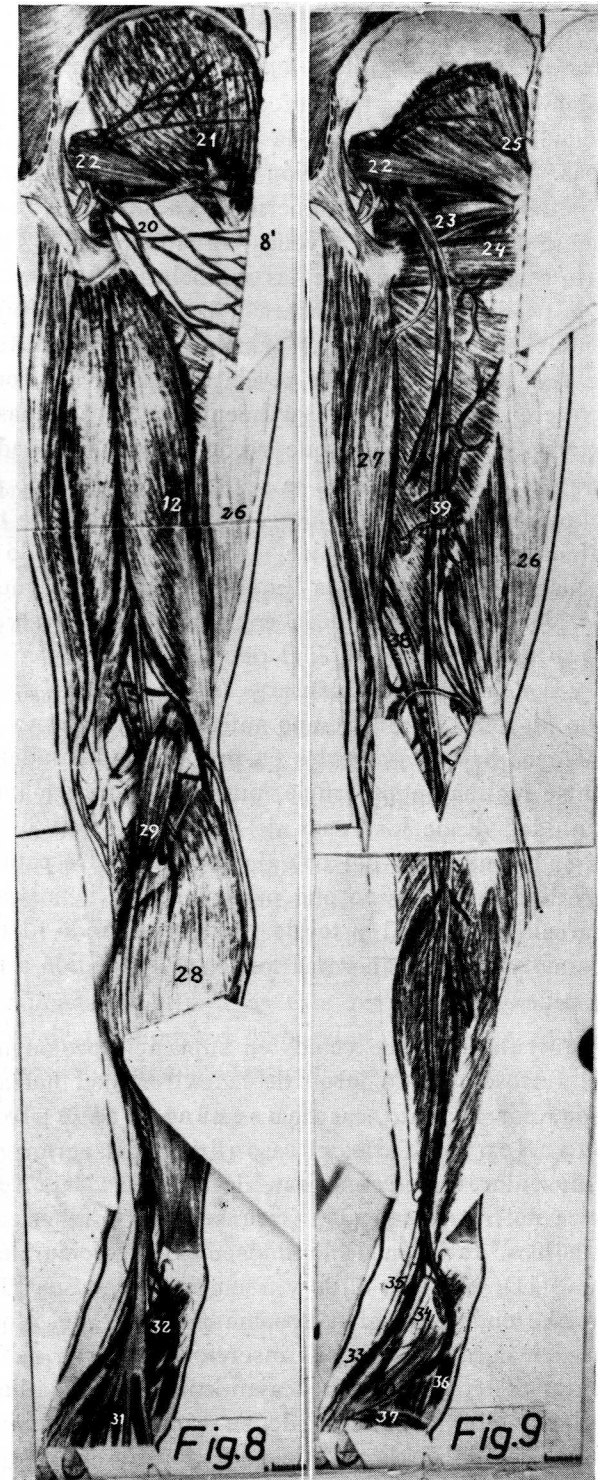
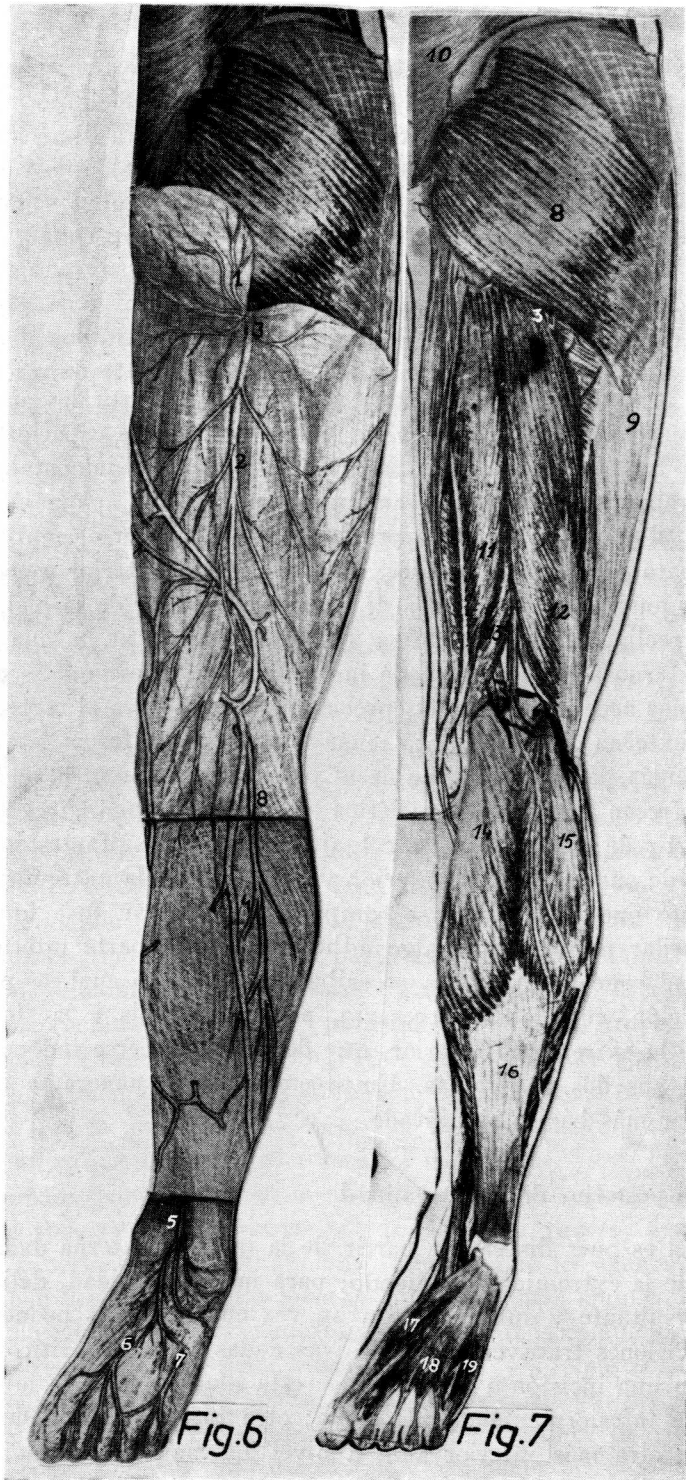
## EXTREMIDAD INFERIOR

### Disección

Vista la extremidad por delante, ofrece zonas flexurales apropiadas para la marcha del individuo; vista por detrás, ofrece capacidades previas a la función indicada y, por lo tanto, más fundamentales; éstas son: la transmisión del enderezamiento del retrosoma aplomándolo a su apoyo en el suelo, así como la propiedad de establecer el equilibrio necesario para que esto se realice. Esas visiones, anterior y posterior, deben ser analizadas por planos de disección a partir de la piel, la cual hay que reclinar hacia adelante y hacia atrás a partir de una incisión lateral externa a lo largo de toda la extremidad, pues aquí es donde la zona es más accesible y de más precisa referencia para el corte, ya que la parte externa del muslo está tensa a causa de la fascia lata traccionada; además, la parte externa de la pierna, así como el borde externo del pie, ofrecen referencia esquelética a través de la piel. En consecuencia, a partir de esa incisión los colgajos cutáneos resultantes se pueden despegar de sus territorios anterior y posterior de la extremidad, despegamiento que ha de hacerse completo salvo en su fase final, pues deben quedar naturalmente algo adheridos por la parte interna de la extremidad, que es la menos accesible, con todo lo cual se posibilita su reposición, cuando sea necesario, para el análisis y la síntesis de planos de la extremidad inferior, que deberá de hacerse independientemente en sus dos panoramas. Empecemos con el panorama posterior por ofrecer más básico significado.

### Panorama posterior de la extremidad

La piel es pues disecada a partir de la incisión externa dada a todo lo largo de la extremidad, pudiendo, para mayor facilidad, delimitar el colgajo resultante y subdividirlo a su vez en otros más pequeños mediante incisiones transversales sucesivas dadas a niveles críticos; empezamos con una incisión a nivel de la cresta ilíaca, que es la misma que delimitaba inferiormente el retrosoma; otra inferior, en la flexura de la rodilla; otra más inferior aún, a nivel del maléolo externo, y otra,





en fin, transversal también a nivel del apoyo plantar anterior. Al reclinar cada colgajo cutáneo, y para efectuar simultáneamente limpieza de la profundidad, nos llevamos con la piel los nervios sensibles y venas subcutáneas. Para ello la disección se realiza en profundidad, inclusive por bajo de la aponeurosis superficial en algunas zonas, en relación a cómo emergen esos nervios y venas, cuya disposición fundamental nos es necesario tener presente en estas maniobras. A estos efectos recordemos que la sensibilidad de la cadera y la sensibilidad posterior del muslo son conducidas por ramas al principio independientes (1 y 2) (fig. 6) que se reúnen para integrar el ciático menor (3), cuyo tronco común desaparece en profundidad. Igualmente tenemos ramas nerviosas del safeno externo accesorio (4), que recoge la sensibilidad posterior de la pierna; ramas plantares, como la plantar calcánea (5), plantar interna (6) y la plantar externa (7). Recordemos igualmente el trayecto de la vena safena externa. Pues bien, todo ello es cargado a la piel, en lo posible, cuando se reclina para limpiar el plano que queda en profundidad, pero siempre que se pueda conservar su continuidad con el pedículo nervioso de profundidad. Tal debe de ocurrir con el pedículo ciático menor y con los nervios plantares (estos últimos, sin embargo, exigen para ello disponer de un tiempo suficiente). Respecto de los nervios y venas safenas hay que dejarlos en profundidad e independizarlos del colgajo que se reclina en superficie, pues es la única manera de respetar su continuidad desde las zonas de donde proceden y a donde se dirigen, zonas independientes del colgajo reclinado. De esta suerte no solamente se reclina la piel, sino que puede hacerse lo mismo con casi toda la aponeurosis superficial y tejido graso, quedando al descubierto aquí un amplísimo y limpio panorama muscular extendido a todo lo largo de la extremidad (fig. 7).

Todas las musculaturas que vemos en superficie prolongan el enderezamiento del retosoma a lo largo de la extremidad hacia su apoyo en el suelo; son, por lo tanto, las musculaturas aplomadoras del enderezamiento. Tal es el caso (fig. 7) del «gran glúteo» (8), cuyas fibras musculares oblicuas tiran de la fascia lata (9) hacia la parte esquelética del retosoma (10) (representada en el sacro y cresta ilíaca). Tal es el caso también de los músculos retrofemorales, como el «semitendinoso» (11), «bíceps» (12) y «semimembranoso» (13), que al mismo tiempo que enderezan el retosoma por tirar del isquión hacia abajo realizan además, a causa de sus inserciones inferiores, otras acciones complementarias, como son el encajamiento en la rodilla de su interlínea articular y el estiramiento de su cápsula, contribuyendo así al mantenimiento rígido de la rodilla en extensión si es que ésta se

encontraba previamente enderezada. Igualmente actúan en la rodilla los «dos gemelos» (14 y 15), cuya inserción clásica mediante el tendón de Aquiles endereza el pie hacia el apoyo plantar anterior y cuya inserción condílea coapta a los cóndilos en sus glenoides, contribuyendo así, entre otras cosas, a la rigidez en bloque de esta zona articular, tan necesario para el aplomo. Tenemos en el pie, por último, el caso del «separador del dedo gordo» (17), el del «flexor plantar corto común» (18) y el del «separador del quinto dedo», cuyas inserciones posteriores, confluentes en el calcáneo, capacitan al apoyo aplomado cuando estos músculos se contraen, por reunir entre sí los apoyos plantares donde se insertan.

Las musculaturas estudiadas que aploman el enderezamiento son reclinadas apropiadamente para demostrar en profundidad su inervación y vascularización; así: el gran glúteo (8) (fig. 7), desprendido de sus inserciones mediales, puede ser basculado (8') (fig. 8) por sus inserciones laterales en la fascia lata, donde se mantiene unido. Entonces muestra sus vasos y nervios llamados glúteos inferiores (20) (fig. 8), a los que cubría. En la pierna, los gemelos (14 y 15) (fig. 7), desprendidos de sus inserciones condíleas, pueden ser reclinados (fig. 8) (habitualmente basta cortar el gemelo interno, pues así la reclinación se hace en lo que permite el estiramiento hacia afuera del paquete vasculonervioso de cada gemelo). En el pie, el flexor plantar corto (18) (fig. 7), así como el separador del dedo gordo (17) y el del dedo pequeño (19), son resecados del calcáneo, donde se insertan posteriormente, y reclinados hacia delante, con lo cual se ponen de manifiesto los nervios y los vasos plantares internos y externos, cuyos ramillos de aferencia a las musculaturas que se reclinan tienen que irse desprendiendo para facilitar la maniobra indicada (fig. 8). Tras esta reclinación quedan en manifiesto musculaturas de profundidad dispuestas en diversos grupos que imprimen al apoyo determinados matices.

Tenemos grupos musculares cuyo matiz es imprimir un cierto grado de amplitud al apoyo. Así, el «glúteo mediano» (21) (fig. 8), tirando hacia arriba del gran trocánter, separa la extremidad ampliando la base de sustentación. Este músculo desprendido de sus inserciones superiores y basculando hacia abajo muestra en profundidad otros músculos que contribuyen a matizar la amplitud de la base de sustentación. Así, está (fig. 9) el «piramidal» (22), el «obturador interno» (23) con sus «gémimos» y el «cuadrado crural» (24), músculos todos cuyas inserciones clásicas disponen que la contracción de sus fibras lleven hacia atrás la masa trocánterea y en consecuencia rote la punta del pie hacia afuera, aumentando así la base de sustentación. Todo este grupo de



músculos rotadores del pie hacia afuera forman un conjunto carnososo, por algunos de cuyos intersticios de separación puede verse fácilmente cómo emergen de la profundidad los clásicos vasos y nervios glúteos superiores, así como los vasos y nervios glúteos inferiores ya conocidos. La acción rotadora del pie hacia afuera de este grupo muscular contrasta con la rotación de la punta del pie hacia adentro, que capacita el «glúteo menor» (25), que se encuentra en el mismo plano pero cuyas fibras en bloque sin intersticios y su inserción retrocantérea hacen que al contraerse trasladen hacia delante la masa de los trocanter y, por lo tanto, rote hacia adentro la punta del pie, haciendo esto variar la base de sustentación.

Hay otras musculaturas cuyo matiz funcional en el apoyo es su amortiguamiento por diversos motivos: a) Por reunir entre sí los apoyos de la planta intensificando los arbotantes de su concavidad. Esto fue iniciado por las musculaturas plantares de superficie ya estudiadas previamente como aplomadoras, siendo el flexor plantar corto (18), el separador del primer dedo (17) y el separador del quinto (19). Después de haber sido éstos reclinados como se indicó en el momento oportuno, está el «flexor largo común» (30) (fig. 8) con los «lumbricales» (31) y «accesorio plantar» (32), que forman un plano común que hay que levantar hacia delante después de cortar el tendón flexor largo común en el tobillo y reseca la inserción calcánea del accesorio; con esto se nos muestra en profundidad (fig. 9) el «flexor corto» (33) y el «flexor largo del dedo gordo» (34) (fig. 9), así como el «tendón tibial posterior» (35), debiendo de añadir en este panorama el «aproximador del dedo gordo» (40) con sus dos «fascículos», «oblicuo y transverso», la pequeña «masa flexor-oponente del quinto dedo» (36) y, en fin, los «interóseos», que se manifiestan parcialmente (37) (fig. 9) a través de los intersticios existentes. b) Por mantener la situación de envaramiento de algunas articulaciones de la extremidad determinada por los músculos aplomadores ya indicados en un posible estado de flexión inicial, eficaz para amortiguar el peso transmitido a lo largo de la extremidad. Se trata del mismo grupo aplomador descrito y de algunos otros que se suman. A propósito de la rodilla, están los músculos retrofemorales ya indicados (bíceps, semitendinoso y semimembranoso, así como los gemelos); pero ahora hay que añadir la «porción corta del bíceps» (26) (fig. 8), manifiesta si se reclina su porción larga (12) reseándola del isquion en compañía del semimembranoso y semitendinoso ya indicados. Entonces (fig. 9) la porción corta del bíceps (26) queda bien patente en su misión de hacer bloque a la articulación y predisponerla a la flexión ligera. A propósito de la cadera está la «porción recta del gran aproximador» (27) (fig. 9),

que la mantiene en estado de bloque en tanto no ha sido vencido por un peso mayor transmitido que se apodere del eje del miembro, flexionándolo. Otras musculaturas, en fin, amortiguan el bloque de la articulación del tobillo. Tal es el caso del «soleo» (28) tirando del talón sin llegar a la rodilla; por eso hay una pequeña dependencia de este soleo hasta el cóndilo externo, situado posteriormente al paquete vasculonervioso profundo para que en los distintos grados de flexión amortiguadora de la rodilla este paquete consiga siempre su posición más favorable; se trata del «plantar delgado» (20). Así, el soleo, en compañía del plantar delgado, tirando del talón, obliga al apoyo de la punta del pie en un grado de enderezamiento que puede ceder según el peso transmitido. Notemos que la inserción superior del soleo ofrece al «anillo del soleo», por donde se introducen los vasos poplíteos y el nervio ciático poplíteo interno, paquete vasculonervioso cuya continuidad se pone en manifiesto si se reclina el soleo hacia afuera después de haber cortado sus inserciones laterales que tiene por dentro del anillo del soleo (figs. 8 y 9). Observemos que en este estado de levantamiento de planos (fig. 9) quedan demostrados en continuidad los ejes inervadores y de riego a partir del gran nervio ciático y de la arteria poplíteo, hasta sus ramas terminales fundamentales.

Existe un grupo final de musculaturas cuyo matiz funcional en el apoyo es el equilibrio, merced a la influencia recíproca que ejerce en la articulación del tobillo y en cada uno de los apoyos plantares independientemente. Ello se consigue mediante las musculaturas ya indicadas en la parte posterior de la pierna en combinación con musculaturas de la pierna que han de estudiarse en el panorama anterior.

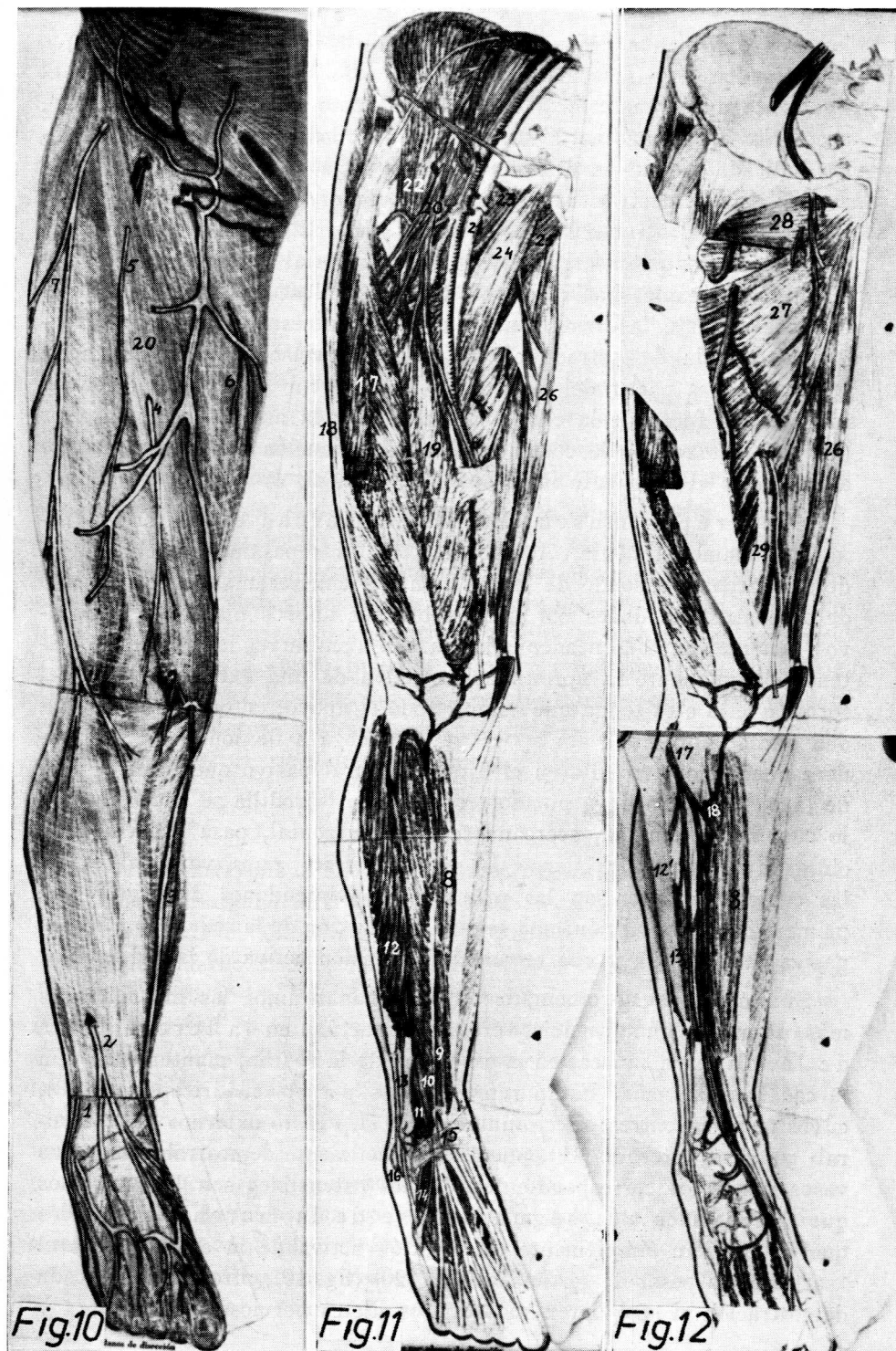
#### Panorama anterior de la pierna

Recordemos que la piel había sido empezada a disecar a partir de una incisión externa dada a todo lo largo de la extremidad. Ahora nos interesa reclinar el colgajo anterior resultante, el cual, para mayor facilidad, se le delimita y se le divide en colgajos más pequeños mediante incisiones transversales, que son las mismas incisiones transversales dadas en el panorama posterior y que prolongadas hacia delante muestran que aquel corte transversal a nivel de la cresta ilíaca, ahora por delante se prolonga horizontalmente sobre el vientre hasta la línea blanca; aquel corte transversal que se dió a nivel de la flexura de la rodilla, por delante se prolonga bajo la rótula; el corte que había dado a nivel maleolar, ahora sigue por delante horizontalmente ante el tobillo; aquel corte, en fin, transversal al apoyo plantar, ahora sigue dorsalmente atravesando la zona de ampliación de los dedos. Al reclinar

la piel en estas condiciones y recordando lo indicado a propósito del panorama posterior, nos llevamos con el colgajo todos los nervios y venas posibles, para lo cual se hace la disección en profundidad, inclusive bajo la aponeurosis superficial, en relación a cómo emergen los nervios y arterias digitales. A este propósito debemos recordar su organización fundamental a base de filetes nerviosos descendentes relativamente paralelos cuya distribución encuentra en la metamería embrionaria todos sus fundamentos. Por ello nos limitamos a señalar los clásicos elementos allí existentes (fig. 10): el nervio safeno externo (1), el nervio músculo cutáneo (2), el safeno interno (3), algunos filetes perforantes (4 y 5) del crural, rama obturatriz cutánea (6); por último, el nervio femorocutáneo (7). Observemos también la vena safena interna en parte junto al nervio de su nombre. El conocimiento de todo lo indicado nos permite reclinar el colgajo cutáneo anterior del músculo, llevándonos con él sus ramas vasculonerviosas terminales, pero dejando íntegra la continuidad de estas ramas en profundidad, lo cual se consigue aislándolas en todo el espacio intermedio posible para que formen puente y permitan con un moderado estiramiento un grado de reclinación suficiente. El colgajo de la pierna y del pie son igualmente reclinados todo lo que permita el estado de tensión del filete nervioso safeno externo y del nervio musculocutáneo de la pierna, los cuales deberán haber sido aislados en un trayecto intermedio suficiente.

Reclinada la piel se observa en profundidad, un tanto esbozados, algunos grupos musculares adyacentes, distinguiendo en la pierna grupos que complementan el equilibrio durante el apoyo del pie (equilibrio ya planteado a propósito del panorama posterior de la extremidad); en cambio, distingamos en el muslo grupos musculares cuya acción flexora fundamental pone al individuo en situación de marcha. «Complemento de equilibrio» y «marcha» son, pues, las dos metas fundamentales para las que se organizan los grupos musculares del panorama anterior.

Los grupos que complementan el equilibrio corresponden a los que despegan del suelo los apoyos plantares anteriores (tensados antes por otros grupos), debiendo de distinguir a este respecto el «tibial anterior» (8) (figs. 11 y 12), que tira desde el escafoides, el «extensor propio del dedo gordo» (9) (fig. 11) y el «extensor común» (10), que tiran extendiendo sus dedos respectivos; el «peroneo anterior», que tira del quinto metacarpiano, y los «peroneos laterales largo» (12) y «corto» (13), que para los efectos también elevan el quinto metacarpiano, pues el peroneo corto ofrece aquí su inserción inferior mientras que el largo establece inmediatamente detrás de él su polea de reflexión en el cuboide. Notemos también el «pedio» (14), cuya acción se realiza en





los cuatro primeros dedos para que se agrupen al mismo tiempo que se extienden y conserven íntegra la punta del pie. Notemos, en fin, el ligamento anular anterior (15) y el ligamento lateral (16) del tobillo, necesarios para mantener siempre en su sitio los tendones de los músculos indicados según se deslizan por esta zona crítica (fig. 11). Únicamente, para demostrar los paquetes vasculonerviosos que corresponden, falta reclinar el peroneo lateral largo (12') (fig. 12) hacia atrás, así como el bloque de los extensores con el pedio, unidos al ligamento anular anterior y reclinables hacia delante, todo lo cual se consigue si se resecan previamente las inserciones superiores necesarias. En estas condiciones queda demostrado el eje vasculonervioso completo hasta su terminación, a partir del ciático poplíteo externo (17) (fig. 2), cuando aparece por fuera de la cabeza del peroné y la arteria tibial anterior (18) con sus ramas de continuación y distribución desde que aparece atravesando el ligamento interóseo tibioperoneal.

Los grupos musculares de la marcha ejercen acción flexora fundamentalmente. A estos efectos, si repasamos la cinemática de la marcha partiendo de la posición del enderezamiento con aplomo de ambas extremidades por igual sobre sus apoyos plantares respectivos, tenemos que desencadenar la marcha disminuyendo la base de sustentación mediante la aproximación activa de una extremidad, de tal forma que la otra tenga que asumir todo el apoyo; entonces la extremidad que se aproximó, sin apoyo ya, comienza a flexionarse por la cadera quedando la rodilla en el estado flexural pasivo que lleva el peso de la pierna; pero llega un momento en que la rodilla se endereza, con lo cual la extremidad, acercándose a la horizontal, pasa hacia delante obligada al avance del cuerpo. La marcha ofrece, pues, varias fases, de las cuales nos interesan las primeras, conviniéndonos distinguir una primera de aproximación, una segunda de flexión de la cadera con flexión pasiva de la rodilla y una tercera de extensión activa de la rodilla.

Si con el criterio cinemático indicado analizamos las musculaturas más ostensibles en superficie, veremos que actúan en la tercera fase de la marcha, o sea, en la extensión de la rodilla, manteniendo aún la cadera flexionada. Están representados por el «cuádriceps» (fig. 8), cuyos cuatro vientres: «recto anterior» (17), «vasto externo» (18), «crural» y «vasto interno» (19), pueden ser fácilmente demostrables con sus vasos y nervios correspondientes. Menos ostensibles son los músculos que corresponden a la segunda fase de la marcha, o sea, los que determinan simplemente una flexión activa de la cadera, pues el «sartorio», a pesar de ser subcutáneo (20) (fig. 10), ofrece una delicada demostración si se quieren respetar los filetes nerviosos sensibles (4 y

5) que lo perforan; por eso, el sartorio, junto con esos filetes y aponeurosis de superficie, es reclinado hacia dentro previo desprendimiento de su inserción superior en la espina ilíaca anterosuperior. Así queda despejado momentáneamente el campo para poder seguir demostrando más músculos flexores de la cadera; sin embargo, un nuevo obstáculo se interpone a base del paquete vasculonervioso del muslo: el nervio crural (20) y los vasos femorales (21), demostrables desde que aparecen bajo la ingle (el nervio, por fuera del anillo crural y la arteria atravesándolo). Ahuecado y reclinado hacia adentro dicho paquete, percibimos los músculos flexores que buscamos: «psoas ilíaco» (22) y «pectíneo» (23). Entonces es cuando puede demostrarse la continuidad neuromuscular del nervio crural (20) y las ramas arteriales nutricias que, un tanto satélites, emergen del sistema femoral en la forma clásica. Los músculos de la primera fase de la marcha están representados por el «aproximador mediano» (24) y el «menor» (25), ambos tapados por el mismo paquete de vasos femorales (21) que tapó al psoas y al pectíneo (fig. 11), ya indicados anteriormente. Las reclinaciones del aproximador mediano y menor, desprendiendo previamente sus inserciones pubianas, destacan planos musculares más profundos, como es el «fascículo torcido del gran aproximador» (27), así como el «obturador externo» (28), puesto que el «recto interno» estaba ya manifiesto en superficie desde un principio. Los vasos y nervios obturadores que corresponden a toda la musculatura aproximadora indicada se pone de manifiesto en estas últimas manipulaciones de reclinación.

### Reconstrucción

Si partimos del plano más profundo, acudiremos al esqueleto articulado de la extremidad inferior en su posición ortoestática, notando que tanto en su visión anterior como en la posterior el isquion cae en la vertical del cóndilo interno de la rodilla, que es la parte que más apoya de esta articulación, y que dicha vertical sigue hasta la parte más elevada de la bóveda plantar; por lo tanto, para seguir hasta los tres apoyos plantares clásicos, la línea tendrá que trifurcarse por los tres arbotantes de la bóveda. El esqueleto a que nos referimos puede ser representado gráficamente pero con una pequeña variación en el pie, haciendo que su visión plantar quede en panorama posterior, y su visión dorsal quede en el panorama anterior, todo lo cual se ajusta a una representación de un pie sin apoyo en actitud colgante. En ambos panoramas, pues, pueden quedar representadas todas las referencias óseas y articulares necesarias para trazar los dispositivos neuromusculares de reconstrucción que vayan correspondiendo agrupados funcionalmente



para el *apoyo*, para el *equilibrio*, para el *aplomo estático* y para la *marcha*.

*Grupo para el apoyo.*—Notemos (fig. 9) el «flexor corto» (36) y el «aproximador del dedo gordo» (35); este último con sus «fascículos oblicuo y transverso», que, al mismo tiempo que acusan la concavidad plantar cuando se contraen, actúan tensando el apoyo antero-interno de la planta. En este mismo apoyo actúan también el «tendón flexor largo del dedo gordo» (34) y, un poco más retrasado, aunque en el mismo eje del apoyo, está el «tendón tibial anterior» (35). Notemos el «musculillo flexor-oponente del quinto dedo» (36), que actúa en el apoyo antero-externo de la planta. Igualmente se hacen ostensibles en parte, a través de los intersticios de estas masas musculares, algunos «interóseos» (37) (fig. 9) dispuestos para tonificar y unificar los apoyos plantares indicados. Todo esto puede ser dibujado en el mismo plano esquelético y, a su vez, los vasos y nervios plantares que cubren particularmente a los músculos indicados. Una acción parecida a la de dichos músculos le corresponde al «flexor largo de los dedos» (30) (fig. 8), cuyo tendón común viene de la pierna; lo mismo decimos de los anejos de este flexor largo de los dedos, como ocurre al «flexor accesorio plantar» (32) y a los lumbricales» (31), cuyos puntos de inserción, perfectamente representables, definen el papel que les corresponde y cuyo dibujo puede hacerse en un plano independiente reclinable hacia adelante (fig. 8, comparada con la fig. 9). Los músculos superficiales de la planta, como el «flexor plantar corto» (18) (fig. 7), «separador del primer dedo» (17) y «separador del quinto dedo» (19), pueden ser representados juntos superficialmente en un solo plano reclinable hacia delante.

*Grupos musculares para el equilibrio.*—Notemos principalmente musculaturas que presionan los apoyos plantares anteriores, como el «flexor largo del dedo gordo» (34) y el «tibial posterior» (35), que refuerza esta acción, músculos que pueden dibujarse sobre el mismo plano esquelético del fondo; está también el «flexor común» (30) (fig. 4), que extiende por todos los dedos esta tensión de apoyo. La representación en la pierna de estos tres músculos se hace en el mismo plano esquelético del fondo, aunque su trayecto plantar exige un nuevo plano representativo, como ya dijimos últimamente. Está, por último, el «soleo» (28), que realiza, pero indirectamente, la misma acción de apoyo plantar que los anteriores y exige un nuevo plano representativo. En este plano del soleo representamos también el «plantar delgado» (29), que tendido hasta el cóndilo externo va a moderar las inflexiones vasculonerviosas poplíteas. El plano del soleo y del plan-

tar delgado, que representamos en bloque independiente de los demás, debe en todo momento conservar su inserción calcánea; respecto de su inserción superior, debe de quedar desprendida la parte que hay por dentro del anillo del soleo, lo cual permitirá una reclinación hacia afuera de toda esta masa muscular, descubriendo así los vasos y nervios tibiales posteriores y poplíteos en continuidad. Sobre el plano reclinable del soleo pueden representarse los gemelos (14 y 15) (fig. 7), independientes en otro plano también charnelable sobre aquél.

Como musculaturas complementarias para el equilibrio notemos grupos que despegan del suelo los apoyos anteriores de la planta, como le pasa al «tibial anterior» (8) (fig. 12), representable en el mismo fondo esquelético; está también el «extensor propio del dedo gordo» (9), el «extensor común» (10), el peroneo anterior» (11), así como el «pedio» (14), que junto con el «ligamento anular» (15) pueden ser representados en bloque formando un plano independiente (fig. 11) charnelable hacia la punta del pie. Están también los «peroneos laterales», el «corto» (13), representado en el mismo fondo esquelético (fig. 12), y el «largo» (12), que en parte es representado suelto, precisamente para ser reclinado (12 y 12') (figs. 11 y 12). De esta forma la reclinación del peritoneo lateral largo debe de permitir demostrar la representación existente en el fondo, correspondiente al ciático poplíteo externo; por otra parte, la reclinación del bloque de extensores debe permitir demostrar en el fondo la continuación del sistema ciático poplíteo externo (17) y del sistema de la arteria tibial anterior y pedia.

Tenemos *grupos musculares para el aplomo estático*, a saber: Primero, el músculo enderezador por excelencia o «fascículo recto del gran aproximador» (17), que puede representarse en el mismo plano del fondo (fig. 9), y junto a él (separado del fascículo torcido del gran aproximador) está el anillo del gran aproximador, por donde pasan los vasos poplíteos (38), a los que se junta después el tronco ciático; todo ello representable en el mismo plano esquelético del fondo. Segundo, músculos enderezadores y encajadores en la rodilla, como el «bíceps», cuya «porción corta» (26) se puede representar en el mismo plano del fondo esquelético y cuya «porción larga» (13), así como el «semitendinoso» y «semimembranoso», pueden representarse en bloque independiente constituyendo un plano superpuesto al fondo, adherido inferiormente (fig. 8) y reclinable hacia abajo (fig. 9). Tercero, músculos que modifican la base de sustentación rotando la punta del pie hacia adentro, como el «glúteo inferior» (25), o hacia afuera, como el «piramidal» (22), «obturador interno» con los «gémicos» (23) y «cuadrado del crural» (24), todos representables en el mismo fondo esquelético;

la base de sustentación puede ampliarse separando todo el pie, como lo realiza el «glúteo mediano» (21), representable en pieza aparte (fig. 8). Cuarto, músculos enderezadores del cuerpo y extremidad, como es el gran glúteo» (8), representable en pieza aparte dispuesta en superficie y charnelable hacia la fascia lata, donde se inserta en buena parte.

*Grupos musculares para la marcha.* — Notemos ante todo el grupo de la *primera fase de la marcha* y, por lo tanto, el que reduce la base de sustentación iniciando la aproximación. Tal es el caso del «fascículo torcido del gran aproximador» (27) (fig. 12), músculo que puede representarse en el mismo plano esquelético de profundidad, junto al fascículo recto del gran aproximador (estudiado a propósito del enderezamiento), del que se separa por el anillo del gran aproximador, que permite el paso de los vasos femorales (29), todo ello representable en el plano del fondo. Igual acontece con el «recto interno» (26), también representable aquí. Ahora notemos músculos que también pueden aproximar, pero que inician claramente la flexión, como es el «obturador externo», representable en profundidad (28) (fig. 12). Tenemos, en fin, el «aproximador menor» (25) y el «mediano» (24), representables ambos en un plano independiente superpuesto al del fondo esquelético y capaz de reclinarse por su inserción femoral. Notemos en seguida músculos que disponen la *segunda fase de la marcha* flexionando simplemente la cadera, como el «pectíneo» (23) y el «psoas-íliaco» (22), músculos que tapados por los vasos femorales (21), así como por el nervio crural (22), pueden ser representados en este plano junto con el pliegue de la ingle y el anillo crural, plano reclinable como se ha indicado últimamente. Notemos, por último, músculos que corresponden a la *tercera fase de la marcha* por extender la rodilla, como el «cuádriceps», del que destacamos el «vasto externo» (18) e «interno» (19), representables en el fondo esquelético, así como el «recto anterior», que forma un plano independiente (17) y que reclinado demostraría el músculo «crural». Músculo de esta misma fase de la marcha es el «sartorio» (20) (fig. 10), representable con su aponeurosis superficial en un nuevo plano.

### Consideraciones

Las reconstrucciones planimétricas que presentamos de retrosoma y extremidad inferior fueron obtenidas en modelo original por el procedimiento indicado en un principio, esto es: de la pieza de disección, primera fuente de adquisición de todos estos conocimientos. Obtenido el primer modelo, fueron desarmados sus distintos planos componentes,

despegándolos de sus zonas de adherencias, y reproducidos en láminas que pudieran recortarse y pegarse fácilmente. De esta suerte, la reconstrucción planimétrica puede reproducirse en todos los ejemplares necesarios. El conjunto obtenido en cualquiera de los ejemplares podrá resultar impresionante, casi tanto como en su tiempo impresionaron las representaciones en celofán de algunas zonas orgánicas críticas que reparten las casas comerciales. Sin embargo, transcurrido el primer efecto se advierte que el problema del conocimiento concreto de la zona de que se trata puede quedar resuelto si estas reconstrucciones evocan la realidad vivida con el proceder de disección. Disección y reconstrucción planimétrica resultan así complemento inseparable. Sin la experiencia de disección, esta reconstrucción no resuelve o fondo problema alguno, y mucho menos puede sustituir al cadáver, cuya escasez en las salas de disección sólo se explica cuando no se pueda dedicar el tiempo suficiente a organizar su adquisición, que justo es reconocer resulta laboriosa.

En cuanto a la capacidad representativa de las reconstrucciones planimétricas hay que considerarlas de grado inferior a las estereométricas, puesto que les falta la tercera dimensión. Sin embargo, la indicación de su empleo se basa en la simplicidad con que pueden expresar la organización sin apartarse de la realidad, al seguir las mismas normas de reclinación de planos y de continuidad de elementos de unos planos a otros, evocando la tercera dimensión indirectamente y el concepto dinámico de la unidad que reconstruyen.

El fundamento de estas representaciones planimétricas se precisa en las zonas de charnelaje, conservando aquí especialmente la misma disposición de continuidad que en el cadáver.

Para una eficaz didáctica anatómica interesa la aplicación de reconstrucciones planimétricas al resto del organismo de un modo parecido a como se realizó en el sustrato organizado para la estática, a base de retrosoma y extremidad inferior. Ello es objeto fundamental de nuestra preocupación desde hace mucho tiempo. ¿Podría ser llevado cualquier problema biológico al campo de la reconstrucción planimétrica? Nosotros creemos que merecería la pena de intentarlo siempre que así se pudiera fácilmente evocar la realidad de la organización en su sentido funcional genético y unitario.

### BIBLIOGRAFÍA

No creemos procedente una lista de citas bibliográficas cuya relación con el tema resulte muy alejada. Preferimos referirnos a aquellas Obras que tienen un entronque lógico con él, pues sugieren sencillamen-

te los procederes aquí expuestos. Sugerencias tienen que inducir los numerosos atlas anatómicos que hoy se manejan, entre los que queremos resaltar el tratado de «Sobotta-Becher». Sugerencias sobre el tema nos despiertan los innumerables modelos de planos de reconstrucción a celofán reclinables «estilo libro» con que las casas comerciales presentan algunas organizaciones. Sugerencias, en fin, nos evoca el plan de disección en cadáver, donde se destacan planos reclinables, como lo demuestran tratados de disección, entre los que deseamos resaltar el de «Latarjet», cuya representación, reglada en planos, encontramos que contrasta a la par que se complementa con el concepto de significado de la Organización de «Braus». Sugerencias, por último, nos tiene que traer el criterio de Reconstrucción Estereométrica que a estilo «Born» haya podido preocupar y su parangón con el criterio de proyección ortogonal de las organizaciones estilo «His». A estos propósitos, nos permitimos señalar las siguientes citas del que suscribe: 1963, «Algunos procederes de enseñanza e investigación empleados actualmente en Anatomía» (Archivos de la Facultad de Medicina de Zaragoza); 1963, «Die Rekonstruktionsverfahren in der Biologie» (Publicaciones del 1.º Congreso de la Sociedad Internacional de Estereología en Viena); 1962-63-64, «Reconstrucciones humanas por planos de disección» (Imprenta «Heraldo de Aragón», Zaragoza).

### Resumen

Se realizan reconstrucciones planimétricas para evocar la organización como demostró la disección por planos en el cadáver.

Lo fundamental en esta reconstrucción es la continuidad de los distintos planos reclinables, en sus zonas de charnelaje, siendo aquí donde más se debe de ajustar al original de disección. Para ello se sigue la técnica que se indica en el texto.

La simplicidad con que las reconstrucciones planimétricas pueden evocar una organización permite unificar fácilmente el sentido funcional y genético de la misma.

### Zusammenfassung

Es werden planimetrische Rekonstruktionen durchgeführt, um die Organisation darzustellen, so wie es die Disektion an der Leiche demonstriert hat.

Die Basis dieser Rekonstruktion besteht in der nach der Reihe folgenden Flächen, die in ihren Scharnierungszonen gebogen werden können, da gerade in diesen Zonen am meisten dem Disektionsoriginal angepasst werden muss. Dazu gebrauchen wir die Technik die im Text angegeben wird.

Mit derselben Einfachheit wie diese planimetrischen Rekonstruktionen eine Organisation darstellen können, kann auch leicht die funktionelle und genetische Bedeutung der Organisation eingefasst werden.

### Summary

Planimetric reconstructions are performed in order to evoke the Organization such as demonstrated the dissection by planes on the cadaver.

In this reconstruction, the anatomical continuity of the several folding planes, on its hinge sites, is the principal objet. Just now, it has to fit to the dissection original. Therefore, the appropriated technique is described in text. The simplicity, so then planimetric reconstructions may evoke an Organization, allows to unify its functional and genetic signification.

### Résumé

On réalise des reconstructions planimétriques pour évoquer l'organisation comme l'a démontré la dissection par plans sur le cadavre.

Le fondamental dans cette reconstruction c'est la continuité des différents plans inclinables, dans leurs zones de charnières, et c'est ici qu'il faut s'ajuster le plus à l'original de dissection. Pour cela on suit la technique qui s'indique dans le texte.

La simplicité avec laquelle les reconstructions planimétriques peuvent évoquer une organisation permet d'unifier aisément le sens fonctionnel et génétique de celle-ci.





## CUADROS LIPOIDEOS Y CRISTALOGRAFICOS DEL RIÑÓN \*

Por

P. AMAT \*\*

### *Introducción y planteamiento*

FORMA y función son inseparables en el actual concepto de Anatomía. Este concepto alcanza su máximo de objetividad en el estudio de las transformaciones morfológicas de las glándulas de secreción interna.

Entre ellas, la corteza suprarrenal es susceptible de variaciones en su cuadro morfológico, que indican su estado funcional, hecho sabido ya desde hace muchos años.

El aumento en longitud de la zona fasciculada, con casi desaparición de la glomerular, es el cuadro morfológico de la glándula suprarrenal cuando el animal está sometido a un stress.

Este cuadro ha sido descrito en pequeños roedores (TONUTTI, 1953) y en el gato (AMAT, 1954).

En la situación de stress, el lóbulo anterior de la hipófisis elabora ACTH, la cual origina hiperplasia e hipertrofia de la corteza suprarrenal a expensas de la zona fasciculada. Este cuadro morfológico coincide con la producción de hormonas glucocorticoides por la glándula.

Hay procedimientos histoquímicos muy sencillos que denotan la presencia, no de los glucocorticoides, sino de las sustancias que pueden engendrarlos. Todos los productos cristalizados que se han aislado de la corteza suprarrenal pertenecen al grupo de los esteroides, es decir, son lipoides.

TONUTTI (1953) ha sido uno de los primeros en aplicar métodos de

\* Trabajo realizado con una Beca de Estudios (año 1962), concedida por la Fundación Juan March.

\*\* Cátedra de Anatomía de la Facultad de Medicina de Salamanca.

tinción de lipoides en la investigación funcional de la corteza suprarrenal. Este autor ha sistematizado para dicha investigación el empleo de la tinción del rojo escarlata y la observación de los cristales birrefringentes. De este modo ha llegado a definir las transformaciones morfológicas de la corteza suprarrenal en sus dos fases extremas, la progresiva y la regresiva. Entre ambas pueden definirse otras muchas fases intermedias (ESCOLAR y col., 1957).

Por otra parte, es indudable la relación existente entre las glándulas de secreción interna e incluso entre todos los órganos, ya que el individuo forma una unidad indivisible.

Entre la corteza suprarrenal y el riñón las relaciones son muy estrechas, no solamente desde el punto de vista ontogénico (HEWER y KEENE, 1927), sino también desde el funcional. Sabido es que las hormonas corticales influyen en las distintas partes de la nefrona, sobre todo en los tubos contorneados proximal y distal, para determinar la reabsorción selectiva de ciertos electrolitos.

Estas consideraciones nos indujeron a intentar averiguar si existía un depósito lipoideo en el riñón de animales normales (AMAT, 1959), y llegamos a la conclusión de que, al menos en el gato, tal depósito era abundante en el laberinto cortical del riñón.

Posteriormente, HERRERO (1960) observó que el contenido lipoideo del riñón era susceptible de variaciones tras ablaciones uni y bilaterales de la corteza cerebral.

SELYE (1961) ha estudiado el efecto del stress sobre la función y estructura renales y llega a la conclusión de que un exceso de mineralocorticoides puede incluso originar una nefrosclerosis maligna hialinizante.

Dada la estrecha relación entre la corteza suprarrenal y el riñón, dado, además, que el estado funcional de aquella glándula puede llegar a definirse morfológicamente al objetivizar el contenido lipoideo y el de cristales birrefringentes, surgió en nosotros ensayar la aplicación sobre la estructura renal de los métodos histoquímicos, ya clásicos en la investigación de la corteza suprarrenal.

Nosotros hemos estudiado la modificación de la corteza suprarrenal tras la administración de diversas hormonas y tras la inyección de toxina diftérica (AMAT, 1955 y 1956); en el embarazo (AMAT, 1960); tras lesiones en el tallo hipofisario y en el hipotálamo (AMAT, 1962), centrandó nuestro estudio en las transformaciones que con respecto al caso normal sufren los depósitos de lipoides y de cristales birrefringentes.

Ahora pretendemos observar si también el contenido lipoideo del riñón es susceptible de experimentar modificaciones que sean lo sufi-

cientemente patentes como para poder relacionarlas con determinado estado funcional.

Esta pretensión nuestra es la que, en su día, expusimos a la Fundación Juan March para solicitar una beca con el fin de realizar el presente trabajo.

### *Material acumulado y estudiado*

*Grupo de animales normales control.* — Está constituido por varios gatos y cobayas.

*Grupo de animales con sección de la médula espinal.* — Integrado por dos gatos designados como GM1 y GM2.

*Grupo de animales con lesiones electrocoagulativas en hipotálamo-hipófisis.* — Constituido por tres gatos designados como GB1, GB2 y GB5.

*Grupo de animales con estados genitales no normales más lesiones electrocoagulativas en hipotálamo-hipófisis.* — Constituido también por gatos, cuyas signas son GB15, GB13, GA16 y GA6.

*Grupo de animales sometidos a diversos agentes «stressantes».* — Este grupo está constituido por cobayas, de los cuales unos fueron sometidos a hambre y sed (CHS3, CHS4, CHS5 y CHS6); otro murió de peritonitis intensa (CP24).

Además hemos conseguido un riñón completo humano procedente de una autopsia, y el polo inferior de otro riñón humano procedente de una intervención quirúrgica.

### *Protocolos*

#### *Gatos*

GATO NORMAL: Macho. Peso, 4.250 g.

GATO GM1: Hembra.

Intervención: Sección de la médula espinal a nivel de la D4.

GATO GM2: Hembra.

Intervención: Sección de la médula espinal.

GATO GB1: Macho. 1.750 g.

Intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario.

Sacrificio: A los 36 días de la intervención estereotáxica.

Peso en el momento del sacrificio: 1.250 g.

En el estudio postmortem se observa lesión macroscópica en la hipófisis.

GATO GB2: Hembra. 1.250 g.

Intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario.

Sacrificio: Al mes de la intervención estereotáxica.

Peso en el momento del sacrificio: 750 g.

El período postoperatorio es bueno. El animal tiene apetito y come, pero no engorda.

En el estudio postmortem se observa que la lesión es correcta.

GATO GB5: Hembra. 2.500 g.

Intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario.

Sacrificio: A los 38 días de la intervención.

Peso en el momento del sacrificio: 1.800 g.

Período postoperatorio: Bueno; anisocoria con midriasis del ojo derecho.

Estudio postmortem: Gran atrofia muscular y abundante grasa en los mesos.

GATO GB15: Macho. 2.250 g.

Intervenciones: Castración bilateral. A los 8 días de la castración, intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario.

Durante el período postoperatorio no presenta trastornos en el aparato de la visión.

Sacrificio: Al mes y medio de la intervención estereotáxica.

Peso en el momento del sacrificio: 2.000 g.

GATO GB9: Macho. 2.500 g.

Intervenciones: Castración bilateral. A los 15 días de la castración, intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario. Inyección de 30 mg de estrógeno (Estilben 15), repartido en dos dosis espaciadas entre sí cuatro días. La primera inyección se le administra al día siguiente de la intervención estereotáxica.

El período postoperatorio es malo. Está ciego a consecuencia de la lesión coagulativa. Come lo que se le pone en la boca, al principio con buen apetito. Inapetencia tras la primera administración de estrógeno. La inapetencia coincide con temblor, sudoración y erizamiento del pelo.

El animal muere a los 8 días de la intervención estereotáxica.

GATO GB13: Macho. 2.000 g.

Intervenciones: Castración bilateral. A los 9 días de la castración, intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario.

Durante el período postoperatorio se le administran 10 mg de progesterona (de la casa Alter) cada 3 días, comenzando al día siguiente de la intervención estereotáxica. Buen estado, pero anisocoria.

Sacrificio: A los 45 días de la intervención estereotáxica.

Peso en el momento del sacrificio: 2.100 g.

En el estudio postmortem parece que la lesión es correcta.

GATO GA16: Hembra. Preñada.

Intervenciones: Estereotaxis con intención de coagular el tallo hipofisario, y en la misma sesión se le hace laparotomía exploradora, comprobándose el estado grávido. A los 9 días de la intervención muere el animal.

En el estudio postmortem se observa que hay muy poca grasa y presencia de sangre en vulva y vagina.

Macroscópicamente la lesión parece que se encuentra en la región hipotalámica anterior.

Se extraen cinco fetos de 4'5 cm.

GATO GA6: Hembra. Preñada.

Intervención estereotáxica con intención de coagular el bloque hipotálamo-hipofisario. A los 6 días de la intervención el animal tiene un parto de fetos a término.

Durante el período postoperatorio el animal no se recupera y muere a los 9 días del parto y a los 15 de la intervención.

En el estudio postmortem, al cortar el cerebro en bloques para su inclusión en parafina se observa que existe un coágulo en el tercer ventrículo.

### Cobayas

COBAYAS NORMALES: Todos ellos fueron sacrificados sin ser sometidos a intervenciones experimentales. El lote de cobayas normales comprende los siguientes:

CN1. Macho. 875 g.

CN2. Macho. 675 g.

CN3. Macho. 670 g.

CN4. Macho. 650 g.

CN5. Hembra. 460 g.

CN6. Macho. Impúber. 199 g.

CN7. Macho. 225 g.

CN11. Hembra. 520 g.

COBAYA CHS3: Macho.

Seis días sin comer ni beber.

Peso del día del sacrificio: 480 g.

No fue pesado antes de ser sometido a dieta.

COBAYA CHS4: Macho.

Seis días sin comer ni beber.

Peso del día del sacrificio: 570 g.

COBAYA CHS5: Macho. 720 g.

Seis días sin comer ni beber.

Peso del día del sacrificio: 510 g.

Pérdida de peso: 210 g.

COBAYA CHS6: Macho. 670 g.

Siete días sin comer ni beber.

Peso del día del sacrificio: 455 g.

Pérdida de peso: 215 g.

COBAYA CP24: Hembra. 707 g.

Intervención: Castración bilateral. El animal muere a los cuatro días de la intervención.



En el estudio postmortem se observa peritonitis generalizada. Las glándulas suprarrenales están extraordinariamente grandes.

### Material humano

Se ha conseguido un riñón completo de un varón, de 30 años de edad, muerto en accidente (caída). Falleció a los 20 minutos. Se le inyectó largactil y glucocorticoides y adrenalina intracardíaca. En la necropsia se observa lesiones tuberculosas antiguas y psoriasis.

También se ha obtenido el polo inferior de un riñón derecho de un varón adulto. Este polo fue resecado porque hubo necesidad de ligar dos arterias polares que comprimían el uréter derecho de dicho individuo, y, por lo tanto, la parte inferior del riñón hubiera quedado isquémica.

### Técnicas

Las técnicas de intervención estereotáxica que hemos utilizado en gatos han sido descritas en un trabajo nuestro (AMAT, 1962) y se basan en las técnicas de fijación de la cabeza y en las de localización de centros nerviosos de ESCOLAR (1954).

Los gatos fueron sacrificados por inyección intraperitoneal de hidrato de cloral; los cobayas por inhalación etérea.

Inmediatamente después de la muerte del animal se abre la cavidad abdominal y se extraen ambos riñones.

Como fijador hemos utilizado el formol al 20 %, en donde las piezas han permanecido de dos a cuatro días, para pasar después a formol al 10 %.

Con el microtomo de congelación se han obtenido cortes de 15 a 20 micras.

Parte de estos cortes han sido teñidos con el rojo escarlata según Herxheimer. Otra parte de los cortes, destinados a ser observados con luz polarizada, se han montado —sin ser sometidos a ninguna tinción— en glicerina.

Hemos de advertir que los aumentos que se indican en las leyendas de las figuras se refieren al negativo fotográfico de formato 24 x 35 mm.

### Resultados obtenidos

#### I. ANIMALES NORMALES CONTROL

##### A) Gatos

En un trabajo nuestro anterior (AMAT, 1959) hemos descrito la disposición topográfica de los lipoides, objetivizados por la tinción del rojo escarlata, y la no existencia de cristales birrefringentes en el riñón de gatos normales. Por ello, en el presente trabajo hemos utilizado como control un solo caso.

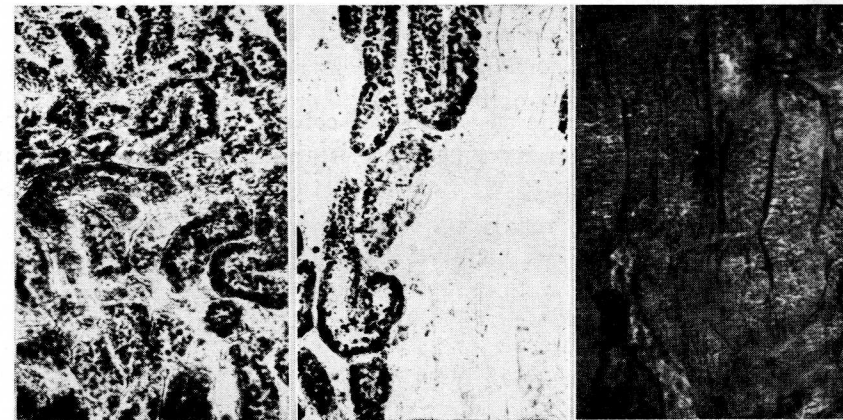
Se trata de un gato macho, cuyo peso es de 4.250 g, que ha sido

sacrificado sin haber sido sometido a ninguna intervención experimental.

El riñón de gato normal tiene muy abundantes lipoides, posibles de ser objetivizados por la tinción del rojo escarlata.

En la figura 16 de la citada publicación nuestra (AMAT, 1959), figura que corresponde a una panorámica de un corte de riñón de gato, se observa que el laberinto de la zona cortical, con excepción de los glomerulos, está intensamente teñido por el rojo escarlata. Así pues, son los lobulillos renales los que toman el color del rojo escarlata. Alternando con los lobulillos renales hay zonas incoloras que corresponden a los rayos medulares.

A mayores aumentos (figs. 1 y 2), se observa que el contenido lipideo del riñón está constituido por acúmulos de granos redondos.



Cortes de riñón de un gato normal.

FIGS. 1 y 2. — Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 125 x.

FIG. 3. — Observación con luz polarizada. Aumentos: 125 x.

La zona medular (fig. 2) se caracteriza por la ausencia absoluta de lipoides en los tubos colectores, mientras que, por el contrario, existe gran cantidad de ellos en las partes constituyentes de las nefronas.

\* \* \*

La observación a la luz polarizada de cortes de riñón detecta la ausencia absoluta de cristales birrefringentes. En algunas zonas existen unas tenues birrefringentes (fig. 3), aunque no pueden ser consideradas como propios cristales birrefringentes.

B) *Cobayas*

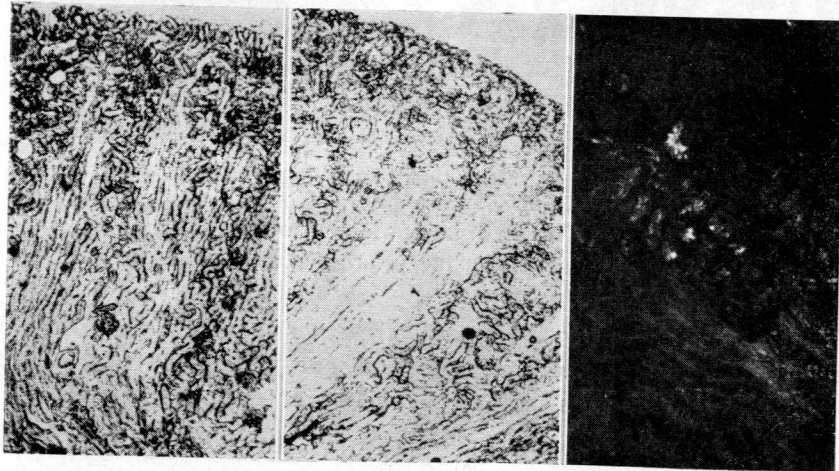
El lote de cobayas normales control está constituido por varios animales de distintas edades y de ambos sexos.

En todos ellos, el empleo de las mismas técnicas utilizadas para el caso del gato han dado resultados negativos. En los cortes de riñón de cobayas no existen lipoides ni cristales birrefringentes.

La ausencia absoluta de lipoides es una constante en todos los cobayas cuyos riñones han sido estudiados. Así, por ejemplo, la figura 4 es la panorámica de un corte de riñón de un cobaya macho adulto, teñido con el rojo escarlata; la figura 5 es un corte de riñón de un cobaya también macho, pero impúber, teñido con la misma técnica. En ambos casos pueden observarse campos limpios, sin lipoides, tanto en la zona cortical como en la medular. No existen ni en las nefronas ni en los tubos colectores.

\* \* \*

En los cortes de riñón de casi todos los cobayas normales, la observación a la luz polarizada no muestra cristales birrefringentes. Tan sólo en algunos casos (cobayas CN3 y CN11) existe muy escasa birrefringencia en el laberinto renal (fig. 6).



Cortes de riñón de cobayas normales.

FIG. 4. — Cobaya CN2. Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 30 ×.

FIG. 5. — Cobaya CN11. Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 30 ×.

FIG. 6. — Cobaya CN3. Observación con luz polarizada. Aumentos: 125 ×.

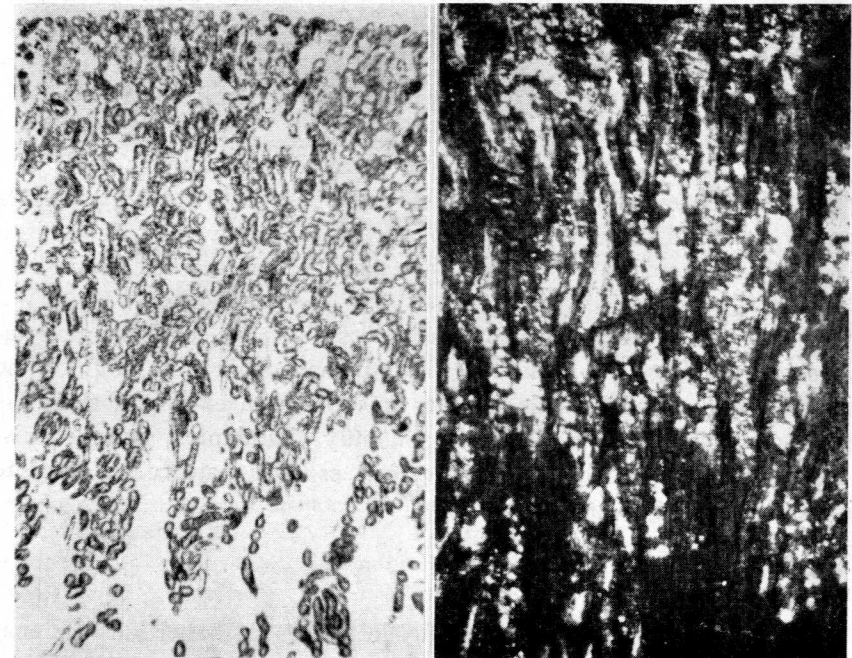
## II. SECCIONES DE LA MÉDULA ESPINAL

La sección de la médula espinal se ha realizado en dos gatos.

Los riñones presentan una distribución topográfica de los lipoides parecida a la del caso normal. Las zonas teñidas con el rojo escarlata corresponden al laberinto renal. Los lipoides son muy abundantes en la cortical del riñón, en donde se localizan en los tubos contorneados, pero no en los glomérulos. Tampoco existen en los tubos colectores, tanto de la cortical como de la medular del riñón. Ello da el característico aspecto arracimado de las zonas teñidas de la cortical, como puede observarse en la panorámica de cortes de riñón de estos dos animales (fig. 7).

\* \* \*

En uno de estos gatos (GM1), la observación a la luz polarizada del corte de riñón pone de manifiesto la existencia de un punteado birrefringente fino y muy abundante, extendido por toda la cortical. Estos



Cortes de riñón de gatos con sección de la médula espinal.

FIG. 7. — Gato GM2. Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 30 ×.

FIG. 8. — Gato GM1. Observación con luz polarizada. Aumentos: 125 ×.



cristales birrefringentes no se limitan a la cortical, pues existen también en zonas profundas del riñón, que propiamente son zonas de la medular. La microfotografía de la figura 8 pertenece a la zona medular. En ella puede apreciarse la gran cantidad de cristales birrefringentes. En esta misma figura se observan varios glomérulos en los que no hay cristales birrefringentes.

En el otro gato (GM2) el riñón posee muy escasos cristales birrefringentes, aunque en algunas zonas renales existen birrefringencias más abundantes que en el caso normal.

### III. LESIONES ELECTROCOAGULANTES EN HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS

Se ha intentado hacer la misma lesión electrocoagulativa (destruir el tallo hipofisario) en tres gatos (un macho y dos hembras).

\* \* \*

El gato GB1, macho, fue sacrificado a los 36 días de la lesión electrocoagulativa, que afectó a la hipófisis, cuya lesión pudo observarse en el estudio post-mortem. Además, la cápsula suprarrenal está atrofica y presenta la característica fase regresiva, típica del animal hipofisectomizado.

El riñón de este animal tiene lipoides en la zona cortical. Sin embargo, éstos no están uniformemente repartidos, pues hay áreas de la zona cortical en las que no hay lipoides. En la panorámica de la figura 9 se observa una zona que no ha tomado el rojo escarlata, intercalada entre dos que están teñidas.

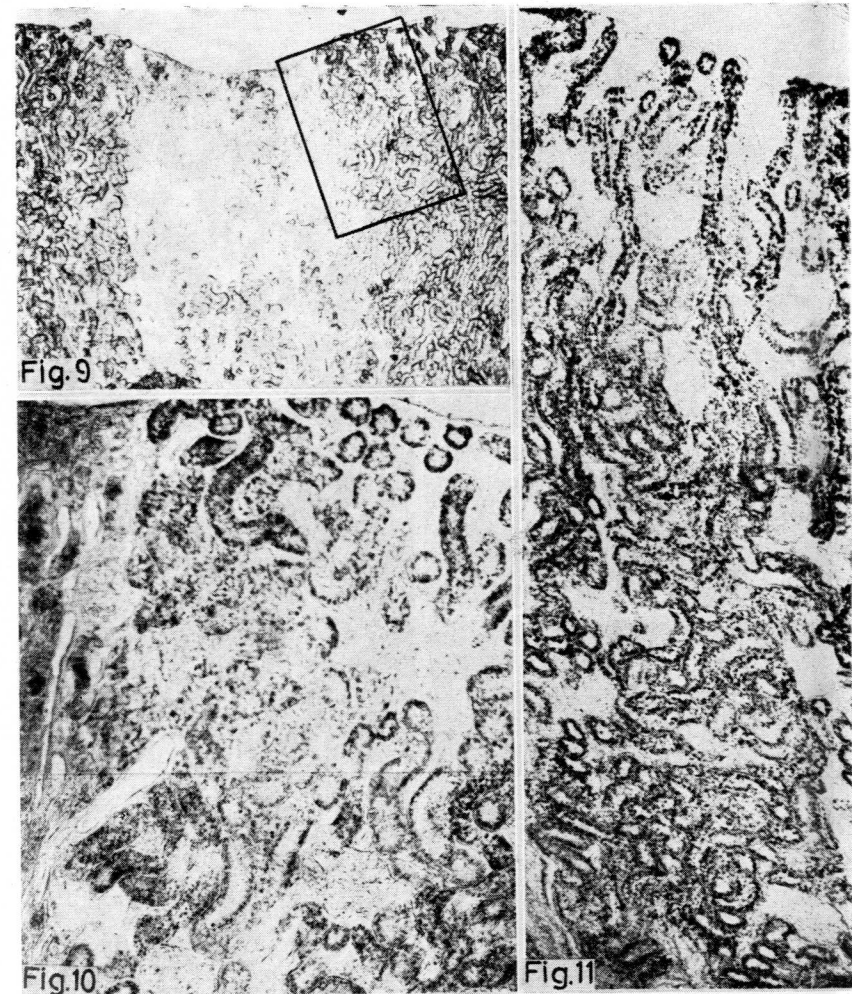
Los lipoides presentan las características normales, es decir, acúmulos de granos redondos, aunque en la misma zona teñida (fig. 10) no existe la gran abundancia de lipoides que presenta el caso normal.

Los cristales birrefringentes no son muy abundantes, aunque existe un ligero punteado birrefringente, que es muy patente en la parte más superficial de la zona cortical.

\* \* \*

El gato GB2, hembra, fue sacrificado al mes de haber sido lesionada su hipófisis.

La tinción del rojo escarlata pone de manifiesto gran cantidad de lipoides en la zona cortical del riñón, de aspecto como en el caso normal, aunque no tan densos (fig. 11).



Cortes de riñón de gatos con lesiones electrocoagulativas en hipotálamo-hipófisis. Tinción rojo-escarlata.

FIG. 9. — Gato GB1. Aumentos: 30 ×.

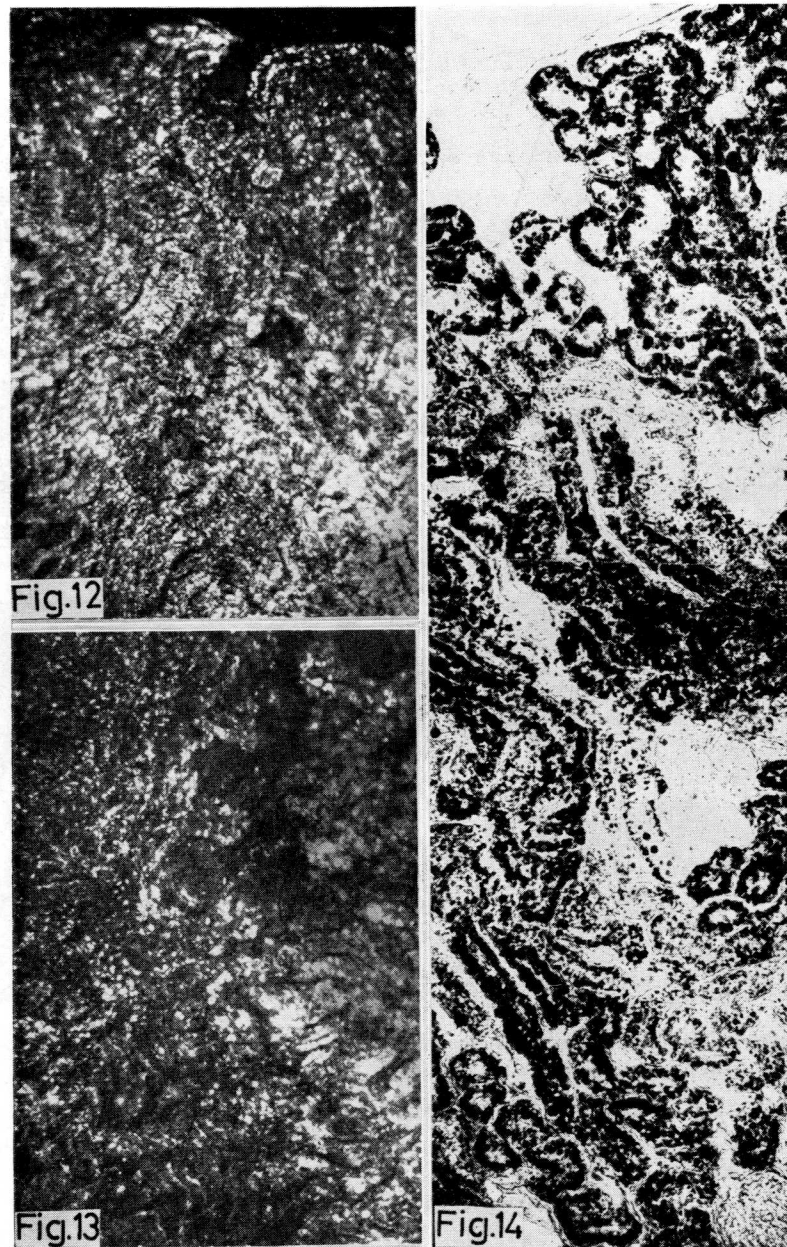
FIG. 10. — Visión a mayores aumentos de la zona recuadrada en la fig. 9. Aumentos: 125 ×.

FIG. 11. — Gato GB2. Aumentos: 125 ×.

En este animal hay lipoides incluso en la zona medular.

Junto a este dato de observación, sorprende también la existencia de gran cantidad de cristales birrefringentes en la zona cortical del riñón, tanto en su parte superficial (fig. 12) como en su parte profunda (fig. 13). En la parte superficial de la zona cortical (fig. 12) son muy densos.





Cortes de riñón de gatos con lesiones electrocoagulativas en hipotálamo-hipófisis. Aumentos: 125x.

FIGS. 12 y 13. — Gato GB2. Zona cortical superficial (fig. 12) y profunda (fig. 13). Observación con luz polarizada.

FIG. 14. — Gato GB5. Tinción rojo-escarlata.

Las birrefringencias que se observan en el riñón de este gato presentan las características de los cristales birrefringentes de la corteza suprarrenal. No ocurre, como en otros casos, en que las birrefringencias parecen ser debidas a zonas de ordenación estructural.

Los cristales birrefringentes del riñón del gato GB2 se localizan en la nefrona, pero no existen en el glomérulo. Tanto la figura 12 como la figura 13 muestran la gran cantidad de cristales que se observan a la luz polarizada, y muchos glomérulos en los que no hay birrefringencia.

\* \* \*

La gata GB5 fue sacrificada a los 38 días de haber hecho la electrocoagulación con intención de destruir el tallo hipofisario.

El cuadro lipideo del riñón presenta las características normales de distribución topográfica. Los lipoides se sitúan en los lobulillos renales.

Aparentemente, la densidad de lipoides es más densa que en otros casos (fig. 14). Por otra parte, el aspecto arracimado de las zonas teñidas es más acentuado. Las zonas no teñidas llegan hasta la periferia del riñón. La zona medular del riñón no ha tomado el rojo escarlata. Los glomérulos están libres de lipoides, mientras que en las partes de los túbulos vecinas a aquéllos se observa una gran densidad de lipoides teñidos por el rojo escarlata.

A la luz polarizada no se observan cristales birrefringentes, aunque en la zona medular del riñón existen birrefringencias difusas que corresponden probablemente a la luz de los tubos colectores o a las paredes de los vasos.

#### IV. ANIMALES CON ESTADOS GENITALES NO NORMALES MÁS LESIONES ELECTROCOAGULATIVAS EN HIPOTÁLAMO-HIPÓFISIS

Este grupo está constituido por los gatos GB15, GB9, GB13, GA16 y GA6.

\* \* \*

El gato GB15, macho, fue previamente castrado y a los ocho días se le sometió a una intervención estereotáxica con el fin de coagular el tallo hipofisario. Fue sacrificado al mes y medio de esta última intervención.

El cuadro lipideo del riñón de este gato es muy semejante al del animal normal, con zonas teñidas por el rojo escarlata, que se localizan en la zona cortical. Los lipoides son abundantes en las distintas

partes integrantes de las nefronas, pero no existen en los glomérulos. Los tubos colectores y la zona medular no se han teñido por el rojo escarlata.

La imagen cristalográfica de los cortes de riñón de este animal es muy curiosa. Los cristales birrefringentes no son muy abundantes, pero existen en forma de islotes que se localizan en la parte profunda de

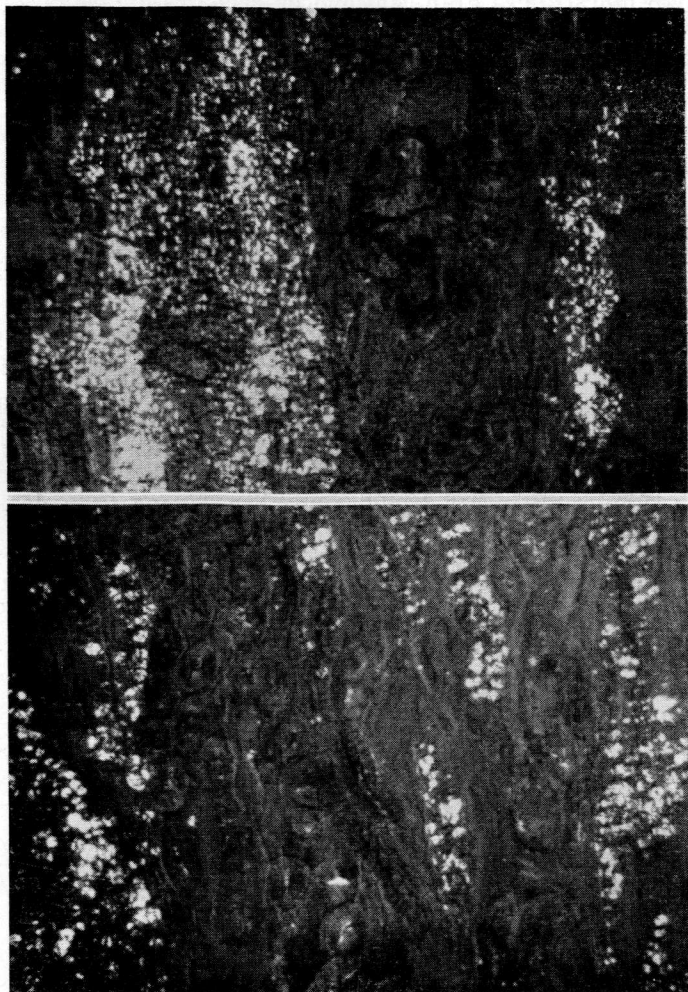


FIG. 15. — Corte de riñón del gato GB15. Luz polarizada. Aumentos: 125 ×.  
FIG. 16. — Corte de riñón del gato GB9. Luz polarizada. Aumentos: 125 ×.

la zona cortical (fig. 15). Por el contrario, el resto de la cortical y toda la zona medular dan campos oscuros al ser observados a la luz polarizada.

\* \* \*

El gato GB9, macho, fue castrado y a los 15 días sometido a una intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario. Durante el período postoperatorio se le administró estrógeno. El animal murió a los ocho días de la intervención estereotáxica y al día siguiente de la última inyección de estrógeno.

El riñón de este animal, al ser teñido por el rojo escarlata (fig. 17), presenta un cuadro lipóideo bastante parecido al de los casos anteriores, aunque no tan arracimado. Los lipóides se concentran en la zona

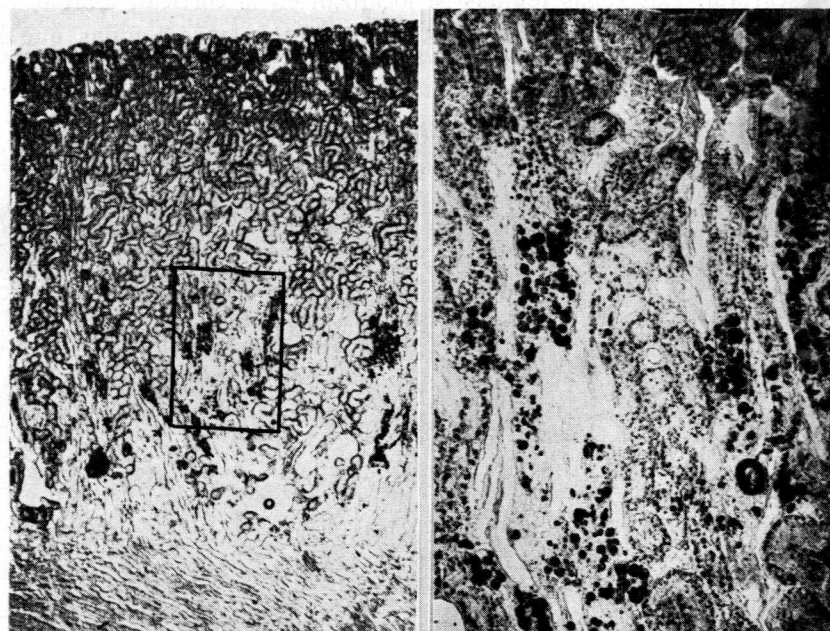


FIG. 17. — Corte del riñón del gato GB9. Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 30 ×.

FIG. 18. — Visión a mayores aumentos de la zona recuadrada en la figura anterior. Aumentos: 125 ×.

cortical del riñón, mientras que en la zona medular no existen. En la mitad profunda de la zona cortical se observan unos acúmulos lipóideos que destacan del resto. A mayores aumentos (fig. 18), se aprecia que estos acúmulos están constituidos por granos esféricos mucho mayores que los granos lipóideos del resto de la cortical del riñón.

La imagen cristalográfica del riñón de este gato (fig. 16) es muy semejante a la del caso anterior. Prácticamente, no existen cristales birrefringentes, salvo unos acúmulos que están situados en la mitad profunda de la zona cortical del riñón. Estos acúmulos están separados

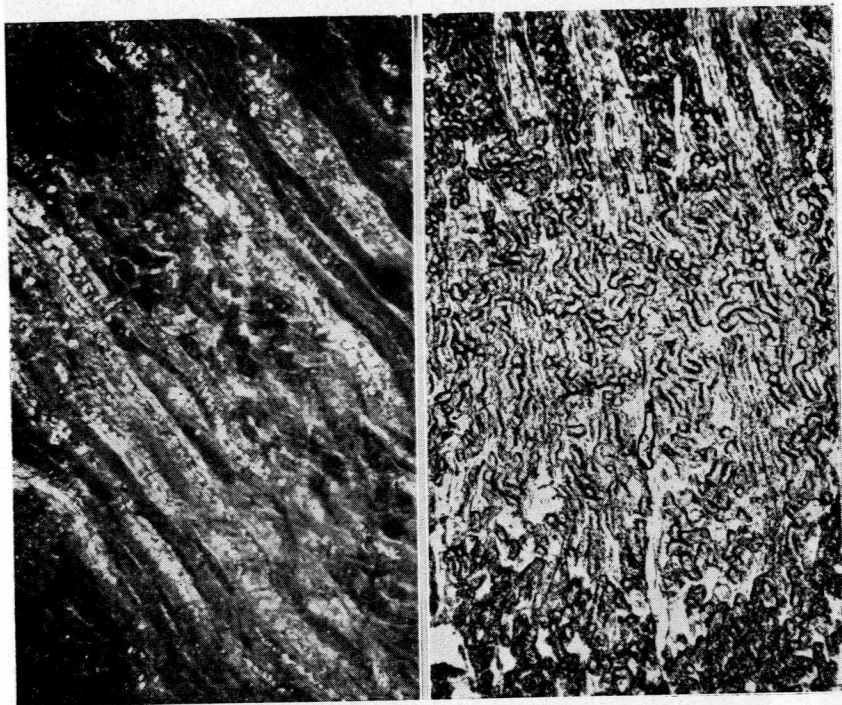


entre sí y parecen coincidir con los acúmulos lipóideos de grandes granos.

\* \* \*

El gato GB13, macho, fue castrado y a los nueve días sufrió una intervención estereotáxica con intención de coagular el tallo hipofisario. Durante el período postoperatorio fue inyectado con progesterona. El animal fue sacrificado a los 15 días de la intervención estereotáxica.

La figura 19 es una panorámica de un corte de riñón teñido con el rojo escarlata. Las zonas teñidas se localizan en la cortical, aunque las partes superficial y profunda de la cortical están más teñidas que la zona intermedia.



Cortes de riñón del gato GB13.

FIG. 19. — Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 30x.

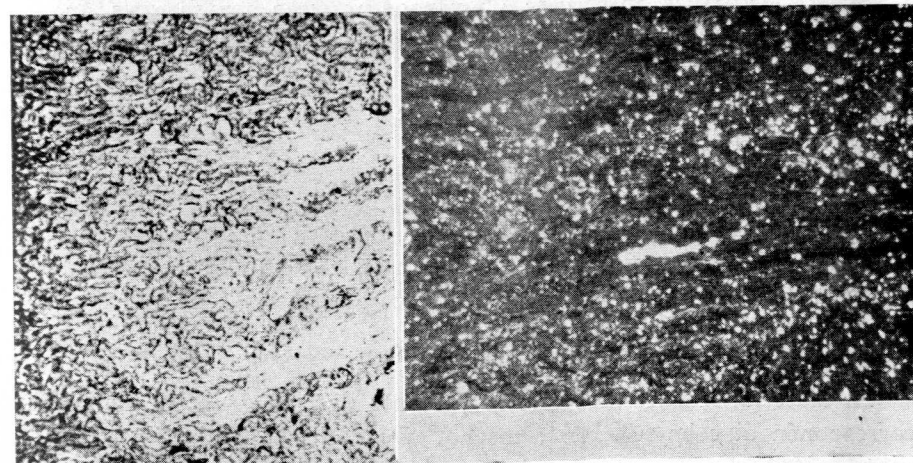
FIG. 20. — Observación con luz polarizada. Aumentos: 125x.

Los cristales birrefringentes del riñón de este animal (fig. 20) se encuentran en la parte profunda de la cortical del riñón y no existen en la parte superficial. La imagen cristalográfica está constituida por birrefringencias de tipo difuso y continuo, que hacen sospechar que

sean debidas a ordenaciones estructurales, pero existen también verdaderos cristales birrefringentes, muchos de los cuales se sitúan entre las zonas de birrefringencia difusa.

\* \* \*

La gata GA16, preñada, fue intervenida con intención de electrocoagular el tallo hipofisario; en la misma sesión se le hizo una laparotomía exploradora y se comprobó el estado grávido. A los nueve días de las intervenciones el animal muere. Se le extraen cinco fetos de 4'5 cm. La lesión provocada por la electrocoagulación es enorme. Se extiende en sentido sagital desde el quiasma hasta los cuerpos mamilares, a los cuales respeta; en sentido transverso no es muy extensa; por abajo destruye la parte dorsal de la hipófisis proximal y llega hasta el receso infundibular.



Cortes de riñón de la gata GA16.

FIG. 21. — Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 30x.

FIG. 22. — Observación con luz polarizada. Aumentos: 125x.

Los lipóides renales (fig. 21) abundan en el laberinto; no existen en los rayos medulares. La imagen aparenta ser mucho más pobre en lipóides que la del caso normal.

La imagen cristalográfica del riñón se caracteriza por la escasez de cristales birrefringentes en la zona cortical, y la gran abundancia en la zona medular. A esta última zona corresponde la microfotografía de la figura 22. Se ha de hacer constar que la preparación de la que se ha obtenido dicha microfotografía es ya antigua.

\* \* \*



La gata GA6, preñada, fue intervenida con intención de electrocoagular el bloque hipotálamo-hipofisario. A los seis días el animal tiene un parto de fetos a término y a los nueve días del parto (y a los quince de la intervención) el animal muere. La lesión originada es grande, está situada en pleno tercer ventrículo. La lesión destruye las zonas hipotálamicas vecinas al ventrículo y hacia abajo alcanza también el tallo hipofisario.

En el riñón, los lipoides, demostrables por la tinción del rojo escarlata, son escasos. La imagen lipoidea se parece mucho al caso anterior.

Los cortes de riñón, observados a la luz polarizada, presentan una gran riqueza de cristales birrefringentes, aunque se ha de hacer constar, al igual que en el caso anterior, que se trata de cortes antiguos.

#### V. ANIMALES SOMETIDOS A DIVERSOS AGENTES STRESSANTES

Los agentes «stressantes» a que han sido sometidos los animales, todos ellos cobayas, han sido el hambre y la sed. Hay un caso que murió de peritonitis generalizada.

##### *Hambre y sed*

El riñón de la mayor parte de los animales sometidos a hambre y sed contiene lipoides en forma de pequeños granos rojos. Por el contrario, salvo en un caso, la imagen cristalográfica de los riñones de estos animales es muy pobre.

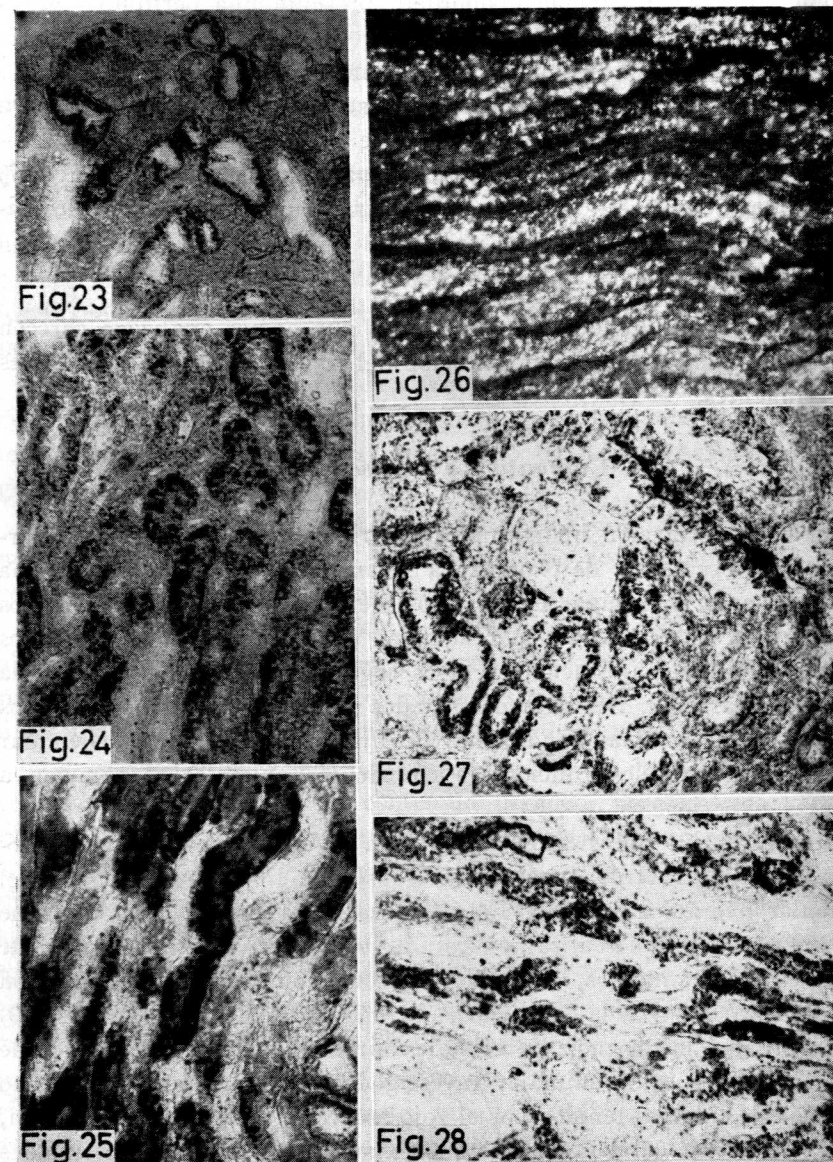
El material iconográfico que se presenta en este grupo de animales corresponde al cobaya CHS4, macho, que padeció hambre y sed durante seis días consecutivos, al cabo de los cuales fue sacrificado por inhalación de éter.

Las figuras 23, 24 y 25 son imágenes lipoideas del riñón de este animal, con presencia de gránulos teñidos por el rojo escarlata, tanto en la parte superficial (fig. 23) como en la profunda (fig. 24) de la zona cortical. Estos granos existen también abundantemente en la zona medular (fig. 25).

En este caso (cobaya CHS4), los cristales birrefringentes (fig. 26) son muy abundantes.

##### *Peritonitis*

El cobaya CP24 fue castrado. La intervención no fue aséptica, pues el animal muere a los cuatro días de la operación y en el estudio post-



Cortes de riñón de cobayas sometidos a stress.

Figs. 23, 24 y 25. — Cobaya CHS4. Zona cortical superficial (fig. 23) y profunda (fig. 24); zona medular (fig. 25). Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 125 ×.

Fig. 26. — Cobaya CHS4. Luz polarizada. Aumentos: 125 ×.

Figs. 27 y 28. — Cobaya CP24. Zona cortical (fig. 27) y medular (fig. 28). Tinción rojo-escarlata. Aumentos: 125 ×.

mortem, al abrir la cavidad abdominal, presenta una peritonitis generalizada. La glándula suprarrenal es muy grande, lo que demuestra el stress a que ha estado sometido este animal.

La imagen lipoidea del riñón es muy semejante a la que se observa en los animales que han padecido hambre y sed. Existen granos teñidos por el rojo escarlata, tanto en la zona cortical del riñón (fig. 27) como en la medular (fig. 28). Por el contrario, no existen cristales birrefringentes.

\* \* \*

Los riñones de los dos casos humanos que hemos analizado carecen de lipoides (demostrables por la tinción del rojo escarlata) y de cristales birrefringentes.

### *Comentarios y discusión*

En la investigación histoquímica del riñón, que en nuestro Departamento de Anatomía de Salamanca se inicia con este trabajo, se ha intentado en primer lugar ensayar los métodos de demostración de los lipoides y se ha comenzado por aquellas técnicas de las que teníamos experiencia por su aplicación en otros órganos, concretamente sobre la corteza suprarrenal. Se trata de métodos sencillos, pero que aplicados siempre en las mismas condiciones de fijación del órgano pueden dar luz sobre los cambios funcionales cuando los animales se someten a distintas experiencias.

Otro incentivo que hemos tenido para la aplicación de estos métodos sobre la estructura renal es la escasez de literatura que sobre el particular hemos encontrado. Esta circunstancia fue ya el motivo que en 1959 nos animó a realizar un estudio comparativo sobre el riñón de varias especies animales, los cuales fueron examinados tras la tinción del rojo escarlata y a la luz polarizada. En aquel trabajo (AMAT, 1959) nos sorprendió la ausencia de cristales birrefringentes en los cortes de riñón de las especies animales investigadas, así como también la no presencia de lipoides teñidos por el rojo escarlata. Había una excepción, que era el riñón del gato, en el que existía gran cantidad de lipoides teñidos por el rojo escarlata, que se localizaban en el laberinto renal. Sin embargo, no aparecían cristales birrefringentes.

Un año después, HERRERO (1960) llama la atención sobre las modificaciones que experimenta el riñón de gato tras las ablaciones unilaterales de la corteza cerebral. Llega a la conclusión de que en el riñón heterolateral a la ablación hay un mayor depósito de lipoides teñidos y de cristales birrefringentes.

Es cierto que la morfología y fisiología del riñón ha preocupado a muchos autores (léanse, si no, los extensos trabajos de JABONERO, 1944, y toda su extensa bibliografía) y continúan preocupando en la actualidad.

La existencia de lipoides teñidos por el rojo escarlata en los cortes de riñón de gato es un hecho constante. No se trata de productos de degeneración, puesto que se encuentra en todos los casos normales examinados. Su distribución es siempre la misma. Se depositan en la zona cortical del riñón y, dentro de ella, en los lobulillos renales. Es decir, los lipoides están incluidos en las partes integrantes de la nefrona, con la excepción del glomérulo, que no se tiñe con el rojo escarlata.

Por el contrario, el corte de riñón de gato examinado a la luz polarizada presenta siempre campos oscuros, o sea, que no existen cristales birrefringentes. En alguna que otra ocasión, se observan birrefringencias difusas.

Este hecho era sabido ya por nosotros (AMAT, 1959) y fue el que nos indujo a averiguar si el depósito lipoideo podría ser modificado al colocar al animal en situaciones anormales.

Puesto que HERRERO (1960) había observado modificaciones tras las ablaciones de la corteza cerebral, nosotros quisimos determinar si otras partes del sistema nervioso central ejercían influencias sobre el contenido lipoideo y el cristalográfico del riñón de gato.

Las secciones de la médula, realizadas a nivel de la vértebra dorsal cuarta, apenas modifican el contenido lipoideo, pero nuestra sorpresa fue el encontrar una gran cantidad de cristales birrefringentes.

Otra parte del sistema nervioso central que hemos atacado, con el fin de ver las influencias que ejerce sobre el riñón, ha sido el bloque hipotálamo-hipofisario. Las lesiones que afectan fundamentalmente a la hipófisis, a la larga, además de provocar una fase regresiva de la corteza suprarrenal, afectan también al contenido de lipoides y de cristales en la estructura renal. Los lipoides de los riñones de gatos con lesiones en la hipófisis están disminuidos, y sobre todo llama la atención que ciertas zonas de los cortes renales, teñidos por el rojo escarlata, están completamente pálidas. Asimismo, aparecen cristales birrefringentes; en uno de los casos son muy abundantes. Hay una excepción, pero en honor a la verdad hay que decir que es el único caso en que no se ha precisado la localización de la lesión.

Además de las experiencias mencionadas, se han realizado electrocoagulaciones del bloque hipotálamo-hipofisario en animales previamente castrados, a algunos de los cuales se les ha inyectado hormonas sexuales con posterioridad a la electrocoagulación. En estos casos el resultado



más constante ha sido la imagen cristalográfica del riñón, en la que destacan unos acúmulos aislados entre sí y esparcidos en la parte profunda de la zona cortical. El gato inyectado con estrógeno presenta en el corte de riñón grandes gránulos lipóideos, reunidos en acúmulos, que parecen coincidir topográficamente con los acúmulos de cristales birrefringentes.

\* \* \*

Nuestra intención hubiera sido realizar nuevas experiencias en el gato. Ya iniciado nuestro trabajo, tuve que trasladarme desde Zaragoza a Salamanca, en donde es muy difícil la adquisición de gatos, por lo que hube de continuar las experiencias en cobayas, sabiendo ya de antemano por un trabajo anterior (AMAT, 1959) que el riñón de este animal carece de lipóides y de cristales birrefringentes.

Una de las experiencias que deseaba realizar era someter a los animales a stress, ya que éste modifica mucho el contenido lipóideo y cristalográfico de la corteza suprarrenal.

Según SELYE (1961), el riñón juega un importante papel en la respuesta del cuerpo al stress.

Las infecciones (peritonitis) y el hambre y la sed originan en el riñón de cobaya la presencia constante de granos que se tiñen por el rojo escarlata. En uno de los casos de hambre y sed se ha observado la presencia de gran cantidad de cristales birrefringentes.

Ante estos hechos nosotros podemos sacar la conclusión de que el stress (las infecciones, el hambre y la sed) determina la presencia de lipóides en forma de granos en las nefronas. Pero, ¿estos granos son productos de degeneración? Esta pregunta es difícil de responder, al menos con los datos que hasta ahora tenemos recogidos. El hecho de que en el riñón del cobaya normal no existan, puede ser un dato a favor de la degeneración.

### Conclusiones

— Riñones de gato y de cobaya, fijados en formol y cortados a frío, han sido estudiados en cuanto a su contenido en lipóides, demostrables por el rojo escarlata, y en cuanto a su contenido en cristales birrefringentes a la luz polarizada. El estudio se ha realizado en animales normales, que han servido de control, y en animales sometidos a diversas experiencias. También han sido estudiados, empleando las mismas técnicas, los riñones de dos casos humanos.

— El riñón de gato normal contiene gran cantidad de lipóides en la

zona cortical. Los granos lipóideos se disponen en las partes de la nefrona, sin que existan ni en el glomérulo ni en los tubos colectores.

El riñón de cobaya normal carece de lipóides. Tampoco tienen lipóides los riñones de los dos casos humanos analizados.

Los riñones de animales normales, tanto gatos como cobayas, no contienen cristales birrefringentes.

— Las lesiones del sistema nervioso central afectan al contenido lipóideo y cristalográfico de los riñones de gato.

Las secciones de la médula espinal a nivel de la D4 determinan la presencia de cristales birrefringentes en los cortes de riñón, pero apenas alteran la imagen lipóidea de la tinción del rojo escarlata.

Las lesiones hipotálamo-hipofisarias hacen palidecer la imagen lipóidea de los cortes de riñón teñidos por el rojo escarlata y, sobre todo, determinan la presencia de cristales birrefringentes. Si estas lesiones se realizan en animales previamente castrados, se altera el cuadro cristalográfico no solamente con respecto al caso normal, sino también con respecto a los animales que tan sólo han sufrido la lesión hipotálamo-hipofisaria. La alteración consiste en ausencia de cristales birrefringentes en la mitad externa de la zona cortical del riñón y presencia de acúmulos aislados en la mitad interna de dicha zona. Esta imagen cristalográfica se conserva a pesar de inyectar el animal con estrógeno o progesterona.

— El stress, causado por el hambre y la sed y por las infecciones, determina en el riñón de cobaya la presencia de granos lipóideos en las partes constituyentes de la nefrona, aspecto que difiere del normal, pues, como ya se ha dicho, el riñón normal de cobaya carece de granos lipóideos.

### Resumen

Se hace un estudio de los lipóides (teñidos con el rojo-escarlata) y de los cristales birrefringentes en cortes de riñón del gato, del cobaya y del hombre.

Los cortes de riñón de gato presentan abundantes lipóides en los lobulillos renales y carecen de cristales birrefringentes. Algunas intervenciones experimentales (sección de la médula espinal, lesiones electrocoagulativas en el bloque hipotálamo-hipofisario, etc.) modifican las imágenes lipóidea y cristalográfica del riñón con respecto al caso normal.

El riñón del cobaya normal, al igual que el riñón humano, carece de lipóides y de cristales birrefringentes. Sin embargo, en el riñón de los cobayas sometidos a stress aparecen lipóides.



**Zusammenfassung**

Man macht ein Studium der Lipoiden (mit Scharlachrot gefärbt) und der Lichtdoppelbrechenden Kristalle an Nierenquerschnitten bei der Katze, Meerschweinchen und dem Menschen.

Die Nierenschnitte der Katze zeigen viele Lipoiden und enthalten keine lichtdoppelbrechende Kristalle. Einige experimentelle Eingriffe (wie z.B. Sektion des Rückernmarks, Elektrokoagulationen im Hypothalamus Hypophyse u.s.w.) verändern das Lipoiden- und Kristallebild der Nieren im Vergleich zum normalen Zustand.

Eine normale Meerschweinchenniere ist wie eine menschliche Niere und enthält keine Lipoiden und keinen lichtdoppelbrechende Kristalle. Jedoch in der Meerschweinchenniere, die dem Stress unterzogen wurde, zeigen sich Lipoiden.

**Summary**

A study on the lipoids which are stained by the scarlet-red technique and on the birefracting crystals of cat, guinea-pig and man kidneys, is carried out.

The sections of the cat's kidney present too many lipoids in the renal lobelets, but no crystals. Some experimental operations on nervous system modify the lipid and crystallographic image in relation to the normal.

The kidney of the normal guinea-pig, as well as the human kidney, lacks both lipoids and crystals. However, on the organs of stressed guinea-pigs lipoids are present.

**Résumé**

On fait une étude des lipoïdes (teints avec le rouge écarlate) et des cristaux birréfringents sur des coupes de rein du chat, du cobaye et de l'homme.

Les coupes de rein de chat présentent d'abondants lipoïdes sur les lobules rénaux et ils manquent de cristaux birréfringents. Certaines interventions expérimentales (sections de la moelle épinière, lésions électrocoagulatives dans le bloc hypothalamo-hypophysaire, etc.) modifient les images lipoïdes et cristallographique du rein par rapport au cas normal.

Le rein du cobaye normal, de même que le rein humain, manque de lipoïdes et de cristaux birréfringents. Cependant, dans le rein des cobayes soumis à stress des lipoïdes apparaissent.

**BIBLIOGRAFÍA**

- AMAT, P. (1954): Fases experimentales de transformaciones progresivas-regresivas de las suprarrenales en el gato. «Anal. Anat.», **3**, 259.
- AMAT, P. (1955): Aspectos cristalográficos y lipoides en la corteza suprarrenal del gato en determinados estados de funcionamiento. «Anal. Anat.», **3**, 297.

- AMAT, P. (1956): Transformaciones de la suprarrenal e hipófisis. «Anal. Anat.», **5**, 253.
- AMAT, P. (1959): Anatomía Comparada de suprarrenales, riñones e intestinos. «Anal. Anat.», **8**, 191.
- AMAT, P. (1960): Aportaciones a la integración funcional neuroendocrina durante la gestación. «Anal. Anat.», **9**, 475.
- AMAT, P. (1962): Aportaciones al estudio de la potencia regenerativa de la hipófisis y de las transformaciones del sustrato neuroendocrino tras estereotaxis en el bloque hipotálamo-hipofisario de gatas grávidas. «Anal. Anat.», **11**, 307.
- ESCOLAR, J. (1954): Aportaciones a la topometría encefálica comparada. «Anal. Anat.», **3**, 171.
- ESCOLAR, J., J. SOLER, F. REINOSO, V. SMITH, y P. AMAT (1957): Aportaciones a la dinámica neuroendocrina expresada en transformaciones del sustrato anatómico. «Anal. Anat.», **6**, 75.
- HERRERO, M. (1960): Transformaciones del sustrato morfológico del riñón y de la suprarrenal del gato tras ablaciones uni y bilaterales del neocórtex cerebral. «Anal. Anat.», **9**, 547.
- HEWER, E. E., y M. F. L. KEENE (1927): Observations on the development of the human suprarenal gland. «J. Anat.», **61**, 302.
- JABONERO, V. (1944): Estudios sobre la morfología y fisiología del riñón. Instituto Nacional de Ciencias Médicas. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- REINOSO, F. (1961): Topographischer Hirnatlas der Katze für experimental-physiologische Untersuchungen. «Herausgegeben von E. Merck AG. Darmstadt».
- SELYE, H. (1961): Stress and renal function in relation to hyalinizing and calcifying lesions of connective tissue. «The Journal of Urology», **86**, 687.
- TONUTTI, E. (1953): Experimentelle Untersuchungen zur Pathophysiologie der Nebennierenrinde. «Freib. Tag. der Deutsch. Ges. f. Pathol.», **36**, 123.

## LAS ARTERIAS TERMINALES DEL HUESO \*

Por

A. ALVAREZ-MORUJO

LA mayoría de las obras que tratan de la circulación arterial en los huesos coinciden en tres hechos comunes: la existencia de las arterias de la médula ósea, la de las arterias metafisarias y las del periostio. LE GROS CLARK (1952), en su obra, sintetiza la opinión de varios autores que coinciden en estos hechos. JOHNSON (1927), cuyos trabajos en estos últimos tiempos han servido de guía para el estudio de estas arterias, dice de ellas que pueden dividirse en una o más nutricias, las cuales, al entrar en la médula, dan lugar a las arterias medulares que contribuyen a formar la mitad interna de la red arterial de la corteza diafisaria; otras arterias serían las metafisarias y, por último, las periósticas, que dan lugar a la parte externa de la red arterial de la corteza del hueso.

BROOKES, en diversos e interesantes trabajos (1957, 1958), ha estudiado de una manera macroscópica, histológica y radiológica la irrigación de los huesos largos en diversos animales, así como en el feto humano. También ha estudiado la influencia que en la red arterial del hueso puede producir la inyección de estrógenos (1961).

FRACASSI (1954) ha aportado datos interesantes sobre la irrigación de los metacarpianos, metatarsianos y sus falanges. TRUETA y HARRISON (1953), en huesos individualizados, han extirpado todo tejido perióstico y han seguido por disección para ver el camino intraóseo de las arterias en la cabeza del fémur. En el trabajo de LAMAS, AMADO y CELESTINO DA COSTA (1946) hay, además de datos anatómicos apreciables, aquellos que son interesantes en la fisiología de la circulación ósea. YOFREY (1962) ha visto en la médula de los huesos arterias de paredes gruesas y arterias de paredes delgadas. HARRIS y JONES (1956) han estudiado la circulación arterial de los cuerpos vertebrales de las cervicales, y CROCK (1962) ha visto la circulación de las epífisis distales del fémur y proximal de la tibia, junto con la rótula, radiológicamente.

\* Trabajo realizado en la Cátedra A de Anatomía. Universidad de Salamanca

### Métodos y resultados

En animales de varias especies, buey, perro, cerdo, oveja y cobaya, así como en feto a término, se han inyectado con una solución de celoidina en alcohol éter varios troncos arteriales correspondientes a los miembros superiores y a los inferiores. Después de la inyección, cada hueso, individualmente, ha sido limpiado de todos los tejidos que le rodean para evitar mezclas de otros tejidos al realizar la corrosión. Estas piezas se han sometido a un baño de agua durante veinticuatro horas, para conseguir una buena plastificación y moldeo de la celoidina al hueco arterial. Se les ha sometido a corrosión en una solución de ácido clorhídrico al 50 %. Y una vez corroídas, se las pasa por un nuevo baño para limpiar impurezas.

Se observan las piezas, una vez montadas cada una de las partes, por epicondencasador.

En los huesos, nosotros hemos encontrado diferentes arterias, tanto de tipo como de distribución.

Las *arterias de la médula* pueden ser de diferentes clases. *Arterias expansivas*, que se encuentran fundamentalmente en el hueso, en su parte central.

Las *arterias sinuosas o espirales*, que están situadas preferentemente en la zona submetafisaria.

Las *arterias metafisarias*, que poseen una red particular muy rica en pequeños y medianos capilares.

En la médula del hueso entra una o varias arterias nutricias. La arteria principal da varios troncos; éstos pueden ser gruesos y delgados, cortos y largos, que se dirigen en todos los sentidos (fig. 1). Este grupo dentro del canal del hueso es el que forman las arterias expansivas, que ocupan todo el canal y dan ramas anastomóticas para las arterias de la zona submetafisaria y contribuyen de una manera esencial en formar la parte interna de la red arterial de la pared de la diáfisis en el hueso largo.

En la extremidad superior e inferior del canal del hueso están las arterias sinuosas (fig. 2) y espirales. En los huesos jóvenes son escasas las arterias espirales, hecho que suponemos nosotros en la experiencia que tenemos de otros órganos, que esta morfología especial sea consecuencia del estado funcional continuado de la contracción y dilatación que sufren estas arterias a lo largo de la vida.

En la zona metafisaria (fig. 3) las arterias tienen dos caminos de llegada a ella. Uno que procede de las arterias de la diáfisis, que se

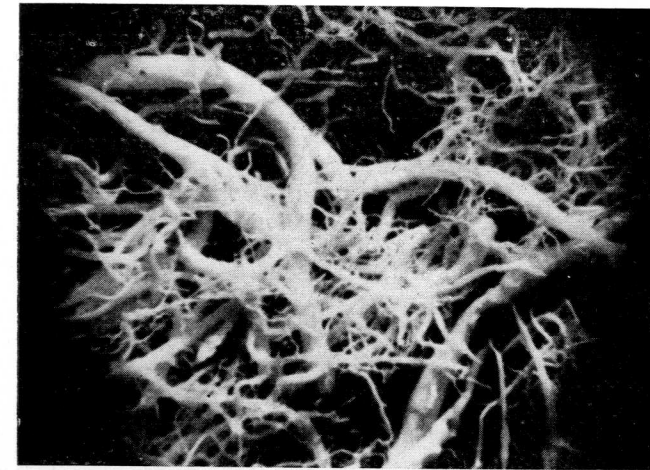


FIG. 1. — Arterias expansivas de la médula del hueso.

ofrecen en forma de troncos de mediano y pequeño calibre, las cuales tienen muchas colaterales que se expanden en forma de abanico para alcanzar la zona tupida de esta parte. Las otras arterias son pequeñas y forman un plexo muy espeso en toda esta línea. Estas últimas ar-

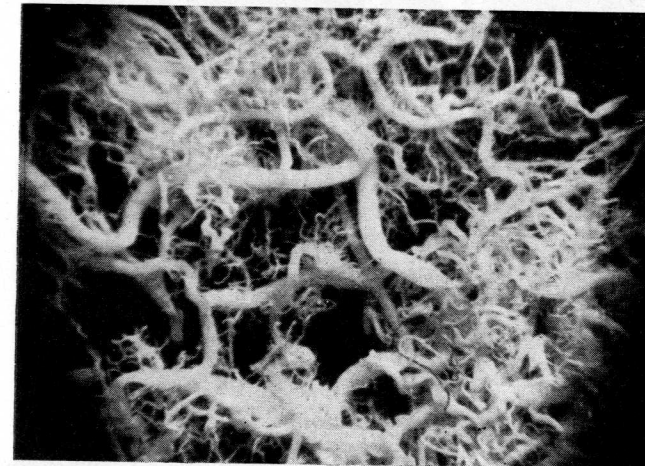


FIG. 2. — Arterias sinuosas y espirales de la zona sub-metafisaria.

terias son las que proceden de la parte exterior del hueso y que van directamente a juntarse con las que vienen de la diáfisis y dan una red muy compacta.

Las arterias de la diáfisis se caracterizan por presentarse en redes.



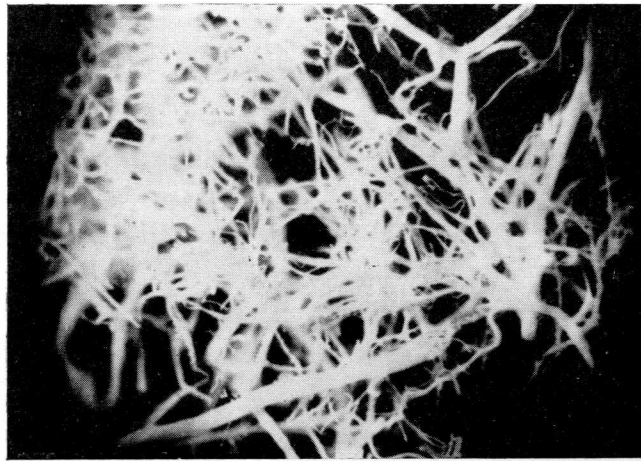


FIG. 3. — Arterias de la metafisis.

Estas redes son consecuencia de la fusión del sistema arterial medular con los vasos periósticos y consecuencia también en su forma de los canales por donde van conducidas.

En un conjunto general de esta red diafisaria (fig. 4) se ve un vaso

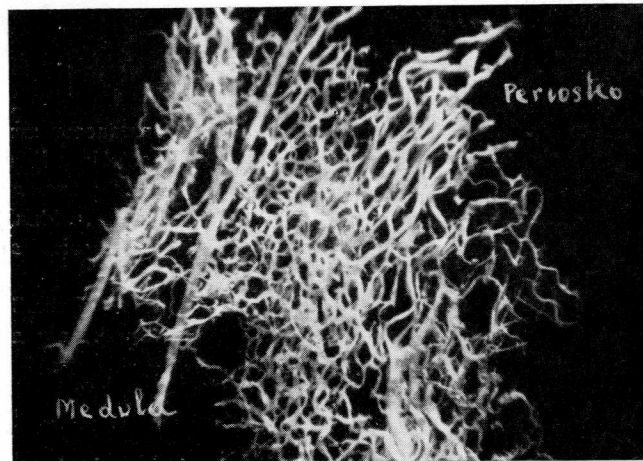


FIG. 4. — Red arterial de la diáfisis, con una arteria longitudinal medular y ramos periósticos por el lado opuesto.

longitudinal de la medular, que en todo su trayecto va emitiendo ramas que forman un retículo, y en esta disposición están hasta llegar a la parte externa o del periostio. Esta disposición, que es la más genérica, ofrece particularidades según las distintas zonas. En la porción corres-

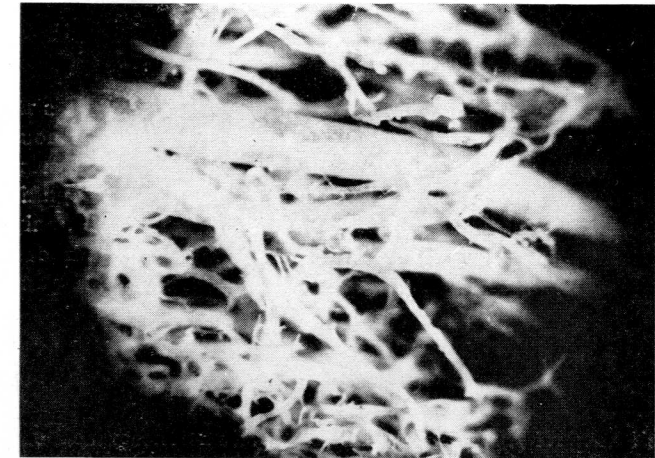


FIG. 5. — Arteria medular larga y red interna de la diáfisis.

pondiente a la zona medular, la formación de estos vasos siempre se origina de una arteria longitudinal, que da ramas en todos los sentidos (fig. 5), que luego se proyectan hacia la corteza, pero que aún antes de llegar a ella forman red, como vemos en esta microfotografía, red que envuelve al propio vaso que las origina.

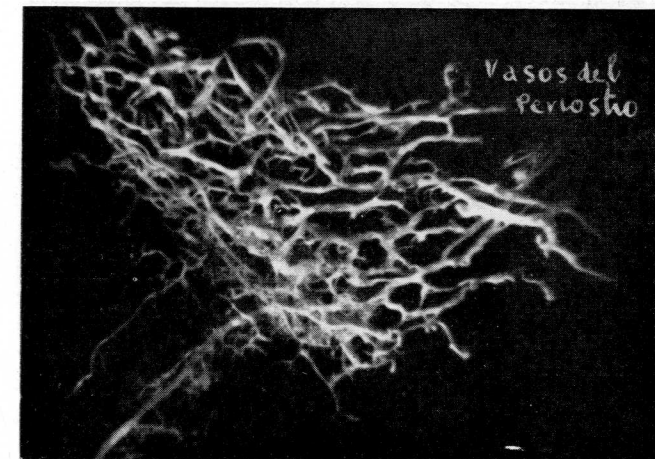


FIG. 6. — Ramas diafisarias procedentes de los músculos y del periostio.

En la parte externa, es decir, en los vasos correspondientes al periostio, los vasos vienen individualizados, en conjuntos que son más o menos perpendiculares al eje del hueso; son vasos de procedencia muscular que empiezan a formar red cuando ya pasan a formar parte del pe-

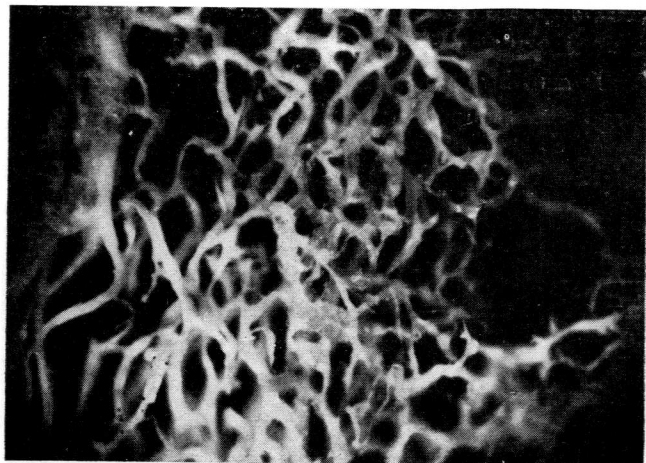


FIG. 7. — Red diafisaria a mayor aumento mostrando la dirección longitudinal de las arterias.

riostio (fig. 6), red que se va haciendo más compacta a medida que va internándose en la corteza del hueso.

En aumentos mayores, la red, dentro de la diáfisis ósea (fig. 7), nos enseña que su dirección es marcadamente longitudinal, como corres-

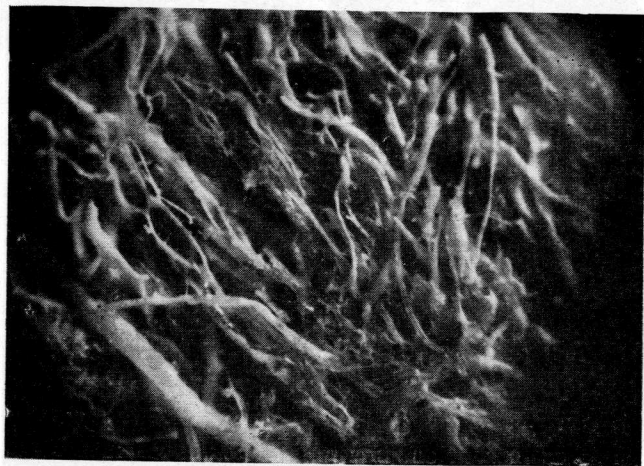


FIG. 8. — Red arterial en forma de haz de paja, correspondiente a las partes distales de la diáfisis.

ponde al sistema haversiano, y las transversales, que son muy cortas de trayecto, guardan la dirección de los conductos de Volkmann. En las partes distales es convierte en mucho más espesa la red arterial,

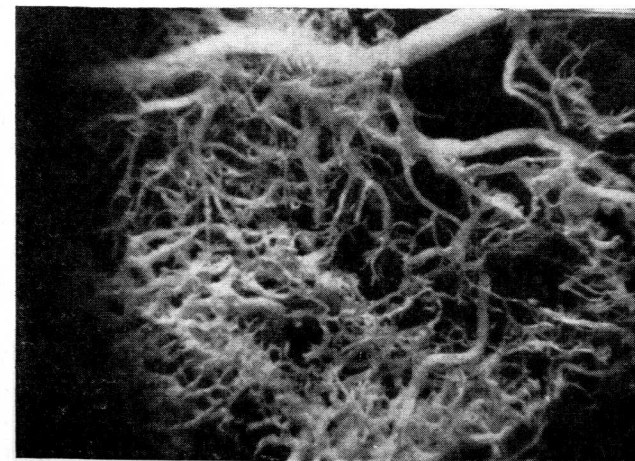


FIG. 9. — Red arterial situada entre la línea diafisaria-metáfisaria, con sinuosidades al nivel de un punto donde abocan los vasos medulares.

ofreciendo en su conjunto un aspecto de haz de paja; se acorta mucho el trayecto transversal, dando en algunos puntos contactos directos entre haces longitudinales sin que haya la más mínima parte transversal que los una (fig. 8).



FIG. 10. — Vasos de la epífisis.

La red arterial situada entre los límites de la diáfisis y la metáfisis ofrece la existencia de vasos dilatados y sinusoides con formato diferente a las redes que hemos visto en otros puntos. Estos sinusoides apa-



recen fundamentalmente en los puntos de fusión de las arterias medulares que vienen a formar parte de esta red. A veces, el entronque entre varios vasos da lugar a un acúmulo sanguíneo que puede tomarse por una laguna vascular.

La epífisis ofrece en su dispositivo arterial dos cosas singulares: una, *el penacho terminal*, que consiste en uno o dos troncos que se unen, que van dando ramas en su terminación por continuas dicotomías hasta terminar en finas arteriolas, que son las más periféricas de las arterias de esta zona (fig. 10).

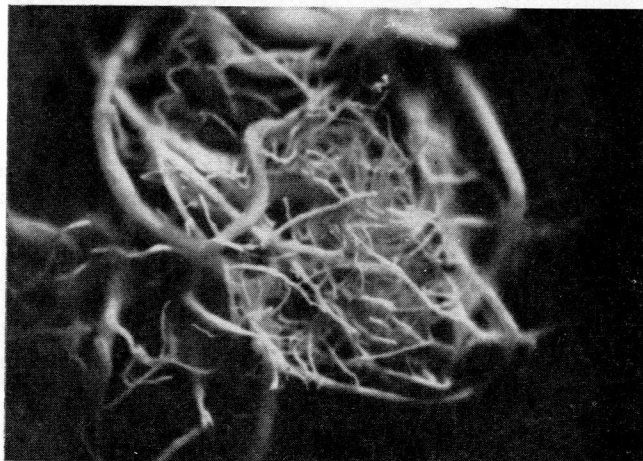


FIG. 11. — Nido arterial de la epífisis.

En la zona más profunda de la epífisis, de trecho en trecho suelen verse *pelotones o nidos arteriales* (fig. 11), que están formados por un conjunto de arterias pequeñas apelotonadas, que suponemos actúan de reserva en la corriente sanguínea de las epífisis.

### Discusión

Los hallazgos que comunicamos de las arterias del hueso obedecen en los detalles más esenciales a los datos aportados por los autores que hemos consultado, tanto en lo que se refiere a la riqueza de irrigación que tiene el hueso, como a ciertos datos que existen sobre la distribución de las arterias.

Sin embargo, existen variedades de criterios, que pueden considerarse de dos clases. Una a datos morfológicos, que son distintos de como lo hemos leído a como lo hemos visto, y otras diferencias que son de interpretación, producto quizá de variables técnicas empleadas. El blo-

que obtenido por la corrosión nos ha permitido coger de cada parte porciones que, reflejadas en las microfotografías, nos dan los datos microscópicos de cada una de las zonas. Ello da la ventaja, al compararlo con otras técnicas, de datos más finos y con una visión tridimensional evidente.

Esta observación nos ha traído como consecuencia que podamos determinar como arteria principal en la irrigación del hueso la arteria nutricia, al convertirse en medular, de la cual salen en diferentes estratos las distintas ramas que forman la circulación arterial de cada una de las partes del hueso. Auxiliares a esta circulación principal están las arterias del periostio, que son las últimas ramificaciones de las zonas musculares que se insertan en él; asimismo, las arterias que vienen a la zona metafisaria y las escasas que pueden llegar a la epífisis.

En cada una de las porciones que integran el hueso hemos visto una distinta disposición y hasta forma de los vasos. Así observamos que el dominante en las epífisis son los penachos de arterias dicotomizadas y en la base de ellos los pelotones arteriales, que forman un lugar de reserva sanguínea. En la metafisis dominan las redes de espesor variable, según se trate de la línea de crecimiento o en las porciones más cercanas al centro de ella. La gran vascularización de esta zona está en consonancia con el crecimiento del hueso, y cuando dicho fenómeno desaparece queda este rico residuo arterial.

Más hacia el centro del hueso existen las arterias sinuosas y espirales, que algún autor, como BROOKES, ha encontrado en plena diáfisis. Creemos que estas arterias, por su disposición morfológica y por su colocación, son las que producen los fenómenos de dilatación y espasmos según las necesidades de vascularización del hueso.

En la corteza diafisaria, lo que domina son las redes arteriales con aportación de la circulación medular y periostal, que como hemos podido demostrar pueden presentar diversas variedades morfológicas.

En el diagrama que presenta BROOKES en la irrigación ósea de la rata, da a entender que esta red de la corteza diafisaria se continúa en la médula por sinusoides. Nosotros tal cosa no hemos visto, sino simplemente la presencia de una red que envuelve a los vasos longitudinales de la médula y que es el principio de tal retículo arterial.

De todo lo dicho hemos deducido se puede sacar el siguiente resumen.

### Resumen

Siguiendo las técnicas clásicas de replección arterial con celoidina y corrosión en el hueso de diferentes especies animales, se obtienen las siguientes modalidades:



Las arterias de la médula resultan expansivas en el canal óseo y sinuosas en la submetáfisis. Las arterias metafisarias resultan en abanico en su parte más profunda y en red en el mismo límite metafisario. Las arterias de la epífisis se disponen como penachos arborescentes en la periferia y apelonadas en la capa más profunda. Las arterias diafisarias se disponen en retículo.

### Zusammenfassung

Nach den Verfahren der Arterien-Replexion mit Celoidin und der Corrosionsmethode im Knochen verschiedener Tierarten, erzielt man folgende Resultate:

Die Markarterien verbreiten sich im Knochenkanal und krümmen sich in der Sub-metaphysis. Die Metaphysen-arterien sind im unteren Teil in «Fächerform» und in der Metaphysengrenze in «Netzform» zu sehen.

Die Arterien der Epiphysis bilden wie verzweigte Büsche in der Peripherie und sind zusammengeknüllt in der Tiefe.

Die Diaphysen-Arterien liegen in Gitterform.

### Summary

By means of arterial replexion with celloidine and corrosion methode, on the bone of different animals, the following modalities are obtained.

The medullary arteries are both expansives in the bone duct and sinuous in the submetaphyse. The metaphysary arteries are both fanshaped in the background, and like network just in the metaphysary limit. The arteries of the epiphyse are arranged like an arborescent panache on periphery, and forming balls on the deepest layer. The diaphysary arteries lay out like a network.

### Résumé

En suivant les techniques classiques de réplétion artérielle avec de la céloïdine et de corrosion dans l'os de différentes espèces animales, on obtient les modalités suivantes:

Les artères de la moelle deviennent expansives dans le canal osseux et sinueuses dans la sub-métaphyse. Les artères métaphysaires sont en éventail dans la partie la plus profonde et en filet dans la limite même métaphysaire. Les artères de l'épiphyse se disposent comme des panaches arborescents sur la périphérie et pelotonnés dans la couche la plus profonde. Les artères diaphysaires se disposent en filet.

### BIBLIOGRAFÍA

- BROOKES, M., y R. HARRISON (1957): The vascularization of rabbit femur and tibiofibula. «Journal of Anatomy», vol. **91**, 413-434.  
 BROOKES, M. (1958a): The vascular architecture of tubular bone in the rat. «Anatomical Record», vol. **132**, 25-48.

- BROOKES, M. (1958b): The vascularization of long bones in the human foetus. «Journal of Anatomy», vol. **92**, 261-267.  
 BROOKES y G. LLOYD (1961): Marrow vascularization and oestrogeninduced endosteal bone formation in mice. «Journal of Anatomy», vol. **95**, 220-228.  
 CLARK, G. (1952): «The Tissues of the body». Oxford.  
 CROCK, V. H. (1962): The arterial supply and venous drainage of the bones of the human knee joint. «Anatomical Record», vol. **144**, 199-217.  
 FRACASSI, H. (1854): Circulación arterial de los metacarpiano, metatarsianos y sus falanges. «Arch. Esp. de Morf.», vol. **11**, 91-104.  
 HARRIS, R. S. and D. M. JONES (1956): The arterial supply to the adult cervical vertebral bodies. «Journal Bone Jt. Surg.», vol. **38B**, 922-927.  
 JOHNSON, R. W. (1927): A physiological study of the blood supply of the diaphysis. «Journal Bone Jt. Surg.», vol. **9**, 153-184.  
 LAMAS, A., AMADO y CELESTINO DA COSTA (1946): La circulation du sang dans l'os. «Pres. Med.», vol. **54**, 862-863.  
 YOFFEY, J. M. (1962): A note on the thick-walled and thin-walled arteries of bone marrow. «Journal of Anatomy», vol. **96**, 425.

## MODIFICACIONES MORFOLÓGICAS DE LA MÉDULA SUPRARRENAL TRAS DECORTICACIONES DE DISTINTA AMPLITUD EN EL HEMISFERIO CEREBRAL IZQUIERDO

Por

L. M. GONZALO-SANZ \*, J. J. FERNÁNDEZ, J. J. ZARRANZ y A. PURROY

**L**A influencia del sistema nervioso vegetativo sobre la secreción medulosuprarrenal es conocida desde hace tiempo.

STEWART y ROGOFF (1919) comprobaron que la denervación suprarrenal produce una suspensión de la secreción de adrenalina. KAHN (1926) observó que al seccionar el esplácnico mayor izquierdo la médula suprarrenal de ese lado no mostraba los cambios consecutivos al choque insulínico que se apreciaba en el lado contrario. Resultados parecidos obtuvieron CIMINATA (1926), HILLARP (1947), etc. El hipotálamo, centro vegetativo por excelencia, es un eslabón importante para este control neural de la médula suprarrenal, como se deduce de las experiencias de MAGOUN y RANSON (1937) y FOLKOW y VON EULER (1954). Es lógico suponer, sin embargo, que la corteza cerebral sea en este caso, como en tantos otros, el último eslabón de la cadena de interrelaciones neuroendocrinas. Esta hipótesis está apoyada por los resultados de las experiencias que a continuación vamos a exponer.

### *Material y métodos*

Hemos empleado cuatro lotes de cobayos. Dos de ellos han servido de testigos y los otros dos han sufrido decorticación del hemisferio cerebral izquierdo. El grupo testigo I estaba constituido por 10 cobayos de la misma edad y sometidos a las mismas condiciones ambientales y

\* Colaborador científico del C.S.I.C. Facultad de Medicina. Universidad de Navarra.

de alimentación que los intervenidos. El grupo testigo II (4 cobayos) comprendía animales normales, como el grupo anterior, pero sometidos dos horas antes de sacrificarlos a un stress doloroso (pinchazos durante 10 minutos en ambas extremidades posteriores). El grupo III estaba integrado por 6 cobayos que sufrieron una decorticación más o menos amplia del hemisferio cerebral izquierdo un mes antes de su sacrificio. El grupo IV lo formaban 17 cobayos que, además de la decorticación del hemisferio cerebral izquierdo un mes antes de sacrificarlos, dos horas antes de su muerte se les sometió al mismo stress doloroso que a los cobayos del grupo control II.

Todos los animales fueron sacrificados por decapitación, a la misma hora y en las mismas condiciones. El estado funcional de la médula suprarrenal lo hemos juzgado mediante estudio histológico, histoquímico y cariométrico de sus células. Los métodos de coloración empleados para las suprarrenales ha sido hematoxilina-eosina, PAS y Schmorl. El número de núcleos medidos (con ayuda de un ocular con tornillo micrométrico Zeiss y con una ampliación total de 1.600 x) ha sido de 100 en cada caso.

### Resultados

El estado de la médula suprarrenal en los animales de los dos grupos testigo nos ha servido de elemento de comparación para los otros grupos que sufrieron decorticaciones de diversa amplitud.

En los animales control del grupo I, la médula suprarrenal mostró los caracteres típicos de esta glándula en condiciones fisiológicas normales. Casi todas las células eran de tipo F, con intensa feocromía y sin vacuolas. Solamente en un caso aparecían pequeñas vacuolas en el citoplasma.

En los animales control del grupo II (sometidos a un stress doloroso dos horas antes de sacrificarlos) presentaron una médula suprarrenal muy diferente de la que acabamos de describir en los animales control del grupo I. La feocromía del citoplasma era mucho menor y la mayor parte de las células mostraba un protoplasma vacuolado —con algunas vacuolas de tamaño notable— y los núcleos de mayor volumen que los anteriores.

La médula de los animales del grupo III (decorticación sin stress doloroso) no mostraba diferencias apreciables de lado y era muy semejante a la de los animales del grupo control I, es decir, normal.

Los animales del grupo IV los podemos clasificar, atendiendo al comportamiento de la médula suprarrenal ante el stress, en tres subgrupos. El primer subgrupo, constituido por 9 animales (de los 17 del grupo IV),

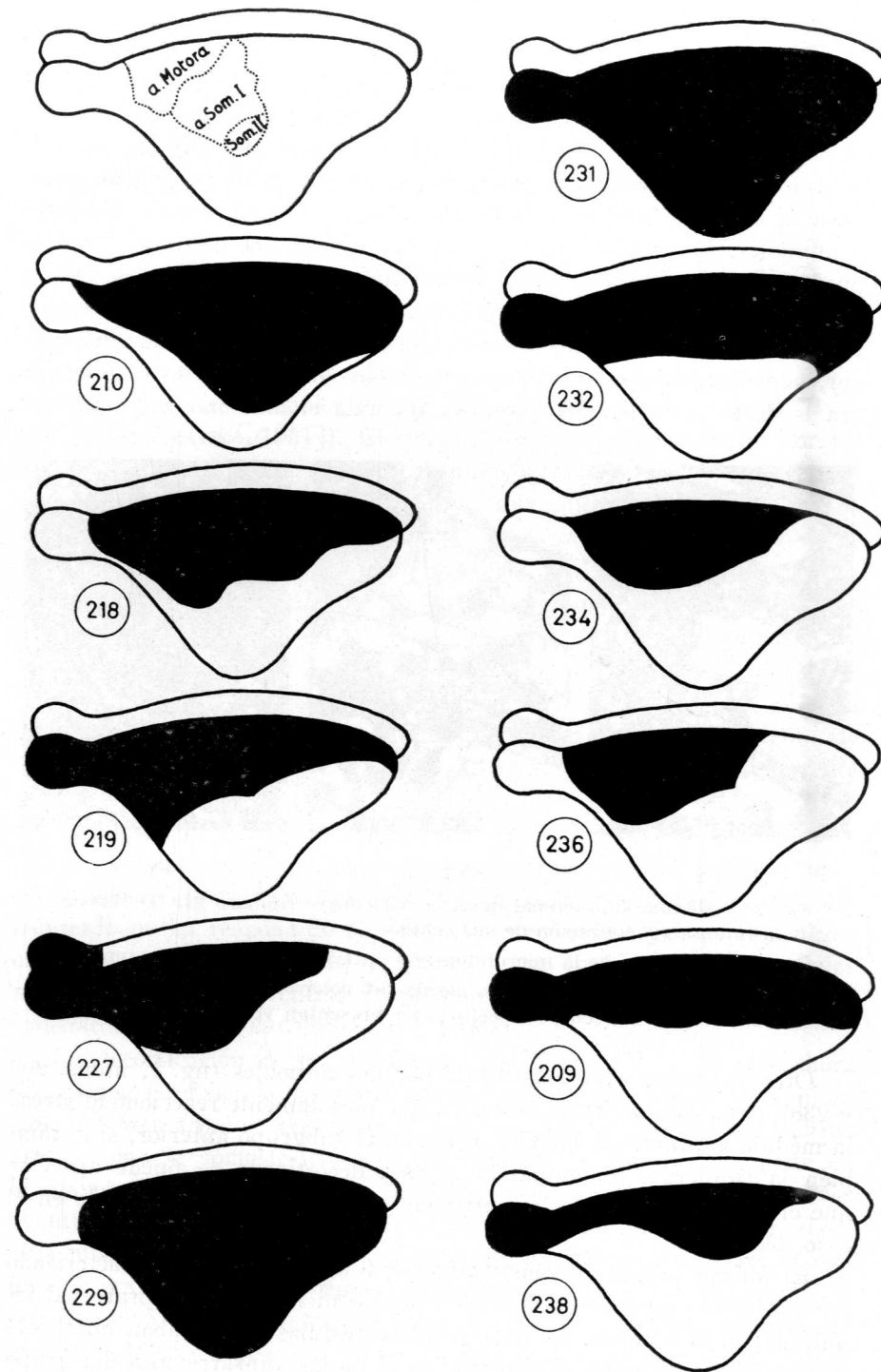


FIG. 1

FIG. 1. — Extensión de la decorticación en 11 cobayos del grupo IV.



se caracteriza por el diferente comportamiento de la médula suprarrenal derecha respecto de a la izquierda ante el stress. Mientras que la médula izquierda no reacciona al stress doloroso, pues presenta el mismo aspecto que la de los animales del grupo control I (fig. 3). La médula derecha ha reaccionado intensamente y su aspecto es en todo semejante al de la médula de los animales control II (figs. 2 y 3). En estos 9 animales, la amplitud de la zona decorticada era distinta, como se puede ver en la figura 1. En el cobayo núm. 231 se extirpó toda la corteza del hemisferio cerebral izquierdo. En el núm. 229 sólo se respetó el lóbulo olfatorio. En los restantes la zona cortical reseca fue menor, pero la característica común a todos los animales de este subgrupo era la destrucción del área frontal, incluida el área motora.

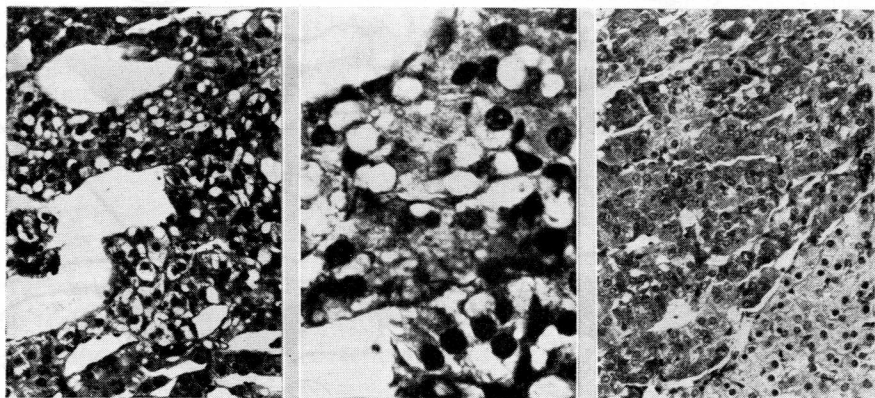


FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

FIG. 2. — Médula suprarrenal derecha del cobayo número 210. Obsérvese la intensa vacuolización de sus células.

FIG. 3. — Una zona de la microfotografía anterior vista a mayor aumento.

FIG. 4. — Médula suprarrenal izquierda del cobayo número 210. En contraste con la derecha, sus células no presentan vacuolas.

Otro subgrupo está constituido por dos animales (fig. 1, núms. 209 y 238), cuya característica radica en que no solamente reaccionó al stress la médula suprarrenal derecha, como en el subgrupo anterior, sino también la izquierda. Examinando el área decorticada se puede apreciar que el área motora no se ha extirpado en su totalidad, sobre todo en el caso 238.

El último subgrupo, constituido por 6 animales, se ha caracterizado por no haber respondido al stress doloroso ni la médula suprarrenal izquierda, ni la derecha. Es decir, ambas médulas presentaban un aspecto morfológico e histoquímico similar al de las suprarrenales del grupo

control I. En estos animales la amplitud de la zona decorticada era variable según los casos, pero en todos la zona frontal quedó eliminada.

### Discusión

Los resultados que hemos expuesto demuestran que las células de la médula suprarrenal normal de un animal no sometido a ningún tipo de stress, presentan una intensa feocromía y muy raras vacuolas (sin olvidar que aun en condiciones fisiológicas normales hay pequeñas diferencias entre los animales testigo [CLARA, 1937; BOURNE, 1949; BANDER, 1950; ERÄNKÖ, 1951]). El stress doloroso, en los animales normales, provoca una fuerte reacción medulosuprarrenal que se caracteriza por una pérdida de la feocromía y la formación de vacuolas, hechos ambos que se interpretan como signo del aumento y liberación de la secreción de la médula (STAEMMLERS, 1933, y HILLARP, 1947).

La simple decorticación no parece producir ningún cambio significativo en la médula suprarrenal, según se deduce de los resultados obtenidos en el grupo III.

En cambio, la decorticación sí influye en la respuesta de la médula ante un stress doloroso, como puede verse en el comportamiento de 9 animales del grupo IV. En estos 9 cobayos la médula suprarrenal que ha respondido al stress doloroso ha sido la del lado opuesto a la decorticación. Esto nos lleva a suponer que la vía cortico-medulosuprarrenal es homolateral, ya que el impulso cortical partió del lado derecho y alcanzó la médula de este mismo lado. Como la médula del lado izquierdo no ha respondido al stress doloroso indica que no hay fibras cruzadas o son muy escasas y, además, que en la vía corticomedular no se hace escala en centros de proyección difusa, afirmación esta que coincide con la de FERGUSON y col. (1957).

La decorticación de los 9 animales del grupo IV, a los que ahora nos estamos refiriendo, presenta como característica común la eliminación del área frontal, que incluye por completo el área motora. Otras áreas, como la somestésica, no están destruidas sino parcialmente en la mayor parte de los casos. Teniendo esto en cuenta no nos parece aventurado pensar que es del área frontal, y más concretamente del área motora, de donde parten los impulsos excitosecretorios para la médula suprarrenal. Esto vendría a confirmarlo, al menos en parte los dos casos en los que ambas médulas suprarrenales habían reaccionado al stress doloroso, pues en estos dos animales una parte de la corteza motora había quedado sin destruir.

La falta de reacción de la suprarrenal derecha en los 6 cobayos restantes no sabemos si dependía de una hiporreactividad de la corteza cerebral o de la misma glándula.

### Resumen

Los cobayos hemidecorticados presentan una médula suprarrenal en todo comparable a los animales testigo. La hemidecorticación, sin embargo, impide la respuesta de la médula suprarrenal del mismo lado de la lesión a un stress doloroso, apareciendo, por ello, una clara diferencia (histológica, histoquímica y cariométrica) entre ambas suprarrenales. Estos resultados indican que la vía cortico-medulo-suprarrenal es homolateral, que no hay fibras cruzadas o las hay en número insignificante, y que en esta vía no debe haber relevos en centros de proyección difusa. El área cortical que, según los resultados obtenidos, parece más estrechamente relacionada con la respuesta medulosuprarrenal al stress doloroso, es la frontal.

### Zusammenfassung

Morphologische Veränderungen in dem Nebennierenmark infolge Hemidecortikationen verschiedener Breite in der linken Hirnhemisphäre.

Meerschweinchen mit Ausschaltung der linken Hirnrinde zeigen zwei Stunden nach der Anwendung eines schmerzhaften Stress, eine Morphologie des Nebennierenmark ganz verschieden zwischen beiden Drüsen, rechte und linke. Das linke Nebennierenmark zeigt keine bemerkenswerte Veränderung. Im Gegensatz, das rechte Nebennierenmark zeigt Veränderungen die eine Antwort an dem schmerzhaften Stress deuten.

### Summary

Morphological modifications in the adrenal medulla after decortication of different extent in the left cerebral hemisphere.

Hemidecorticated guinea-pigs present an adrenal medulla completely comparable to that of the control animals. Nevertheless, the hemidecortication impedes the answer to a painful stress of the adrenal medulla of the same side of the lesion, and for that reason there appears a clear difference in the histological, histochemical and caryometric picture between the two adrenal glands. These results indicate that the cortico-adrenomedullary pathway is homolateral, that there are no crossed fibres or there are an insignificant number of them, and that in this pathway there must not be any relays in centres of diffused projection. It is the frontal cortical area that, according to results obtained, seems more narrowly related to the adrenomedullary answer to the painful stress.

### Résumé

Modifications morphologiques de la médulla surrénale après décortication d'extension variable dans l'hémisphère cérébral gauche.

Les cobayes avec destruction du cortex cerebral gauche présentent, deux heures après l'application d'un stress douloureux, une morphologie médulosurrénale nettement différente entre la glande du côté gauche et droit. La médulla gauche ne montre pas des modifications appréciables. Au contraire, la médulla droite montre des modifications qu'indiquent une réponse au stress douloureux.

### BIBLIOGRAFÍA

- BÄNDER, A. (1950): Die Beziehungen des 24-Stunden-Rhythmus Vegetativer Funktionen Zum histologischen Funktionsbild endokriner Drüsen. «Z. exper. Med.», 115, 229.
- BOURNE, G. H. (1949): The mammalian adrenal gland. Oxford.
- CIMINATA, A. (1926): Über Nebennierenentnervung und ihre Folgen für den Organismus. «Abh. neur. Inst. Univ. Wien.», 28, 95.
- CLARA, M. (1937): Über die physiologische Regeneration der Nebennierenmarkzellen beim Menschen. «Z. Zellforsch.», 25, 221.
- ERÄNKÖ, O. (1951): Histochemical evidence of the presence of acid-phosphatase-positive and -negative all islets in the adrenal medulla of the rat. «Nature» (ond.), 168, 250.
- FERGUSON, R. W., B. FOKOW, M. G. HOFF (1957): Effect of cortical stimulation upon epinephrine activity. «J. Neurophysiol.», 20, 329.
- FOLKOW, B., y U. S. von EULER (1954): Selective activation of nor-adrenaline and adrenalin producing cells in cats adrenal by hypothalamic stimulation. «Circulation Press.», 2, 191.
- HILLARP, N. (1947): Innervation of the adrenal medulla in the rat. «Acta Anat.» (Basel), 3, 153.
- KAHN, R. H. (1926): Über die Zentrale Reizung der Nebennieren und der Paraganglien während der Insulinvergiftung. «Arch. ges. Physiol.», 212, 54.
- MAGOUN, H. W., B. W. RANSON y A. HETHERRINGTON (1937): The liberation of adrenis and sympathin induced by stimulation of the hypothalamus. «Am. J. Physiol.», 119, 615.
- STEWART, G. N., y J. M. ROGOF (1924): The effect of stimulation of afferent nerves upon the rate of liberation of epinephrine from the adrenals. «Amer. J. Physiol.», 69, 605.

LA ORGANIZACIÓN DE LA CAVIDAD NASAL  
DE LA GALLINA CON ESPECIAL REFERENCIA  
A SU DESARROLLO OLFATORIO \*

Por

J. SANDOVAL JUÁREZ \*\*

**E**N casi todos los vertebrados, de los tres órganos de los sentidos el del olfato es el más diferenciado, tanto bajo el punto de vista de su desarrollo embriológico como en su naturaleza estructural. Sin embargo, la disposición general de la cavidad nasal en las aves varía mucho entre las distintas especies.

El estudio comparado de los órganos del olfato en las distintas aves ha servido para interpretar algunos procesos filogenéticos (1), pero pocos son los trabajos proyectados hacia el campo de la anatomía funcional. Así, desde las primeras observaciones de PARKER (1891) en *Apterix*, hasta las más recientes de BANG, casi todas las investigaciones han girado en torno al estudio de los órganos de este sentido en aves marinas (STROGN, 1911; SCHILD-NIELSEN, 1935; MURPHY, 1936; WALTER, 1952; FRINGS y BOYD, 1952, y otros). Los estudios de BANG (2) están orientados a describir los órganos de la cavidad nasal en algunos animales comúnmente empleados en el laboratorio y que juegan un papel más importante en las infecciones de las vías respiratorias altas. En un anterior informe hemos recogido éstos y otros trabajos (7), que abarcan más de siglo y medio de estudio.

Con todo, muchas de estas aportaciones resultan poco concretas y no muy exactas, por lo que reclaman técnicas más adecuadas de estudio para una mejor interpretación de la región que nos ocupa. Por ello, juzgamos interesante el tener una idea perfecta de la normal disposi-

\* Cátedra de Farmacología. Facultad de Veterinaria de León.

\*\* Doctor en Veterinaria. Ayudante de Sección del C.S.I.C.



ción y organización macro y microscópica con que poder sentar las bases de un estudio, no sólo comparado y funcional, sino también para interpretar el diagnóstico anatomopatológico de muchas infecciones respiratorias que afectan a nuestras aves domésticas.

### Generalidades embriológicas y anatómicas

Los órganos del olfato empiezan a diferenciarse en el embrión de pollo entre el 3.º y 4.º día de incubación a favor de un par de depresiones del ectodermo de la cabeza. Son las denominadas fosas olfatorias, situadas debajo de las vesículas telencefálicas e inmediatamente encima de la boca. Al desarrollarse las protuberancias que las rodean (protuberancias nasolaterales), las fosas olfatorias van profundizando cada vez más y el epitelio que las tapiza llega a localizarse en la parte superior

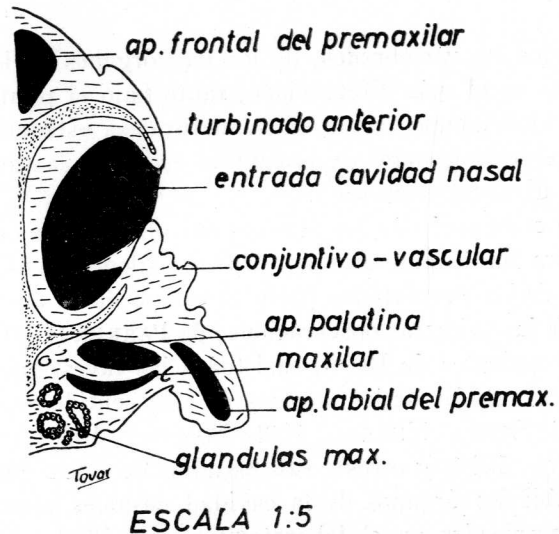


FIG. 1. — Esquema de la sección transversal de la cavidad nasal a nivel de la porción anterior de las narinas.

de las cavidades nasales y diferenciarse en epitelio olfatorio. Las fibras nerviosas se desarrollan a partir de estas células, hasta los lóbulos telencefálicos del cerebro, para formar los nervios olfatorios.

A pesar de las grandes variaciones que presiden la disposición y estructuración de la cavidad nasal en las aves, en general se diferencian tres zonas: a) una anterior o vestibular que comunica con el exterior a favor de las narinas que se abren a cada lado de la base del

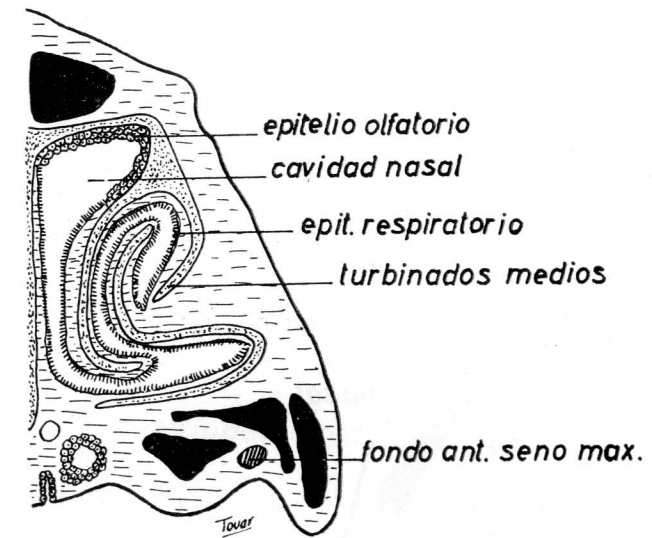


FIG. 2. — Sección transversal a nivel de la porción posterior de las aberturas nasales.

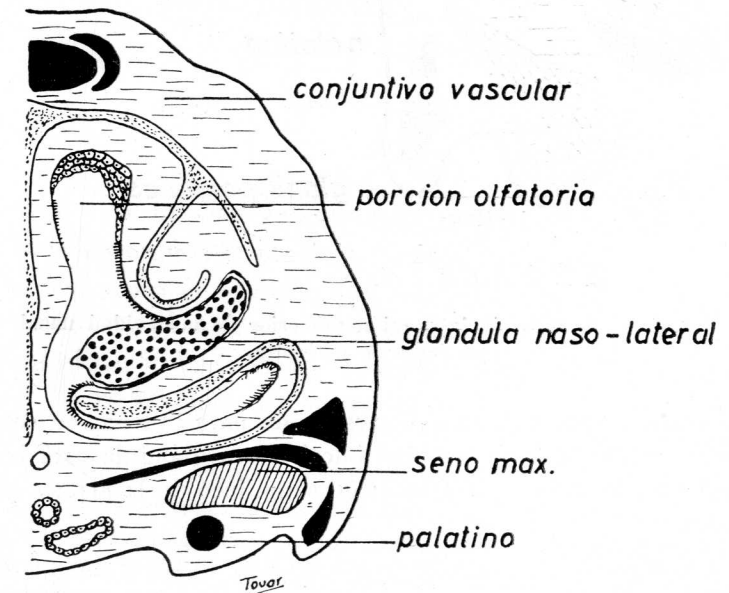


FIG. 3. — Esquema transversal de la cavidad nasal en su zona media, donde la glándula naso-lateral alcanza su mayor desarrollo.

pico; b) una zona media o respiratoria que aloja las conchas o huesos turbinados y que comunica con la faringe, y c) otra zona profunda, eminentemente olfatoria.

Todas las aves carecen del órgano vomeronasal (o de Jacobson), a no ser durante los primeros estadios del desarrollo embrionario (2), pero presentan muy desarrollado el sistema glandular nasal paraorbital y lateral, así como la glándula de Harder, encargada de lubricar la membrana nictitante. La glándula nasolateral es mono o bilobulada y pre-

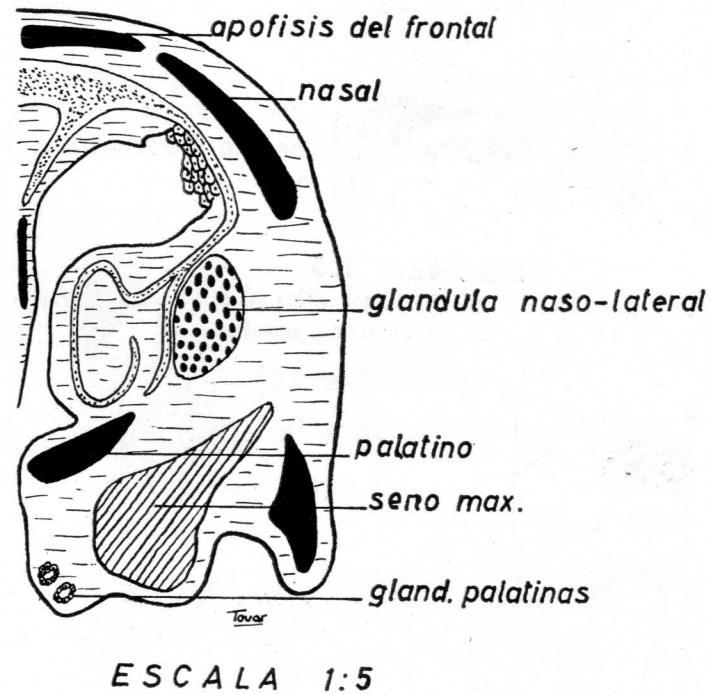


FIG. 4. — Sección de la porción posterior de la cavidad nasal, ya cerca de la órbita.

senta uno o dos conductos, respectivamente, para evacuar su contenido en la zona profunda de la cavidad bucal. Esta glándula está inervada por ramas del oftálmico y recibe riego sanguíneo de la arteria oftálmica anterior.

El seno maxilar es completo en las aves y, en tanto que en algunos mamíferos se abre en la porción posterior de la zona respiratoria, en éstas, por el contrario, lo hace muy cerca de la lámina cribiforme, en comunicación con las fosas nasales. El seno infraorbitario aparece en su mayor parte tapizado por células ciliadas secretoras. En las formas

ancestrales no aparecen espacios aéreos y el ostium del seno maxilar no comunica con las conchas etmoidales (5).

### Material y métodos

Cabezas de gallinas recién sacrificadas, una vez despojadas de la piel y mandíbula inferior, se las somete a un proceso de fijación, decalcificación y neutralización según la siguiente pauta:

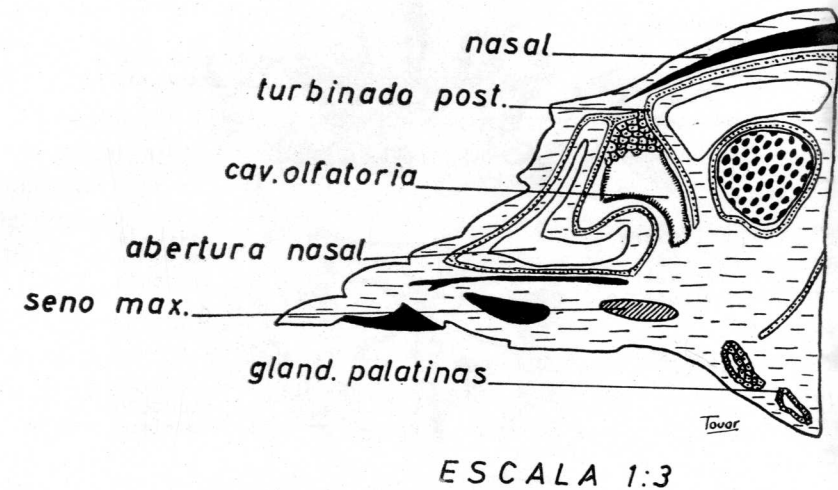


FIG. 5. — Corte medio longitudinal de la cavidad nasal.

- 1.º Fijación en solución de Witmaack durante 48 horas.
- 2.º Fijación en solución de Orth durante 6 días.
- 3.º Decalcificación en solución de ácido nítrico al 1'5 % hasta que los huesos pudieron cortarse con una cuchilla de afeitarse (3 días).
- 4.º Neutralización en solución de sulfato sódico al 5 % y lavado durante toda la noche al chorro suave del grifo.

A continuación se practicaron cortes sucesivos transversales de 2 milímetros de espesor, desde el borde anterior de las aberturas nasales hasta llegar a la cavidad ocular (anillo esclerótico). En otras muestras se hicieron también cortes longitudinales del mismo espesor en la región a estudiar. Todos los cortes fueron observados al microscopio de disección e interpretadas las diferentes estructuras con los correspondientes aumentos. De estas imágenes se hicieron dibujos ortométricos, algunos de los cuales acompañamos en este trabajo.

La interpretación de muchas estructuras microscópicas se hizo con preparaciones histológicas a partir de tales cortes, previa deshidratación e inclusión en parafina de los mismos. Los cortes microscópicos obtenidos se tiñeron con hematoxilina férrica.

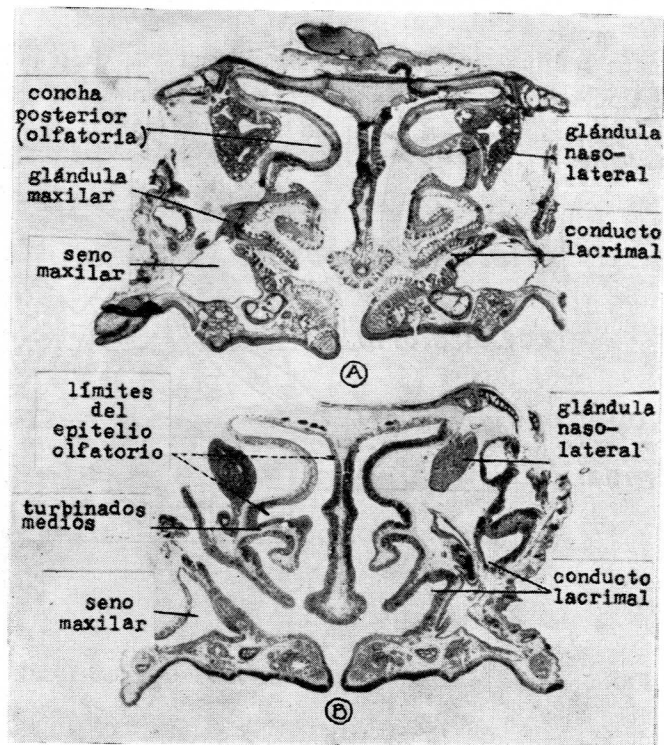


FIG. 6. — Microfotografías de dos cortes de las porciones posterior (A) y media (B) de la cavidad nasal.

### Resultados y discusión

Parece evidente que el sentido del olfato de las aves, por razones de su organización, no deba alcanzar el grado de perfección que en los mamíferos. Sin embargo, el considerar a las aves como microsmáticas no parece tampoco muy justificado, dada la superficie relativamente amplia del epitelio olfatorio. Asimismo, no resulta muy fácil, en la gallina, el poder delimitar con precisión las zonas respiratoria, humidificadora y olfatoria de la cavidad nasal.

De nuestras observaciones deducimos que el epitelio olfatorio alcanza un mayor desarrollo que el respiratorio o vibrátil y, a la vez, la su-

perficie verdaderamente humidificadora es bastante reducida, si bien es verdad que una gran parte de la zona tapizada por células vibrátiles asume también funciones secretoras de humidificación. El epitelio olfatorio se desenvuelve, preferentemente, en la zona posterosuperior de la cavidad nasal, proyectándose también hacia abajo en el tercio posterior de la misma.

Las tres conchas, con desarrollo y disposición muy semejantes a las del hombre, describen su trayecto en toda la longitud de la cavidad nasal tapizando a los turbinados y representando las superficies funcionales ya descritas. Hay que significar, no obstante, que la porción media está en parte humedecida por la secreción lacrimal, que, en la gallina, pasa a la zona respiratoria, para luego ser deglutida.

La glándula nasolateral o glándula de Steno es bilateral y monolobulada en la gallina y, aunque no tan desarrollada como en las aves marinas, alcanza en esta especie un tamaño considerable. Alojada debajo del turbinado superior, abarca una gran parte del espacio existente entre la narina y la órbita. Sigue sin precisarse la verdadera función de esta glándula —para algunos autores tiene hasta misiones digestivas, dado que su conducto excretor principal desemboca en la faringe—, si bien está reconocido su significado de defensa humidificando la cámara nasal. El hecho de que participe también en la lubricación del epitelio olfatorio, ha servido para que otros autores (3, 4) atribuyan a esta glándula un papel muy importante como reguladora del metabolismo epitelial y de los corpúsculos receptores en dicha zona olfatoria. Cualquiera que sea su función o funciones, la verdad es que son muy significativas las experiencias de cambio de habitat en muchas aves que provocaron la atrofia o hipertrofia de esta glándula y, en consecuencia, han suscitado numerosas hipótesis sobre el verdadero papel de la misma (SCHJÖLLER, SCHMIDT-NIELSEN, FRINGS y MAORIS —cit. por BANG (2)—).

El seno maxilar mantiene comunicación con las fosas nasales a favor de un ostium que se abre en la lámina cribiforme, cerca de la cavidad orbitaria y muy cerca también de la glándula de Harder. Es un espacio aéreo fraguado entre los huesos limitantes —algunos autores lo denominan infraorbitario— que, como otros existentes en la cabeza, asume la misión de conceder la necesaria ligereza a esta región de las aves (7). Su fondo anterior se prolonga por delante hasta debajo de las narinas, y por detrás, hasta la región orbitaria. Interiormente se encuentra tapizado por células ciliadas, sobre todo en el fondo posterior y paredes próximas al ostium.

El órgano vomeronasal falta en la gallina o, cuando menos, no aparece diferenciado como en otros vertebrados. Nosotros creemos más bien



esto último y sospechamos que una gran parte del significado funcional del órgano de Jacobson de los mamíferos recae en las glándulas y terminaciones nerviosas de la región palatina de las aves.

Volviendo de nuevo a la porción olfatoria de la cavidad nasal, al ocupar una zona profunda, también en la gallina está bastante protegida tanto de la desecación como de los posibles traumas. Ya hemos apuntado el papel de otros epitelios y glándulas que regulan la función del epitelio olfatorio. De todas formas, y aunque los neuroanatómicos prosiguen los trabajos encaminados a un mejor conocimiento de la estructura celular, las interrelaciones de los componentes de la mucosa olfatoria no están todavía muy aclaradas. Por nuestra parte, sólo queremos dejar constancia de un amplio desarrollo del epitelio olfatorio en la gallina, sin que ello quiera significar que las aves sean macrosmáticas.

### Resumen

Se hace un estudio general de los órganos que componen la cavidad nasal de la gallina, a favor de interpretaciones macro y microscópicas de cortes sucesivos practicados en esta región en sentido longitudinal y transversal.

La glándula naso-lateral en la gallina es monolobulada y muy desarrollada. Se aloja debajo del turbinado superior y, en su sentido longitudinal, abarca las tres cuartas partes del trayecto nasal, entre la narina y la órbita correspondiente. Se necesitan más estudios para precisar las verdaderas funciones de esta glándula. Su conducto principal desemboca en la faringe.

El seno maxilar es completo y muy amplio, abriéndose a la cavidad nasal en la lámina cribiforme. Está tapizado en algunas partes por células ciliadas.

No está bien diferenciado el órgano vomero-nasal propiamente dicho, pero algunas de las estructuras epiteliales y nerviosas diseminadas por el conjuntivo-vascular de la región palatina es probable asuman las funciones del órgano de Jacobson o aparato olfatorio secundario en las aves.

El epitelio olfatorio tapiza en casi toda su longitud el techo de la cavidad nasal, proyectándose lateral y medialmente hacia abajo, sobre todo en su tercio posterior. Sin embargo, y a pesar del amplio desarrollo que ofrece este epitelio, ello no autoriza para considerar a la gallina como vertebrado de elevada capacidad olfativa.

### Zusammenfassung

Es werden die Bestandteile der Nasenhöhle der Henne studiert. Dazu führt man Schnittserien in dieser Region quer und längst der Axe durch.

Es werden einige Eigenheiten der lateralen Nasendrüse, des «sinus maxillaris», sowie des Womer-Nasenorgan berichtet.

Es wird noch auf die Notwendigkeit hingewiesen, in weiteren Untersuchungen die Geruchsinnkapazität der Schleimhaut dieser Tierart genauer zu bestimmen.

### Summary

A general study on the anatomy of the nasal chamber in chicken is carried out. It is done by means both a macroscopic and microscopic interpretation on serial sections in that region.

The lateral nasal gland is a consistent avian structure. The gland itself is monolobulated and hollowed in the supraorbital bridge, comprising a great part of the length of chamber. More information on the actual functions of this organ is needed. Its primary duct flows in the pharynx.

The maxillary sinus is well developed and open itself to the nasal chamber just in the cribiform plate. A part of inner surface is lined with ciliated cells.

The vomeronasal organ is not well developed. Some structures, however, which spread on the palatine connective-vascular tissue, might probably to assume the functions of that accessory olfactory organ in chicken.

The olfactory epithelium lines most part in the upper nasal chamber. It laterally spreads on the medial portion downwards. In spite of great development offering this area, it doesn't imply to account to the chicken as amacrosmatic vertebrate.

### Résumé

On a étudié les composants de la cavité nasale de la poule au moyen de coupes de cette région, pratiquées transversalement et longitudinalement à son axe.

On précise des détails sur la glande naso-latérale, sinus maxillaire ainsi que sur l'organe voméro-nasal.

On énonce le besoin de mieux préciser, dans des travaux successifs des circonstances sur la capacité olfactive de cette espèce.

### BIBLIOGRAFÍA

1. ALLISON, A. C. (1953): The morphology of the olfactory system in the vertebrates. «Biol. Rev. of the Cambridge Philosophical Society», 28 (2), 195-199.
2. BANG, B. G., y F. B. BANG (1959): A comparative study of the vertebrate nasal chamber in relation to upper respiratory infections. I. Comparative morphology of the nasal chambers of three commonly used laboratory animals: chicken, rat, and ferret. II. Adaptative variations in the vertebrate nasal chamber in relation to defense against disease. Separata del «Bulletin of the Johns Hopkins Hospital», 104 (3), 107-149.
3. COPELAND, M. (1913): The olfactory of the spotted newt. «Journ. Animal Behaviour», 3 (18), 260-281.
4. HYMAN, L. H. (1961): «Comparative Vertebrate Anatomy». The University of Chicago Press: Chicago, Illinois (U. S. A.).

5. MARPLES, B. J. (1943): The structure and development of the nasal glands of birds. «Proceedings of Zoology Society», **11**, London.
6. NEGUS, V. (1955): Comparative anatomy and physiology of the respiratory tract in relations to clinical problems. «Ann. Roy. Coll. Surgeons England», **16**, 281-291.
7. ROMEIS, B. (1928): «Guía Formulario de Técnica Histológica». Ed. Labor, Barcelona.
8. SANDOVAL, J. (1961): Sobre los órganos y sentido del olfato de las aves. «Colegios Veterinarios de España», **8**, 785-789.
9. SANDOVAL, J. (1963): Estudio sobre la anatomía comparada y funcional del esqueleto cefálico de la gallina y su morfogénesis. Características craneológicas en las principales razas explotadas en España. (Tesis doctoral). «Anales de Anatomía de la Facultad de Medicina de Zaragoza», **12** (26), 283-359.
10. STURKIE, P. D. (1954): «Avian Physiology». Comstock Publishing Associates. Ithaca. N. Y.

## COMPORTAMIENTO CLÍNICO Y BIOELÉCTRICO TRAS LESIONES EN TEGMENTO PONTOMESENFÁLICO DORSAL \*

(UN ESTUDIO EXPERIMENTAL EN EL GATO)

Por

J. T. POSADA

### *Introducción*

**B**REMER, en el año 1935, señaló que la lesión total del mesencéfalo daba lugar a un EEG de ondas lentas y de gran voltaje (deactivado o sincronizado) parecido al del sueño fisiológico. En el año 1949, MORUZZI y MAGOUN describen el sistema reticular ascendente de activación, atribuyendo el tono funcional de la corteza a los impulsos que por vía multisináptica reticular ascienden desde tronco cerebral de forma difusa a la corteza. Los trabajos de LINDSLEY, BOWDEN y MAGOUN en animales agudos (1949), y de LINDSLEY, SCHREINER, KNOWLES y MAGOUN (1950), STARZL, TAYLOR y MAGOUN (1951) y de FRENCH, AMERONGEN y MAGOUN (1952) en animales crónicos, demuestran que es precisamente la lesión en formación reticular mesencefálica y diencefalo basal la responsable de la sincronización del EEG, pues aunque las vías aferentes del lemnisco medio y lateral sean interrumpidas a nivel mesencefálico, si la formación reticular es respetada se observa actividad en el EEG, con permanencia de los estados de sueño y despertar, comprobables clínica y electroencefalográficamente (MAGOUN, 1952 y 1954). BATINI, MORUZZI, PALESTINI, ROSSI y ZANCHETTI (1959), al seccionar el tronco del encéfalo por delante de la protuberancia (preparación pre-

\* Resumen de la Tesis doctoral del autor realizada en la Cátedra de Anatomía de la Facultad de Medicina de la Universidad de Navarra (Prof. Reinoso-Suárez), juzgada en dicha Facultad y calificada con la nota de «Sobresaliente cum laude».

Este trabajo ha sido realizado, en parte, con una ayuda de los National Institutes of Health de Estados Unidos.

trigeminal rostopontina) observan un EEG y manifestación clínica de sueño en los animales, mientras que la sección del tronco del encéfalo inmediatamente por delante de la entrada del trigémino (preparación pretrigeminal mediopontina de los mismos autores) da lugar a un EEG activado con manifestación clínica de vigilia. Esta circunstancia hace suponer la existencia de unos centros sincronizadores, situados caudalmente a la lesión mediopontina, lo que demuestran MAGNES, MORUZZI y POMPEIANO (1961) a nivel bulbar.

Recientemente, JOUVET (1962) señala la existencia de un centro romboencefálico responsable del sueño profundo, sueño paradójico o sueño romboencefálico, así llamado por la localización del centro responsable del mismo. Este sueño se caracteriza electroencefalográficamente por un EEG activado, mientras que hay una mayor relajación muscular, traducible en la pérdida de tono de la musculatura de la nuca. Según JOUVET (1962), sería a través del circuito límbico (midbrain-limbic circuit, de NAUTA, 1958) a través del que caminarán los impulsos nerviosos procedentes del centro hipóptico romboencefálico. Este circuito tiene su origen en los núcleos tegmentales dorsal y ventral de Gudden.

Nuestro trabajo está dentro de una serie de experimentos que pretenden demostrar la participación de los distintos centros troncoencefálicos en la regulación de la dinamogénesis cortical. A la vista de lo expuesto, la zona problema que puede darnos más luz sobre las formaciones activadoras y sincronizadoras del EEG se encuentra entre las zonas de lesión de las preparaciones rostro y mediopontinas de BATINI, MORUZZI, PALESTINI, ROSSI y ZANCHETTI (1959). La lesión de la parte dorsal de esta zona destruye el origen del circuito mesencefálico-límbico de NAUTA (1958). Lesiones unilaterales aquí situadas dan lugar a una fuerte activación del EEG (CAMACHO-EVANGELISTA y REINOSO-SUÁREZ, 1964). Lesiones bilaterales posteriores a esta zona producen un marcado aplanamiento del electroencefalograma (ESCOLAR, 1955). Por todo ello, nos decidimos a hacer un estudio estadístico de las modificaciones del EEG y del electromiograma de los músculos de la nuca después de lesiones bilaterales a este nivel.

BREMER (1960) dice que las modificaciones de los potenciales evocados corticales a estímulos sensoriales es signo más expresivo de la dinamogénesis cortical que el propio EEG. REINOSO-SUÁREZ (1963, 1964) insiste en el hecho de que estos potenciales pueden modificarse sin cambios en el electroencefalograma de una zona cortical. En nuestro trabajo estudiamos también las modificaciones de los potenciales evocados en área auditiva por estímulos sonoros. Finalmente hacemos un estudio del comportamiento clínico de los animales.

Estos tres aspectos: 1) estudio clínico; 2) modificaciones del EEG, y 3) modificaciones de los potenciales evocados a estímulos acústicos, se hacen durante el mes que sigue a la lesión y siempre comparativamente con un control previo a aquélla.

### Material y métodos

Hemos usado gatos adultos de ambos sexos y con un peso medio de 2 o 3 Kg. Anestesia general con Narcovenol intraperitoneal. En condiciones asépticas se deja al descubierto la calota ósea craneal practicando 6 orificios, colocando en cada uno de ellos un electrodo cortical de material plástico y forma cilíndrica por el que pasa un hilo de plata cuya terminación es una esfera que queda en contacto con la dura, presionando ésta sobre la corteza cerebral.

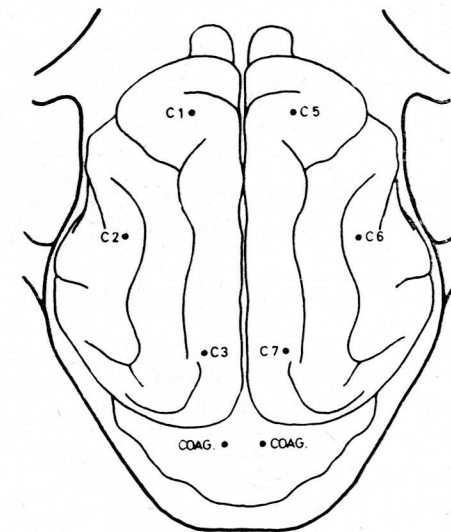


FIG. 1. — Esquema mostrando la localización de los electrodos corticales (numerados) y en la parte inferior la situación de entrada de los electrodos de profundidad para coagular bilateralmente el tegmento pontomesencefálico dorsal.

Quedan, pues, situados en cada animal dos electrodos frontales, dos parietales y dos occipitales, correspondiendo tres al hemisferio derecho y tres al izquierdo; se tomó como punto de referencia para su colocación Bregma y línea media, quedando situados en relación con la corteza cerebral (fig. 1):



Reg. Frontal a Circunvolución Sigmoidea Posterior.  
 Reg. Parietal a Circunvolución Ectosilviana Anterior.  
 Reg. Occipital a Circunvolución Lateral.

Se colocan dos electrodos indiferentes, uno anterior en región frontal para derivación a tierra y otro occipital, indiferente en los montajes monopolares (electrodos constituidos por pequeños tornillos de acero roscados en dichas regiones). Una aguja de acero se insertó en los músculos de la nuca para registro electromiográfico.

Dispuestos así los electrodos de superficie, se procede a la implantación de los electrodos de profundidad en número de dos, constituidos por hilo de acero esmaltado, excepto la punta, de 1 mm de extensión. Se sitúan estereotáxicamente mediante el atlas de encéfalo de gato de REINOSO-SUÁREZ (1961) y el aparato de estereotaxia modelo ESCOLAR (1951). Dado que en esta situación los electrodos tropiezan con la tienda del cerebelo, se introdujeron oblicuamente formando con la horizontal un ángulo de 60°.

A continuación procedimos a fijar todos los electrodos a la superficie ósea mediante cemento de dentista; los cables que quedan por fuera en conexión con los electrodos son soldados a un enchufe de clavijas múltiples.

Pasados ocho-diez días de la intervención, durante los cuales se han observado los cuidados postoperatorios necesarios, con el animal en libertad, procedimos a efectuar un primer registro EEG antes de la coagulación, registro que se hace en las mismas condiciones que todos aquellos que van a sucederle.

Se instala el gato en una jaula, que se mantiene en semioscuridad, durante dos-tres horas necesarias para su habituación, al cabo de las cuales se inicia el registro. El tiempo medio de duración de cada registro es de seis horas, con intervalos de media hora.

Durante los registros el animal permanece aislado de ruidos o estímulos que pudieren excitarle, obteniéndose actividad bioeléctrica cerebral del gato, correspondiente a vigilia y sueño en diferentes fases, así como su reactividad a estímulos acústicos y ópticos. Acto seguido hemos lesionado por diatermia la zona problema mediante un aparato tipo Wyss (1945), aplicando intensidades de 40-55 MA con tiempos que han oscilado entre 15 y 20 segundos.

Terminada la coagulación se continúa registrando actividad cerebral durante dos horas.

Se efectuaron registros en estas condiciones a los 2, 7, 14, 21 y 28 días siguientes a la lesión.

Terminado el último registro, a las cuatro semanas de la coagulación, sacrificamos el animal mediante la inyección intracardíaca de éter sulfúrico y extraemos el cerebro y se fija en formol al 20 %.

Al cabo de ocho-diez días de fijación de la pieza de estudio, se incluye en parafina, se corta en series de 7 micras de espesor y se tiñen por un método somático (Nissl) y otro mielínico (Luxol test blue) para la localización de la lesión.

Los registros EEG obtenidos han sido estudiados y confrontados todos, llevándose a cabo el análisis total de frecuencias y voltajes, así como de los potenciales evocados obtenidos a estímulos acústicos, y construimos las gráficas individuales y totales de dicho estudio.

Especial mención requiere la descripción del análisis del material electroencefalográfico obtenido, por ser esta técnica un estudio dinámico cuyas variables, frecuencia, amplitud y morfología de las ondas gráficas que traducen la actividad bioeléctrica cerebral depende de factores tales como estímulos externos, grado de vigilancia, conducta del animal, habituación a las condiciones de experiencia, factores metabólicos, etc., cuya presentación a lo largo del estudio podemos considerarla bajo control del azar en el sentido de la escasa posibilidad de la influencia que podemos ejercer sobre el orden y la incidencia de presentación de dichos factores.

Dadas estas circunstancias, la posibilidad de obtener una información transformable en datos neuroanatómicos o neurofisiológicos con el estudio de cortos segmentos de EEG permanece hipotética pese a los meritorios estudios realizados hasta la fecha. Por otra parte es conocido que modificaciones electroencefalográficas, originadas por lesiones de estructuras encefálicas, se hacen manifiestas en algunos casos solamente en determinados estadios electrográficos, especialmente en aquellos que parecen expresar variaciones cuantitativas de determinados sistemas de regulación. Todo ello nos lleva a concluir la necesidad de realizar estudios EEG de larga duración, en los que se refleje toda la serie de estadios electroencefalográficos que van desde la vigilia alerta al sueño profundo y que expresen, en función del tiempo, el porcentaje de cada uno de dichos estadios.

Basándose en este criterio se recogía un trazado EEG previo a la introducción de la variable experimental durante un período de 5-6 horas. El registro gráfico, en una extensión de 270 metros por área estudiada, nos permitió observar en forma dinámica la presentación de la totalidad de las fases bioeléctricas. Estas fases se cuantificaron en su duración (por centímetros) con arreglo a un standard previamente establecido que comprendía 4 grados de sincronización, que más tarde se

resumieron en dos (activación y sincronización). Una vez realizada la coagulación se efectúan registros de análoga duración que, unidos a los efectuados posteriormente, nos ponía en posesión de una gráfica de 1.080 m por cada animal y área. El material recogido después de la coagulación era sometido a un estudio análogo al control, añadiéndose la comprobación de la presencia o no de grafoelementos patológicos. Estudios análogos se efectúan en los registros posteriores que se realizaron hasta el sacrificio del animal.

Una vez determinada en centímetros la extensión de cada una de las fases standard en las distintas áreas de cada animal, se procedió a transformarlas en tantos por mil del total y se construyeron las gráficas correspondientes a cada una de las áreas de ambos hemisferios. Posteriormente y por tratarse de lesiones bilaterales, las gráficas de áreas homólogas de ambos hemisferios se transformaron en una gráfica de expresión media. Finalmente, considerando que las curvas siguen en todos los casos una misma tendencia, se obtuvo una gráfica media de las áreas homólogas de todos los animales.

Además, se ha realizado el estudio de los potenciales evocados por estímulos acústicos en las áreas auditivas. Los potenciales se cuantificaron midiendo la máxima distancia punta a punta de 30 potenciales y obteniendo la media aritmética de ellos. Esta media fue comparada después con la obtenida en los registros basales y con la de los registros 2, 7, 14, 21 y 28 días después de la coagulación, respectivamente.

### Hallazgos

#### A) Lesión

Las lesiones siempre bilaterales y nunca de un diámetro superior a los 3 mm han solido estar localizadas en el tegmento pontomesencefálico dorsal, destruyendo la porción posterior del núcleo tegmental dorsal de Gudden, fascículo centrotegmental y substancia gris central suprayacente (figs. 2, 4, 5). En algunos casos, una de las lesiones se ha extendido hacia la línea media abarcando al fascículo longitudinal posterior. En otras ocasiones se ha lateralizado extendiéndose al núcleo motor del trigémino y aun a parte del haz braquio conjuntivo; finalmente, en otros casos las lesiones han avanzado hacia abajo y adelante a la parte dorsal del núcleo reticular oral del puente.

#### B) Estudio clínico

La principal manifestación clínica en la mayoría de los animales fue el de lateropulsión hacia la derecha con caída del animal al mismo lado,

a la par que describe círculos amplios, si bien en ocasiones terminaban dando vueltas ceñidos a las piernas del observador. En otros observamos una tetraparexia sin predominio de lateralidad.

En el primer grupo de animales hubo de común una lateralización hacia fuera de la lesión del lado derecho, que se aproximó a la región del braquio conjuntivo, mientras que la del lado izquierdo se aproximaba a la línea media, lesionando el fascículo longitudinal posterior.

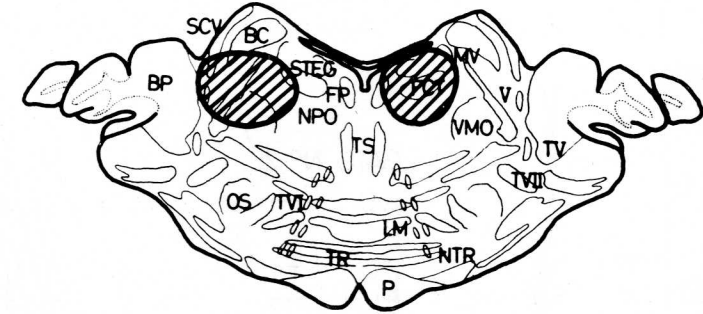


FIG. 2. — Representación esquemática de la situación de las lesiones (por coagulación) producidas en el animal núm. 2.

Abreviaturas: BC, Brachium conjuntivum = Pedunculus cerebellaris superior. BP, Brachium pontis = Pedunculus cerebellaris medius. LM, Lemniscus medialis. MV, Tractus mesencephalicus nervi trigemini. NPO, Nucl. reticularis pontis oralis. NTR, Nucl. corporis trapezoidei. P, Tractus piramidalis. SCV, Tractus spinocerebellaris anterior. OS, Oliva superior. STEG, Nucl. tegmenti dorsalis (GUDDEN). TR, Corpus trapezoideum (FLECHSIG). TS, Tractus tectospinales. TV, Tractus nervi trigemini. TVI, Tractus nervi abducentis. TVII, Tractus nervi facialis. VMO, Nucl. motorius nervi trigemini.

En el otro grupo, las lesiones lateralizadas o desviadas hacia la línea media fueron más simétricas.

A los 14 días se encuentra una casi total recuperación de los animales, para ser completa al finalizar el experimento.

#### C) Estudio electroencefalográfico

El estudio estadístico de los amplios trazados electroencefalográficos realizados en el mes que sigue a la lesión, muestra, al compararlos con el trazado basal previo a la misma, una marcha paralela en todos los animales. A veces observamos una dispersión temporal y en la intensidad de los fenómenos estudiados que dependen principalmente del grado de activación electroencefalográfica de comienzo. Este es diferente, sobre todo en lo que a regiones occipitales y parietales se refiere (figs. 3, 4 y 5).

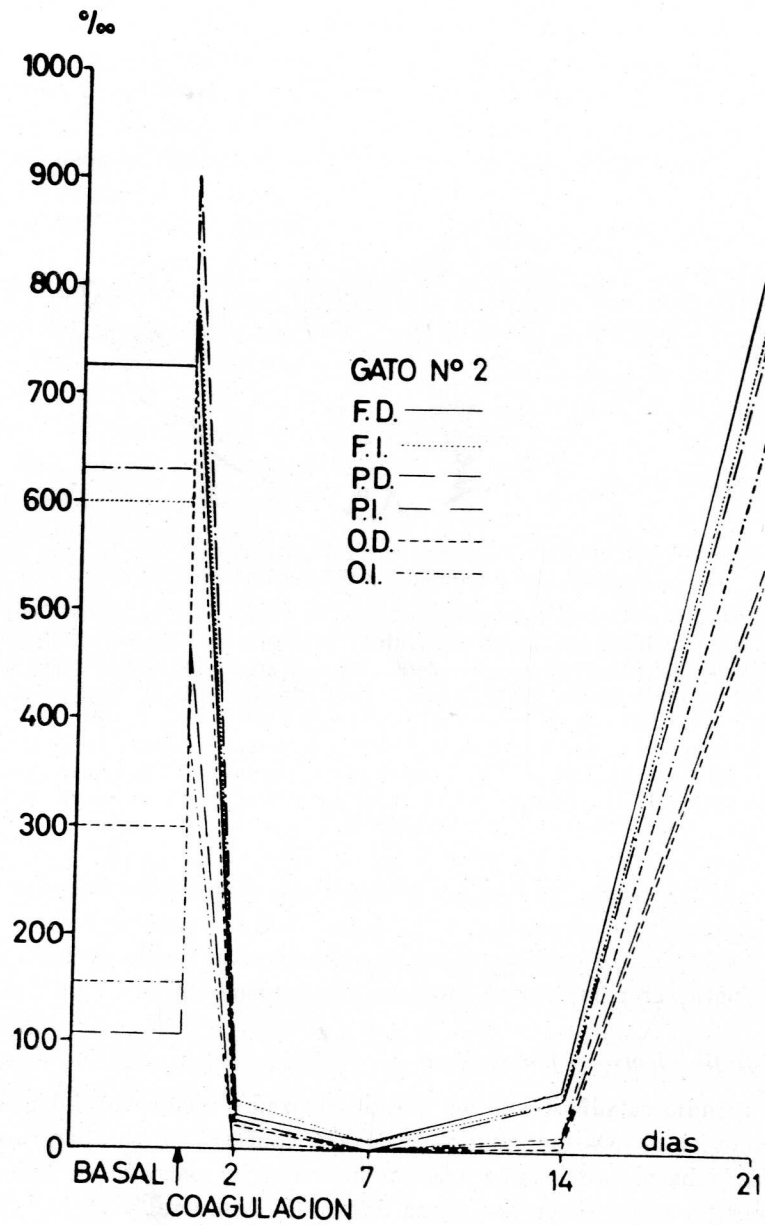


FIG. 3. — Evolución en el tiempo de los valores medios de las frecuencias sobre áreas frontales, parietotemporales y occipitales de ambos hemisferios, antes y después de las lesiones, correspondientes al animal número 2.

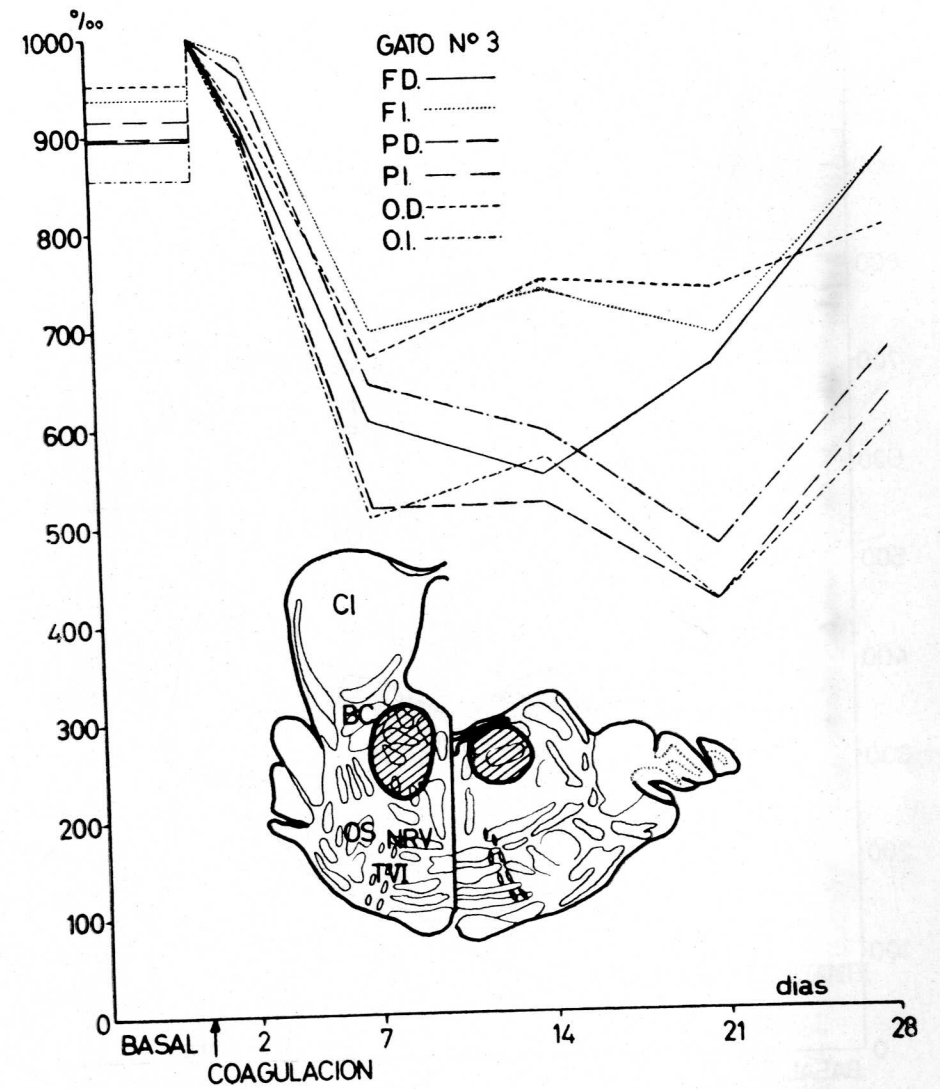


FIG. 4. — Estudio gráfico de la evolución en el tiempo de los valores medios de las frecuencias obtenidas pre y post-coagulación en el animal número 3, sobre áreas frontales, temporoparietales y occipitales de ambos hemisferios. Abajo: Esquema de la localización de las lesiones en este animal. Abreviaturas: BC, Brachium conjunctivum. CI, Colliculus inferior. NRV, Nucl. reticularis ventralis. TVI, Tractus nervi abducentis.



Inmediatamente después de la coagulación se produce un fenómeno constante, que es un aumento de la actividad del EEG en toda la corteza cerebral. Esta activación suele ser más marcada cuanto más sin-

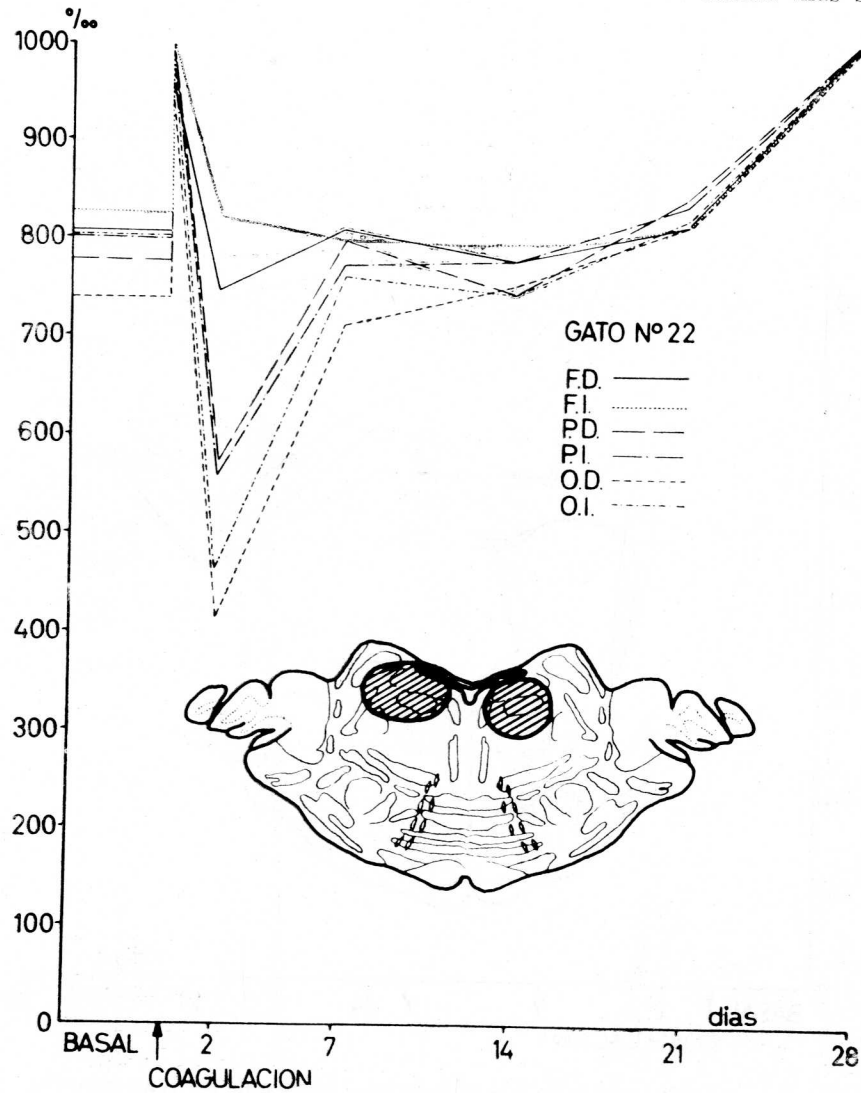


FIG. 5. — Estudio gráfico de la evolución en el tiempo de los valores medios de las frecuencias obtenidas pre y post-coagulación en el animal número 22, sobre áreas frontales, temporoparietales y occipitales de ambos hemisferios. Abajo: Esquema de la localización de las lesiones en este animal.

cronizado era el EEG basal (fig. 3). Es menos llamativa en los gatos en los que el EEG basal es más activado (figs. 4 y 5). Aun en estos

casos, el hecho es patente, suponiendo en la resultante analítica total una fuerte subida hacia la activación, que en las áreas frontales llega casi al 1.000 %∞, aproximándose a estas cifras en las áreas parietales y occipitales (fig. 6).

En los días siguientes a la coagulación sucede a este fenómeno de activación un fenómeno de pérdida de activación; éste, en la mayoría

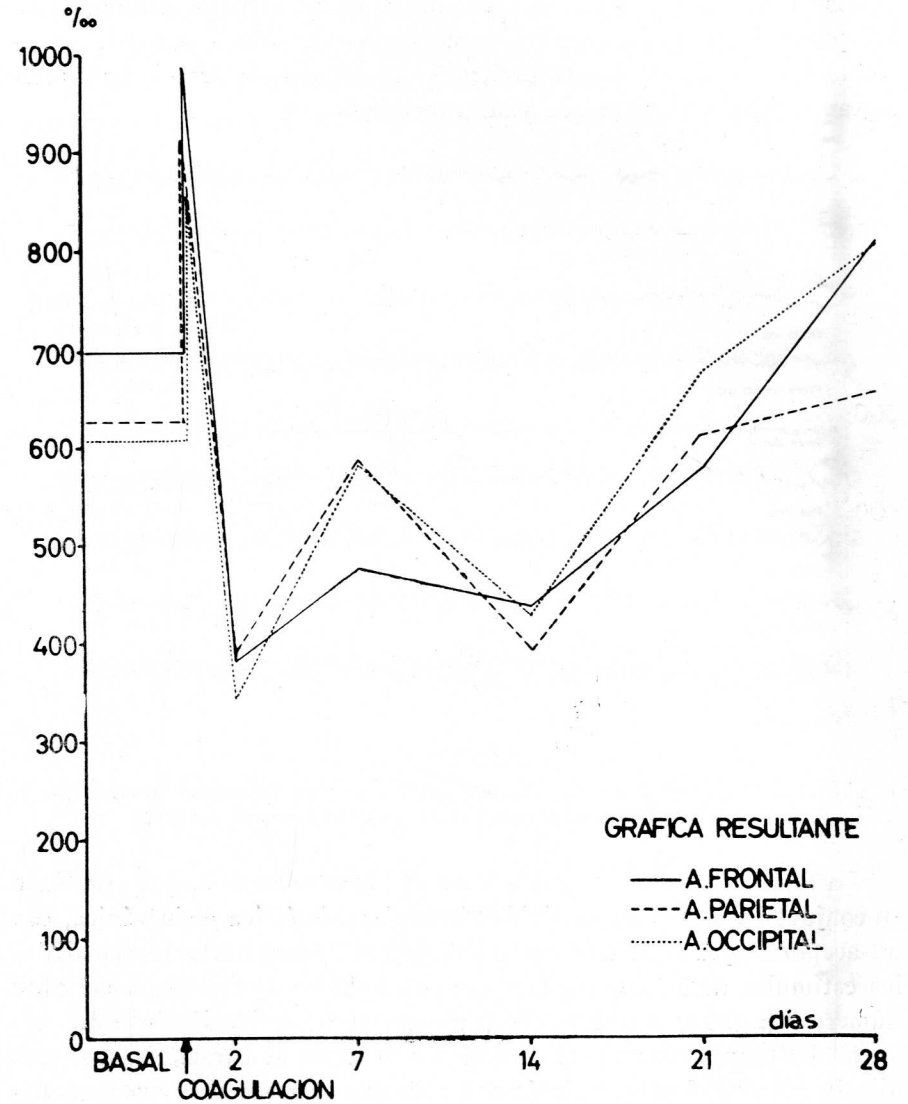


FIG. 6. — Gráfica evolutiva total de los valores medios de las frecuencias obtenidas sobre áreas frontales, parieto-temporal y occipital de ambos hemisferios, en la totalidad de la casuística seleccionada.

de los animales, es marcado a los dos días, y mientras en unos comienza la recuperación a la semana en otros se acentúa entonces para hacerlo finalmente en otro grupo a las dos semanas de la lesión, momento en el que en todos los animales existe una definitiva recuperación del EEG hacia la normalidad, cosa que queda definitivamente establecida entre las tres y cuatro semanas que siguen a la lesión (figs. 3, 4, 5 y 6).

Estos hechos se ponen de manifiesto en el estudio estadístico de los períodos de sincronización y activación del EEG; quedan igualmente expresados de forma gráfica en el estudio de los electroencefalogramas desde un punto de vista morfológico.

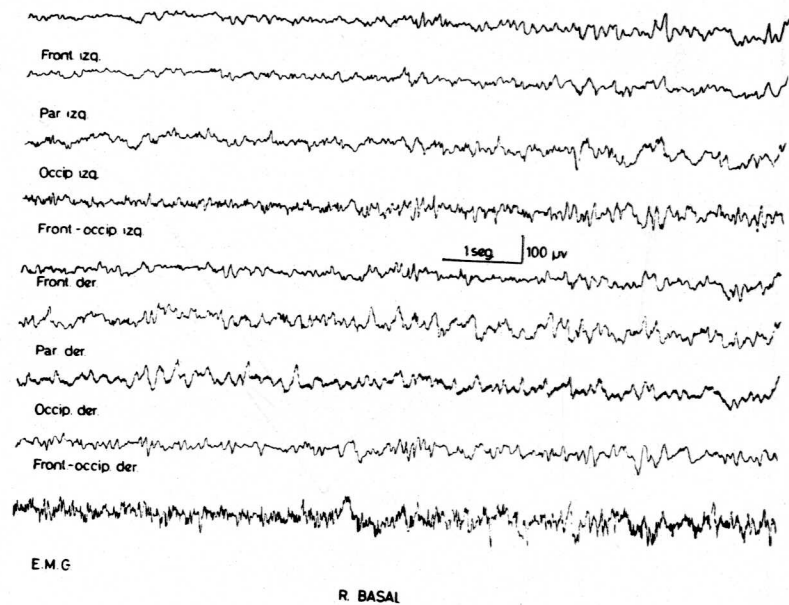


FIG. 7. — Actividad EEG correspondiente a la fase de reposo previa a la coagulación bilateral en el animal número 2.

La figura 7 muestra el EEG basal del gato número 2, que estudiado en conjunto presenta una actividad irregular, simétrica y sincrónica, con un aceptable grado de diferenciación regional y una clara reactividad a los estímulos auditivos, registro que, en relación con el basal del gato número 5 (fig. 13), presenta un grado mayor de activación inicial.

El EEG inmediatamente después de la lesión se caracteriza por una disminución en el porcentaje de ondas de menor frecuencia que son sustituidas por frecuencias rápidas de bajo voltaje. En resumen, se objetiva una activación global en el EEG (figs. 8 y 14). En el gato 5 es más llamativa la activación debido al mayor grado de sincronización exis-

tente en el registro basal (figs. 13 y 14). La reactividad a estímulos acústicos es positiva en todos los animales.

A los dos días de las lesiones, persiste el polimorfismo e irregularidad del registro obtenido, objetivándose una disminución de la diferenciación topográfica a expensas de la aparición y predominio de grafoelementos lentos por desaparición de los pertenecientes a bandas rápidas extremas del control anterior, sobre todo en áreas frontoparietales; así, los cambios significativos consisten en un aumento de las ondas a 4-6 y 6-8 c/s y del voltaje en general (fig. 9). La reactividad a estímulos auditivos en corteza auditiva es persistente en todos los animales.

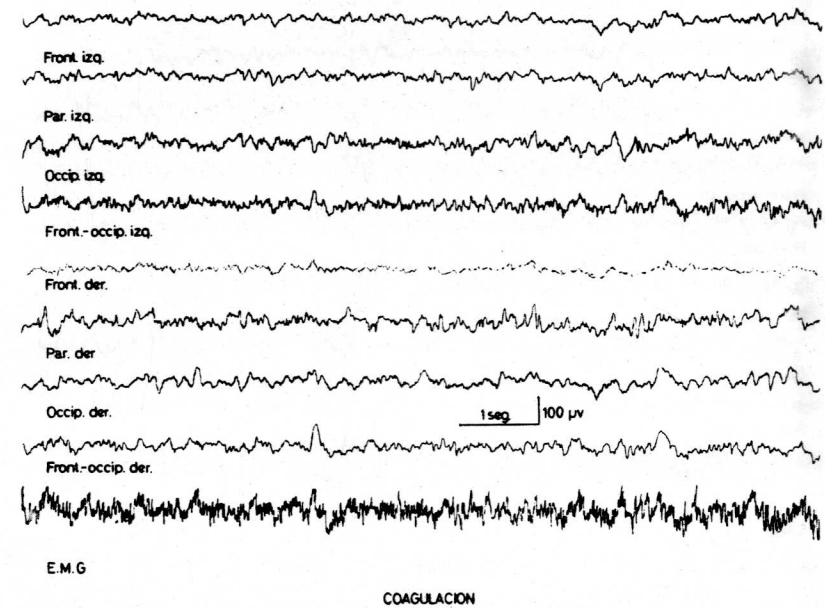
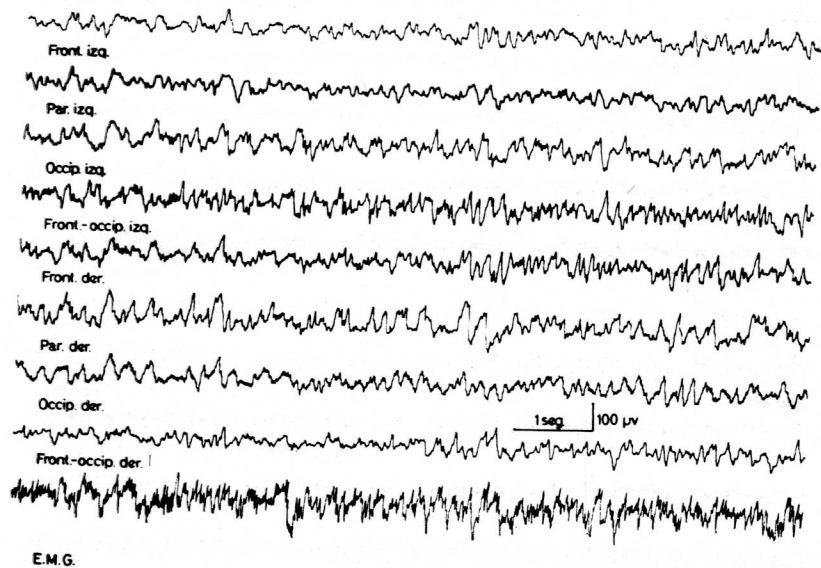


FIG. 8. — EEG inmediato a la lesión bilateral en el animal número 2 representando una activación mayor respecto del registro basal.

A los 7 días la expresión bioeléctrica cerebral tiende al monomorfismo, habiéndose perdido las características regionales, si bien se obtiene un mayor grado de lentificación en áreas posteriores, como asimismo existe un incremento de la amplitud con uniformidad de voltaje en todas las áreas estudiadas como conservando un grado de reactividad análogo a los anteriores controles, o sea, en este control es significativo un grado máximo de sincronización en relación con el observado en el EEG basal (fig. 10). En algunos animales comienza una recuperación hacia la normalidad.

A los 14 días se aprecia una reaparición de la diferenciación topográ-

fica de baja frecuencia por desaparición de los grafoelementos a 2'5-3'5 c/s y registro de ritmos pertenecientes a las bandas comprendidas entre 6-8 c/s; no hay grafoelementos que se puedan valorar como específicos de la lesión efectuada, es decir, que a los 14 días de la lesión se objetiva una discreta disminución del índice de sincronización en el EEG, lo que parece indicar la existencia de un proceso regresivo (fig. 11). En otros gatos, a los 14 días el registro EEG no ha entrado aún en fase regresiva hacia la activación, ya que permanece la sincronización, aunque no tan marcada como en los días anteriores, existiendo aún ausen-



2 DIAS

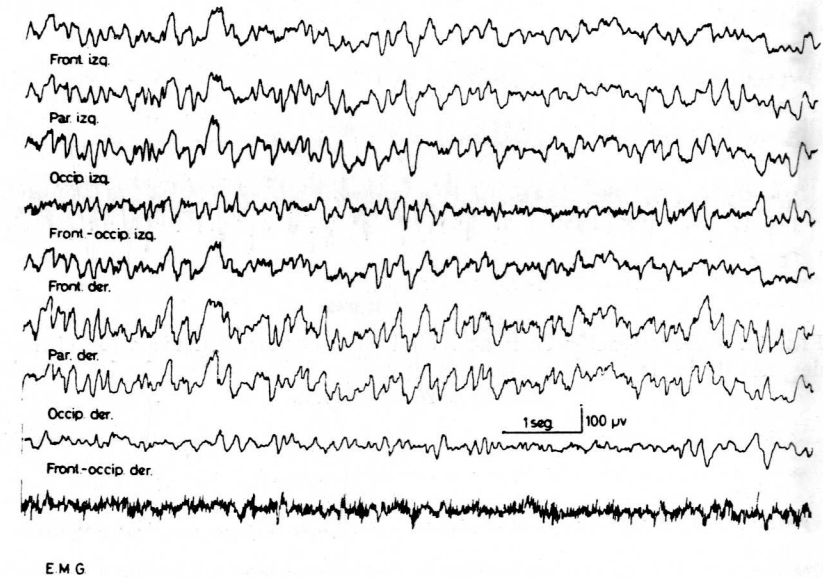
FIG. 9. — Período de reposo perteneciente a los 2 días después de la lesión caracterizado por una deactivación respecto de los dos registros anteriores (animal número 2).

cia de diferencia regional por persistencia de los elementos lentos e hipersónicos (fig. 15); sobre una actividad basal irregular y polirrítmica, predominando las frecuencias a 2-6 c/s y 7-10 c/s, la reactividad a estímulos sensoriales auditivos sigue siendo positiva. Para un último grupo este es el momento de mayor sincronización.

A los 21 días todos los animales presentan un grado notable de activación por desaparición de las ondas lentas e hipervoltadas a 4-6 c/s, así como de las de 6-8 c/s, siendo predominantes los ritmos superiores a 10-25 c/s, reapareciendo la diferenciación regional (figs. 12 y 16). Por tanto, a los 21 días de las lesiones se objetiva un notable aumento del

índice de activación que, tomando en conjunto las áreas y estableciendo las medidas estadísticas, equivaldría a una recuperación del ritmo obtenido en el EEG basal.

Durante el mes que duró la experiencia el EMG siempre se mostró activo, no registrándose por tanto en ninguna fase su aplanamiento. Sobre el ritmo propio de la actividad muscular se intercala a menudo actividad EEG debido a que el electrodo que hace las veces de indiferente está colocado sobre calota en región anterior medial.



7 DIAS

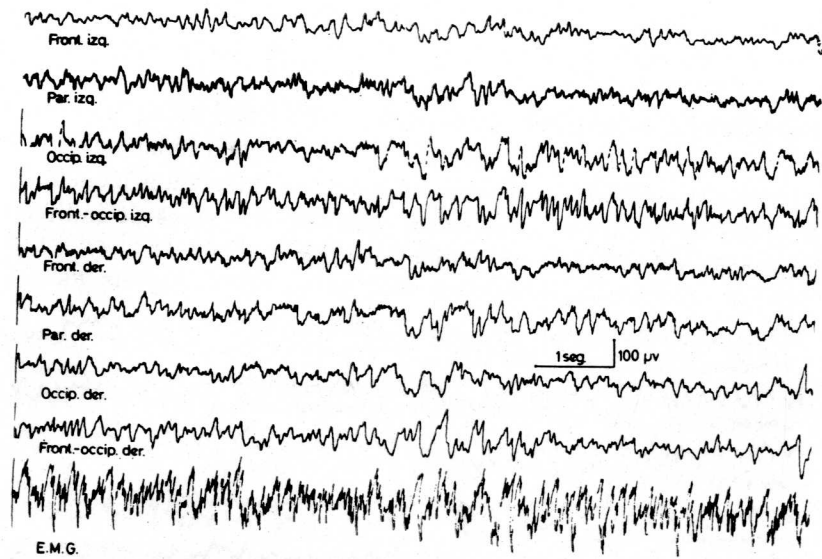
FIG. 10. — Máximo grado de deactivación (sincronización) con predominio de los elementos lentos sobre áreas posteriores, correspondientes a los 7 días después de las lesiones.

Hemos de señalar que el trazado final no es del todo superponible al trazado EEG basal, pues si bien la media de los períodos de sincronización y desincronización (deactivación y activación) tiene sólo ligeras variaciones sin valor estadístico y significativo, existen diferencias en las características propias de cada uno de estos períodos. Quizás la más significativa sea un desplazamiento hacia los ritmos rápidos de las bandas de frecuencias de cada uno de estos períodos.

#### D) Potenciales evocados

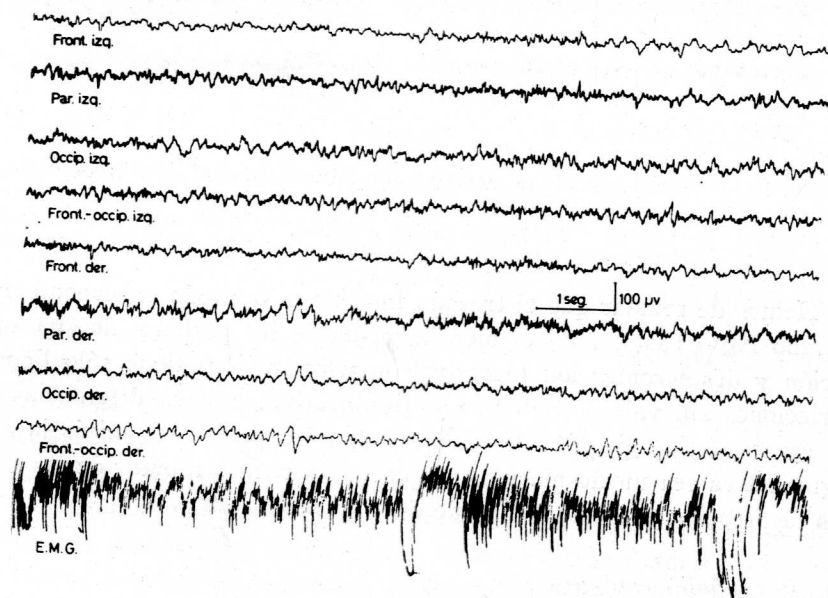
En todos los casos hemos encontrado un aumento de la media de los potenciales evocados en área auditiva por estímulo sonoro desde el





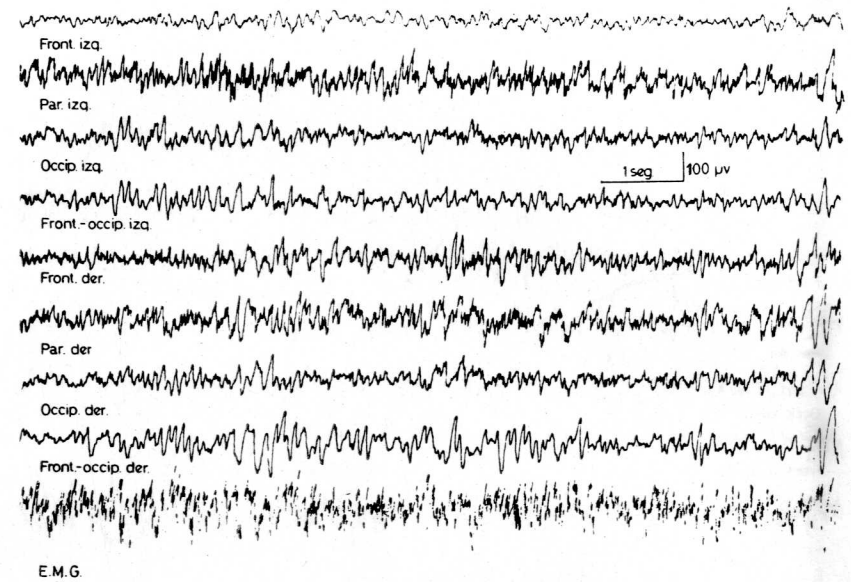
14 DIAS

FIG. 11. — Deactivación de la actividad EEG correspondiente a los 14 días después de las lesiones, período en el que se inicia la fase de desincronización o recuperación.



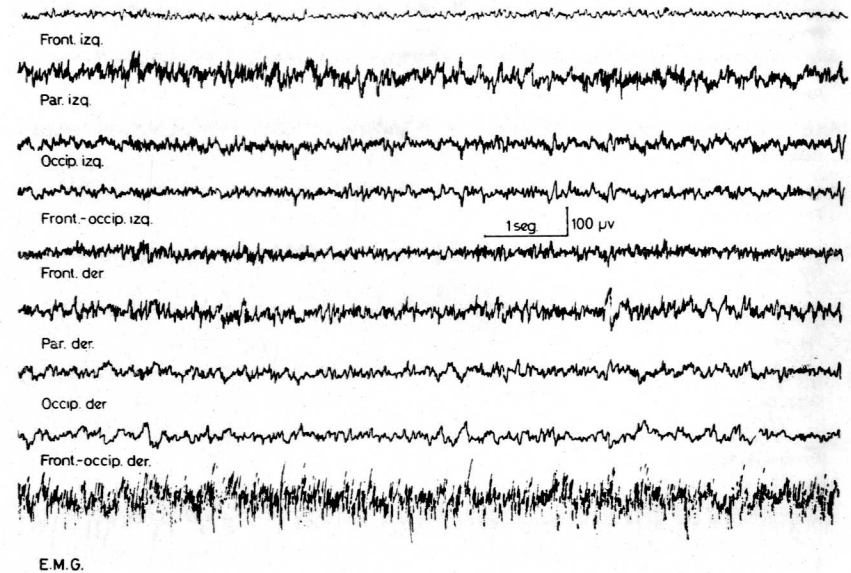
21 DIAS

FIG. 12. — Máximo grado de activación post-coagulación, lograda a los 21 días de estas, expresando un grado total de recuperación.



R. BASAL

FIG. 13. — Período de reposo de la actividad EEG del animal número 5 correspondiente al control basal previo a la coagulación y en el que se objetiva un grado aceptable de sincronización.



COAGULACION

FIG. 14. — Actividad bioeléctrica cerebral correspondiente al animal número 5, inmediatamente después de la coagulación y que expresa un incremento del índice de activación máximo.

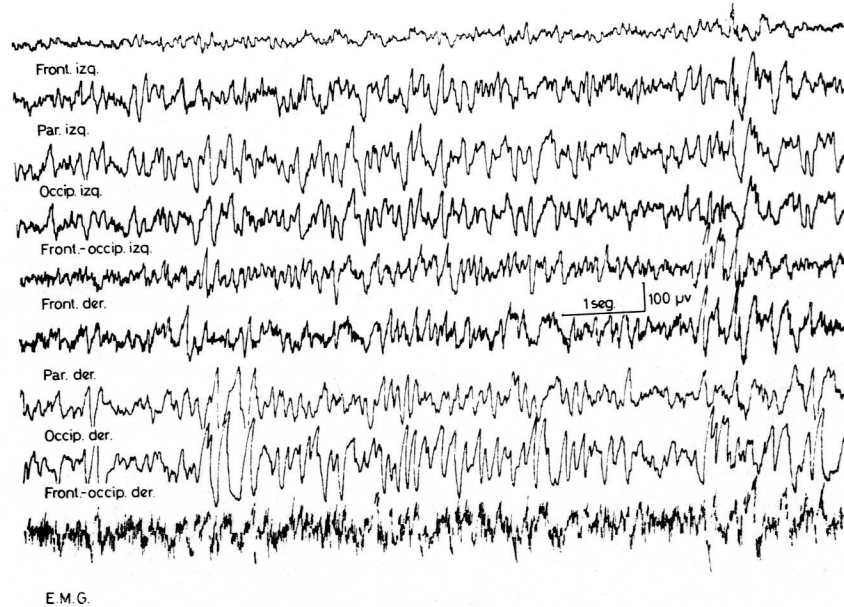
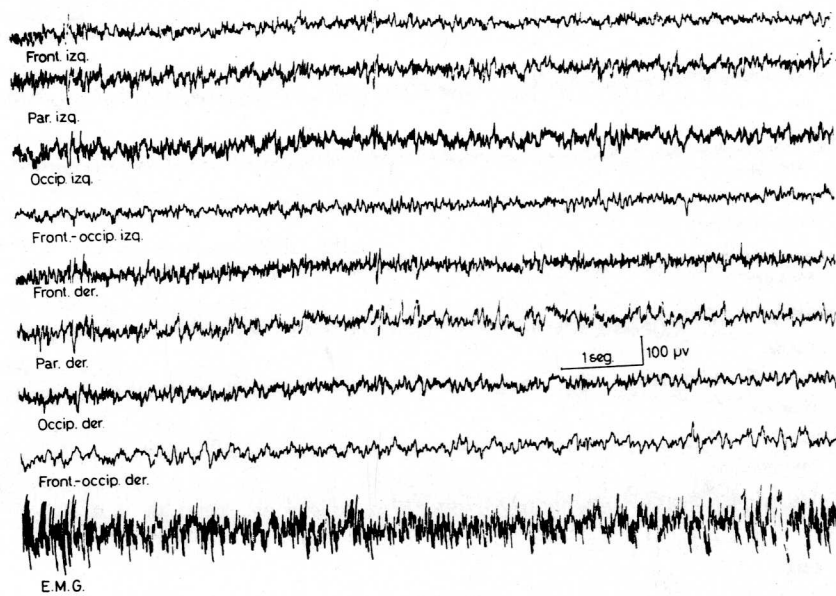


FIG. 15. — EEG del animal número 5 que corresponde a los 14 días después de las lesiones, objetivándose en él una persistencia del índice de sincronización existente desde los dos días posteriores a las lesiones.



21 DIAS

FIG. 16. — A los 21 días de las coagulaciones, de nuevo se incrementa el índice de desincronización, si bien de forma más acusada, equivale a la máxima expresión de recuperación respecto del control basal.

momento de la coagulación, aunque la significación estadística se haya comenzado a estudiar a los dos días de la lesión.

El aumento de la amplitud de los potenciales evocados tiene un valor estadístico altamente significativo. Existió una muy pequeña dispersión

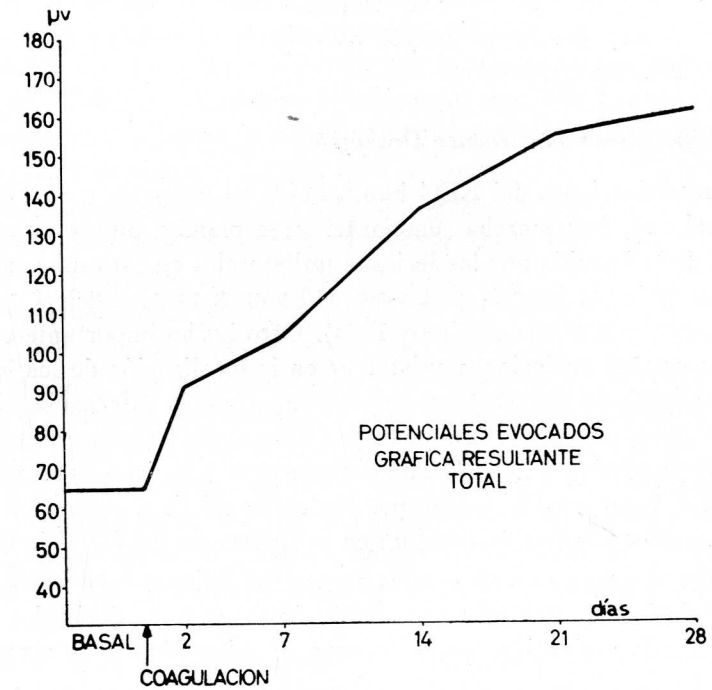


FIG. 17. — Valores medios de las variaciones de las amplitudes de los potenciales evocados en área acústica por un estímulo sonoro después de efectuada la lesión en tegmento pontomesencefálico dorsal (bilateralmente).

y un gran paralelismo en el aumento de la amplitud de los potenciales evocados en área acústica durante los 28 días que solía durar el experimento. La figura 17 muestra la media total resultante del progresivo aumento de los potenciales evocados, que llega a ser de un 153 % en relación con el control basal.

### Discusión

#### A) Conducta clínica

La tetraparexia observada en aquellos animales en los que no existió un predominio de lateralidad en la lesión puede ser atribuida a la destrucción del fascículo centrotegmental, de gran importancia en las conexiones de los núcleos basales y centros extrapiramidales troncoencefáli-

cos, principalmente conexiones rubro-olivares en los animales superiores y en el hombre (VERHAART, 1949).

El predominio de lado en la parálisis por lesiones desviadas hacia la derecha y hacia la izquierda, puede estar en relación con la mayor participación en la zona lesionada del lado parético del núcleo reticular oral del puente, que es del mayor número de conexiones descendentes (ROSSI y ZANCHETTI, 1957).

### B) *Modificaciones electroencefalográficas*

Las modificaciones del EEG han seguido en todos los casos, después de las lesiones, una marcha semejante. Esta marcha difiere en algunos aspectos de la seguida por las lesiones unilaterales en esta misma región (REINOSO-SUÁREZ, SIERRA y CAMACHO-EVANGELISTA, 1962; CAMACHO-EVANGELISTA y REINOSO-SUÁREZ, 1964). Otro hecho importante es el de que las pequeñas variaciones existentes en la localización de las lesiones no han influido de manera comprobable ni sobre la diferencia ni sobre la marcha total del EEG. Las pequeñas diferencias existentes en cuanto al tiempo de ocurrir un fenómeno o en cuanto a la intensidad del mismo parecen estar condicionadas por las características especiales de tal animal, expresadas llamativamente en la diferencia del EEG basal.

El primer fenómeno consecutivo a nuestras lesiones bilaterales, y que se repite de forma constante en todos los gatos y áreas derivadas, es un aumento de la activación, es decir, una disminución de la sincronización del EEG.

Este hecho está de acuerdo con los hallazgos unilaterales de REINOSO-SUÁREZ, SIERRA y CAMACHO-EVANGELISTA (1962) y CAMACHO-EVANGELISTA y REINOSO-SUÁREZ (1964). Como los primeros, podríamos considerar que habíamos interrumpido gran parte de los impulsos sincronizados ascendentes procedentes de los centros inferiores (BATINI, MORUZZI, PALESTINI, ROSSI y ZANCHETTI, 1959; MORUZZI, 1960; MAGNES, MORUZZI y POMPEIANO, 1961). Sin embargo las vías ascendentes, desde la formación reticular caudal, si bien en una parte siguen el camino de nuestras lesiones, en otra gran parte marchan en situación más ventral (NAUTA y KUYPERS, 1957). De esta región parten vías bilaterales que siguiendo el pedúnculo mamilar o el fascículo longitudinal medial y aun el fascículo centro-tegmental van a terminar a nivel diencefálico y aun septal (NAUTA y KUYPERS, 1957, y MOREST, 1961). JOUVET, MICHEL y MOUNIER (1960) y JOUVET y MOUNIER (1961) habían atribuido al primero de estos caminos (midbrain-limbic circuit de Nauta) la vía que conduciría los impulsos nerviosos responsables del sueño profundo. CARLI, ARMEN-

GOL y ZANCHETTI (1963) destruyendo este camino encuentran sueño profundo en los gatos. A este respecto tenemos que manifestar que en los animales de nuestros experimentos nunca hemos conseguido sueño profundo, que se hubiese manifestado por el total aplanamiento del EMG, coincidiendo con la activación del EEG.

Parece ser que la sola implantación bilateral de los electrodos de coagulación en esta región ha impedido la aparición normal del sueño profundo. Tenemos que hacer constar aquí que nuestros trazados han sido siempre de 5 horas, y en este tiempo y en trazados de mucha menor duración se consigue en animales normales (así ha sucedido en este Departamento) sueño profundo; por lo tanto, si debido a los hallazgos de CARLI, ARMENGOL y ZANCHETTI (1963) no podemos afirmar que sea éste el único camino de los impulsos responsables de la manifestación electroencefalográfica del sueño profundo, sí podemos asegurar que esta región tiene mucha importancia en tal fenómeno.

Lo mismo que pasa a CAMACHO-EVANGELISTA y REINOSO-SUÁREZ (1954) por lesiones unilaterales de esta región en los días inmediatos a la lesión, aquí se encuentra un aumento de la sincronización. Mientras en aquellos casos nunca llegó a ser éste superior a la sincronización basal, en nuestros casos se hace muy superior a aquélla; a partir de aquí la marcha del EEG en las lesiones uni y bilaterales es totalmente diferente. En las primeras el EEG vuelve a desincronizarse casi con las mismas características que después de la lesión. En las bilaterales, que es nuestro caso, se mantiene la sincronización de forma marcada durante dos semanas, existiendo una recuperación de la normalidad en la proporción de EEG sincronizado y desincronizado entre los 21 y 28 días siguientes a la lesión. Esta disparidad en los fenómenos puede atribuirse a una reacción de las estructuras compensadoras, que en el caso de lesiones unilaterales se resuelve en poco tiempo, volviendo el EEG a tener características propias de la falta de esta zona troncoencefálica. Posiblemente en el caso de lesiones bilaterales la recuperación se hace más difícil y por eso la sincronización es más intensa, volviendo a tener el EEG características semejantes a las normales a los 21 ó 28 días después de la lesión, momento en el que nosotros hemos terminado el experimento. No sabemos si el EEG sigue a partir de este momento estacionado en este estado de normalidad, cosa que nosotros creíamos en un principio, o si, por el contrario, igual que pasó al EEG después de las lesiones unilaterales, pero con una gran dispersión en la intensidad y en el tiempo, seguirán las modificaciones electroencefalográficas caminando hacia la activación. Estos hechos hacen ver la necesidad de un estudio prolongado de las modificaciones del EEG después de lesionar el sistema



nervioso central. Estudio que debe ser más prolongado cuanto más amplia sea la lesión realizada. No se puede considerar como resultados definitivos los obtenidos inmediatamente después de la lesión y a veces ni los que observamos un mes después de la misma. Parece ser que existe un juego de balanza entre los mecanismos compensadores que llevan los platillos, en uno y otro sentido, hasta que se llega a un resultado definitivo que dependerá de la situación y extensión de la lesión.

Tampoco podemos decir que estos hallazgos sean el resultado de fenómenos generales de tipo edema, etc. Primero porque el trazado electroencefalográfico no muestra este tipo de fenómenos y también porque la marcha del EEG en lesiones de la misma extensión es totalmente diferente, dependiente de la situación de la misma (CAMACHO-EVANGELISTA y REINOSO-SUÁREZ, 1964).

Como hemos dicho más arriba, nuestras lesiones están situadas en la parte dorsal de esa región problema, a nivel de la cual la total destrucción da lugar, cuando se realiza, a nivel de la porción rostral de nuestras lesiones, a un EEG sincronizado, mientras que la lesión a nivel de la parte media de nuestras lesiones produce un EEG desincronizado (BATINI, MORUZZI, PALESTINI, ROSSI y ZANCHETTI, 1959 a y 1959 b; MAGNI, MORUZZI ROSSI y ZANCHETTI, 1959; MORUZZI, 1960). Sucediendo lo mismo en el hemisferio homolateral, en el caso de lesiones unilaterales del tronco cerebral (CORDEAU y MANCIA, 1958 y 1959; ROSSI, MINOBE y CANDIA, 1963). El resultado inmediato de nuestro trabajo hablaría, como hemos dicho más arriba, de una supresión de los impulsos sincronizadores ascendentes a causa de nuestras lesiones. Los hallazgos entre los dos y los catorce días siguiente a la lesión nos llevaría a considerar que habíamos suprimido impulsos activadores ascendentes, de acuerdo con los resultados de los autores más arriba citados, la mayoría de los cuales hacen sólo el estudio en animales agudos, y cuando no, sin una comparación estadística con un control basal. Sólo se puede decir que hemos perturbado unas y otras influencias ascendentes; que esta región tiene una marcada importancia en el control de la sincronización y activación del EEG, y que para poder demostrar su papel real en estos mecanismos será necesario comparar los hallazgos consecutivos a estas lesiones bilaterales con los de las regiones próximas del tronco cerebral en animales con una mayor supervivencia, a la manera que CAMACHO-EVANGELISTA y REINOSO-SUÁREZ (1964) lo hicieron tras lesiones unilaterales. Sin embargo, no podemos olvidar el hecho de que tanto en los períodos de sincronización como de activación hay una desviación hacia las bandas de frecuencia rápida en el trazado electroencefalográfico. Ello nos hace pensar, al darse este fenómeno de forma marcada sólo en

los casos de lesión de esta región en los animales unilaterales, que sean principalmente los impulsos sincronizadores ascendentes los que hayamos interrumpido.

### C) *Potenciales evocados*

BREMER (1960) considera más expresivo para mostrar el estado funcional de la corteza cerebral el comportamiento de los potenciales evocados por estímulo sensorial que el propio EEG.

Nosotros, en esta misma línea, podemos afirmar que el comportamiento de los potenciales evocados después de la coagulación de esta zona siguió siempre una marcha constante. Esta marcha difería de la seguida por el EEG, ya que, como hemos dicho antes, éste fue en unos momentos activado, mientras que en otros se deactivó. Esta disociación entre la marcha del comportamiento de los potenciales evocados y EEG ha sido señalada por REINOSO-SUÁREZ (1954, 1961, 1963) y por ARMENGOL, LIFSCHITZ y PALESTINI (1961).

En nuestro caso la amplitud de los potenciales evocados en corteza cerebral por un estímulo sonoro o luminoso aumentó después de la coagulación. Este aumento fue cada vez más significativo, para estabilizarse entre los 21 y 28 días después de la coagulación, fechas en las que los potenciales evocados llegaron a ser aproximadamente un 153 % mayor en relación a la amplitud basal.

BREMER y STOUPEL (1959) y DUMONT y DELL (1960) señalaron un aumento del potencial evocado en corteza visual por un breve estímulo eléctrico en cuerpo geniculado lateral o quiasma óptico cuando la formación reticular mesencefálica era estimulada; este hecho hace pensar a ARMENGOL, LIFSCHITZ y PALESTINI (1961) que el aumento del potencial evocado por estímulo luminoso en área visual en las preparaciones pretrigeminales mediopontinas y rostropontinas pudiera ser también consecuencia de una activación reticular mesencefálica. Sin embargo el aumento de potenciales evocados en corteza sensorial por un estímulo sensorial se da exclusivamente en aquellas situaciones de depresión funcional del encéfalo (BREMER y BONNET, 1950; REINOSO-SUÁREZ, 1954, 1961, 1963; REINOSO-SUÁREZ y FUSTER, 1961, 1963; FUSTER y DOCTER, 1962). Ello nos lleva a considerar que las lesiones bilaterales en la porción dorsal del tegmento pontomesencefálico da lugar a una fuerte depresión funcional cerebral que, lejos de recuperarse, va aumentando hasta estabilizarse, aproximadamente después de los 20 días de la lesión. Que esta depresión funcional sea la consecuencia de la supresión de impulsos ascendentes sincronizadores o activadores romboencefálicos, como

discutíamos más arriba, creemos que es un hecho secundario; lo importante es comprobar por estos hallazgos la importancia funcional de esta región.

\* \* \*

Si comparamos la marcha seguida en los días posteriores a la lesión por cada uno de los tres aspectos estudiados vemos que es totalmente diferente. Mientras la sintomatología clínica fue más acusada en los días inmediatos a la lesión, para recuperarse casi totalmente al cabo de los 14 días, las modificaciones de los potenciales evocados fueron acentuándose desde este momento hasta los 20 días, y el EEG, después de varias vicisitudes, parece llegar a una normalización cuatro semanas después de la lesión. Todo ello nos hace pensar en la distinta influencia de esta región sobre las diferentes partes del sistema nervioso, pareciendo ser la más importante su influencia sobre la dinamogénesis cortical, sobre todo en el papel que la corteza juega en relación con los impulsos aferentes a la misma; lógicamente esta influencia sobre corteza se hará a través de la formación reticular mesencefálica y los núcleos intralaminares talámicos.

### Resumen

Hemos estudiado en gatos con electrodos crónicos implantados la sintomatología clínica, el comportamiento del EEG y potenciales evocados en corteza auditiva a estímulos sonoros, después de lesiones bilaterales en tegmento pontomesencefálico dorsal. Los hallazgos obtenidos se pueden resumir:

1.º La lesión bilateral a nivel del tegmento pontomesencefálico dorsal, que abarca la porción posterior del núcleo tegmental dorsal de Gudden, el fascículo centrotegmental y que se extiende bien hacia dentro al fascículo longitudinal medial, hacia fuera aproximándose al haz braquio conjuntivo, al que a veces llega a lesionar, y hacia adelante y abajo a la parte dorsal del núcleo reticular oral del puente, da lugar a modificaciones en la sintomatología clínica, en el comportamiento electroencefalográfico y en el comportamiento de los potenciales evocados a estímulos sensoriales en los animales operados.

2.º La sintomatología clínica postoperatoria de estos animales, en los que se observa una total recuperación a los 14 días posteriores a la lesión, se caracteriza por una insuficiencia funcional motora, existiendo diferencia de lado dependiente de la lateralización de las lesiones.

3.º El comportamiento del EEG en todos los animales sigue una marcha semejante en los días posteriores a la lesión. No estando las pequeñas diferencias temporales y en intensidad en relación con la discretas variaciones en las extensiones y localización de las mismas.

4.º El EEG se desincroniza siempre después de la coagulación. Este hecho se comprueba por el estudio estadístico comparativo de los períodos de sincro-

nización (ondas de gran voltaje y poca frecuencia) y desincronización (ondas de pequeño voltaje y gran frecuencia) entre el trazado basal y el inmediato a la coagulación. Estos trazados, lo mismo que los realizados durante el mes que duró la experiencia, son de 5 horas.

5.º A los dos días de la coagulación, y en algunos animales poco después, el trazado EEG se sincroniza fuertemente aun en comparación con el control basal. Esta sincronización permanece hasta los 14 días, momento en que comienza una recuperación en el EEG para hacerse semejante al control (en los que a períodos de sincronización y desincronización se refiere) entre los 21 y los 28 días posteriores a la lesión.

6.º El EMG de la musculatura de la nuca permaneció siempre activo. Es decir, la implantación de electrodos a este nivel impidió la aparición de esta manifestación del sueño profundo.

7.º La amplitud de los potenciales evocados en corteza visual por estímulo luminoso y en corteza auditiva por estímulo sonoro aumenta desde el primer momento después de la lesión; este aumento de los potenciales evocados se sigue incrementando hasta los 21 ó 28 días que siguen a la lesión, llegando a ser un 153 % mayores que los del trazado basal.

8.º Estos hallazgos no son consecuencia de fenómenos de tipo general, tales como edema, etc., ya que los resultados obtenidos en los tres apartados estudiados no corresponden a dichos fenómenos. Igualmente los hallazgos electroencefalográficos en lesiones de la misma extensión son totalmente diferentes, dependiendo de la localización de las mismas.

9.º Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la importancia funcional de la región estudiada, fundamentalmente en la influencia que ejercen sobre la dinamogénesis cortical y de una forma más específica sobre los impulsos aferentes a dicha región.

### Zusammenfassung

Wir haben die klinische Symptomatologie, das Verhalten des EEG, sowie in der Hörinde auf akustische Reize hervorgerufene Aktionsströme, nach bilateraler Ausschaltung in dorsalem pontomesencephalischem Tegmentum, bei Katzen mit chronisch eingeführten Elektroden, untersucht. Die daraus erzielten Befunde lassen sich mit folgt zusammenfassen:

Die klinische postoperative Symptomatologie dieser Tiere, bei denen man eine völlige Erholung nach den 14 darauffolgenden Tagen der Verletzung beobachtet, zeichnet sich durch eine motorisch-funktionelle Insuffizienz aus, während eine der Lateralisierung der Verletzungen abhängige Seitendifferenz besteht.

Das Verhalten des EEG bei allen untersuchten Tieren hat in den ersten Tagen nach der Verletzung einen ähnlichen Verlauf. Die kleinen Zeit- und Intensitätsunterschiede stehen nicht in Zusammenhang mit den geringen Veränderungen im Umfang und in der Lokalisierung der Verletzungen.

Das EEG desynchronisiert sich immer nach der Koagulation. Diese Tatsache wird durch ein statistisch-vergleichendes Studium der Synchronisierungsperioden (Wellen grosser Spannung und kleiner Frequenz) und Desynchronisierungs-

perioden (Wellen kleiner Spannung und grosser Frequenz) zwischen der basalen und der unmittelbaren auf die Koagulation folgenden Ableitung bewiesen. Diese EEG-Ableitungen sowie die während des Versuchsmonats erhaltenen, dauerten jeweils 5 Stunden.

Nach den zwei ersten Tagen nach der Ausschaltung und bei einigen Tieren später, synchronisiert sich das EEG stark, sogar auch im Vergleich zum basalen Kontrollversuch. Diese Synchronisierung besteht etwa 14 Tage, wobei dann eine Desynchronisierung im EEG anfang. Spätestens zwischen dem 21. und 28. Tag nach der Ausschaltung kann das EEG der Kontrollregistrierung gleichen (wobei es sich um die Synchronisierungs- und Desynchronisierungsperioden handelt).

Das EMG der Nackenmuskulatur blieb immer aktiv. Das heisst, das Einsetzen der Elektroden und Ausschaltung auf dieser Region verhinderte diese Tiefschlaferscheinung.

Der durch akustische Reize hervorgerufene Aktionsstrom verstärkt sich nach der Verletzung. Diese Verstärkung der hervorgerufenen Aktionsströme nimmt bis zum 21. oder 28. der Verletzung folgenden Tag zu, wobei diese 153 % höher als die der Basalableitung werden.

### Summary

After implanting chronical electrodes on cats and producing a bilateral lesion of the dorsal pontomesencephalic tegment, we have studied the evolution of the EEG and the potentials in the auditive cortex evoked by sound stimuli. Our findings can be summed up as follows:

The postoperative clinical symptomatology in animals completely recovered 14 days after the lesions is characterized by a functional motory insufficiency on the side depending from the lateralisation of the lesion.

The EEG evolution is the same for all animals in the days following the lesion. The small differences in temporal presentation and in intensity are not related to the small variations in extension and localisation of the lesions.

The EEG was always desynchronized after coagulation. This has been proved by the comparative statistical study of the periods of synchronization (high voltage waves and low frequency) and of desynchronization (low voltage waves and high frequency) between the basal EEG record and that which follows immediately the coagulation. These are five-hour tracings, as well as those made all through the one-month-long experience.

Two days after coagulation and in some cases immediately after, the EEG record is very markedly synchronized even compared to the basal control.

This synchronization is maintained during 14 days when the recovery of the EEG starts, until it likens the control (as regards periods of synchronization and desynchronization) between the 21th and 28th day following to the lesion. The EMG of the neck musculature always remained active. In other words, the implantation of electrodes and the lesions at this region impeded the onset of this deep-sleep manifestation.

The amplitude of potentials evoked in the auditive cortex by sound stimuli increases immediately after the lesion. This increase of evoked potentials conti-

nues until the 21th or 28th day following the lesion exceeding by 153 % those of the basal tracing.

### Résumé

A la suite de l'implantation d'électrodes chroniques sur des chats et de lésions bilatérales du tegment pontomesencephalique dorsal, nous avons étudié l'évolution de l'EEG et des potentiels évoqués dans le cortex auditif par des stimuli sonores. Les résultats obtenus peuvent se résumer de la façon suivante:

La symptomatologie clinique postopératoire des animaux qui présentent une complète récupération 14 jours après la lésion, se caractérise par une insuffisance motrice fonctionnelle du côté dépendant de la lateralisation de la lésion.

L'évolution de l'EEG est semblable pour tous les animaux dans les jours qui suivent la lésion. Les petites différences temporales et d'intensité ne sont pas en rapport avec les petites variations d'extension et de localisation des lésions.

L'EEG se désynchronise toujours après la coagulation. La preuve en est donnée par l'étude statistique comparative de périodes de synchronisation (ondes de grand voltage et petite fréquence) et de désynchronisation (ondes de moindre voltage et de grande fréquence) entre le tracé basal et celui qui suit immédiatement la coagulation. Ces tracés, de même que ceux réalisés pendant toute la durée de l'expérience (1 mois) sont de 5 heures.

Deux jours après la coagulation, et aussitôt après pour certains animaux, le tracé EEG se synchronise de façon très marquée même en comparaison avec le contrôle basal. Cette synchronisation se poursuit pendant 14 jours, jusqu'au moment où on observe une récupération de l'EEG qui tend à ressembler au contrôle (en ce qui concerne les périodes de synchronisation et désynchronisation) entre le 21ème et le 28ème jour suivant la lésion.

L'EEG de la musculature de la nuque est toujours resté actif. C'est à dire que l'implantation des électrodes et la lésion à ce niveau a empêché l'apparition de cette manifestation de sommeil profond.

L'amplitude des potentiels évoqués dans le cortex auditif par des stimuli sonores, augmente aussitôt après la lésion. Cette augmentation des potentiels évoqués se poursuit jusqu'au 21ème ou 28ème jour suivant la lésion jusqu'à dépasser de 153 % ceux du tracé basal.

### BIBLIOGRAFÍA

- ARMENGOL, V., W. LIFSCHITZ y M. PALESTINI (1961): Inhibitory influences on primary and secondary cortical photic potentials originating in the lower brain stem. «J. Physiol.», 159, 451-460.
- BATINI, C., G. MORUZZI, M. PALESTINI, G. F. ROSSI y A. ZANCHETTI (1959): Effects of complete pontine transections on the sleep-wakefulness rhythm: The midpontine pretrigeminal preparation. «Arch. ital. Biol.», 97, 1-12.





- BATINI, C., M. PALESTINI, G. F. ROSSI y A. ZANCHETTI (1959): EEG activation patterns in the midpontine pretrigeminal cat following sensory deafferentation. «Arch. ital. Biol.», 97, 26-32.
- BREMER, F. (1935): Cerveau «isolé» et physiologie du sommeil. «C. R. Soc. Biol. Paris», 118, 1235-1241.
- BREMER, F., y V. BONNET (1950): Interprétation des réactions rythmiques prolongées des areas sensorielles de l'écorce cérébrale. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 2, 389-400.
- BREMER, F., y N. STOUPEL (1959): Facilitation et inhibition des potentiels évoqués corticaux dans l'éveil cérébral. «Arch. internat. Physiol.», 67, 240-275.
- BREMER, F. (1960): Les régulations nerveuses de l'activité corticale. «Arch. Neurol. Neurochir. Psychiat.», 86, 34-48.
- CAMACHO-EVANGELISTA, A. (1962): Modificaciones del electroencefalograma tras coagulaciones uni y bilaterales en el pedúnculo cerebeloso superior. «Anal. de Anat.», 11, 429-471.
- CAMACHO-EVANGELISTA, A., y F. REINOSO-SUÁREZ: A mathematic study of the effect of unilateral lesions in the posterior tegmental region on the EEG. (En preparación.)
- CARLI, G., V. ARMENGOL y A. ZANCHETTI (1963): Electroencephalographic Desynchronization during Deep Sleep after destruction of Midbrain-Limbic Pathways in the Cat. «Science.», 140, 677.
- CORDEAU, J. P., y M. MANCIA (1958): Effect of unilateral chronic lesions of the midbrain on the electrocortical activity of the cat. «Arch. ital. Biol.», 96, 374-379.
- CORDEAU, J. P., y M. MANCIA (1958): Evidence for the existence of an electroencephalographic synchronization mechanism originatin in the lower brain stem. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 11, 551-564.
- DUMONT, S., y P. DELL (1960): Facilitation réticulaire des mecanismes visuels corticaux. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 12, 769.
- ESCOLAR, J. (1951): Aportaciones a la estereotaxis encefálica experimental. «Clin.-Lab.», 308, 309.
- ESCOLAR, J. (1955): Contribución al conocimiento de las conexiones del sistema nervioso central mediante el estudio de la actividad bioeléctrica. «Anal. de Anat.», 4, 5-19.
- FRENCH, J. D., F. K. VON AMERONGEN y H. W. MAGOUN (1952): An activating system in brain stem of monkey. «Arch. Neurol. Psychiat.», 68, 577-590.
- FUSTER, J. M., y R. F. DOCTER (1962): Variations of optic evoked potentials as a function of reticular activity in rabbits with chronically implanted electrodes. «J. Neurophysiol.», 25, 324-336.
- HERNÁNDEZ-PEÓN, R. (1955): Central mechanisms controlling conduction along central sensory pathways. «Acta Neurol. Latinoamer.», 1, 256-264.
- HORSLEY, V., y R. H. CLARKE (1908): The structure and function of the cerebellum examined by a new method. «Brain», 37, 45-124.
- INGRAM, W. R. (1952): Brain stem mechanisms in behavior. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 4, 397-406.
- JOUVET, M., F. MICHEL y D. MOUNIER (1960): Analyse électroencephalographique comparée du sommeil physiologique chez le chat et chez l'homme. «Rev. Neurol.», 103, 189-205.
- JOUVET, M., y D. MOUNIER (1961): Neurophysiological mechanisms of dreaming. En: Abstracts International Symposium on the Physiological Basis of Mental Activity. México.

- JOUVET, M. (1962): Recherches sur les structures nerveuses et les mecanismes responsables des différentes phases du sommeil physiologique. «Arch. ital. Biol.», 50, 125-207.
- KNOTT, J. R., W. R. INGRAM y W. D. CHILES (1955): Effects of subcortical lesions on cortical electroencephalogram in cats. «Arch. Neurol. Psychiat.», 73, 203-215.
- LINDSLEY, D. B., J. W. BOWDEN y H. W. MAGOUN (1949): Effect upon the EEG of acute injury to the brain stem activating system. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 1, 475-486.
- MAGNES, J., G. MORUZZI y O. POMPEIANO (1961): Synchronization of the EEG produced by low-frequency electrical stimulation of the region of the solitary tract. «Arch. ital. Biol.», 99, 33-67.
- MAGNI, F., G. MORUZZI, G. F. ROSSI y A. ZANCHETTI (1959): Attivazione elettroencefalografica prodotta per mezzo di inattivazione temporanea delle particauli del tronco dell encefalo. «Riv. Neurol.», 29, 129-132.
- MAGOUN, H. W. (1952): An ascending reticular activating system in the brain stem. «Arch. Neurol. Psychiat.», 67, 145-154.
- MAGOUN, H. W. (1954): The ascending reticular system and wakefulness. En «Brain mechanisms and consciousness», Oxford, Blackwell, 1-20.
- MOREST, D. K. (1961): Connexions of the dorsal tegmental nucleus in rat and rabbit. «J. Anat.», 95, 229-246.
- MORUZZI, G., y H. W. MAGOUN (1949): Brain stem reticular formation and activation of the EEG. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 1, 455-473.
- MORUZZI, G., J. M. BROOKHART, W. T. NIEMER y H. W. MAGOUN: Augmentation of evoked electro-cortical activity during spindle bursts. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», 2, 29-31.
- MORUZZI, G. (1960): Synchronizing influences of the brain stem and the inhibitory mechanisms underlying the production of sleep by sensory stimulation. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», Suppl. 13, 231-255.
- NAUTA, W. J. H., y H. G. M. KUYPERS (1957): Some ascending pathways in the brain stem reticular formation. En «Reticular formation of the brain». Henry Ford Hospital Symposium. Boston Little. Brown, 3-30.
- NAUTA, W. J. H. (1958): Hippocampal projections and related neural pathways to the mid-brain in the cat. «Brain», 81, 319-340.
- REINOSO-SUÁREZ, F. (1952): El problema facilitación-supresión del sistema nervioso central bajo un punto de vista anatómico. «Anal. de Anat.», 1, 58-84.
- REINOSO-SUÁREZ, F. (1954): Die Auswirkungen der Ausschaltung eines Nucleus ruber auf die Hirnrinde. Electroencephalographische Untersuchungen an der Katze. «Deut. Z. f. Nervenheil.», 172, 201-219.
- REINOSO-SUÁREZ, F. (1961): El sistema reticular ascendente de activación. Desarrollo de su escalón diencefálico en el hombre y estudio experimental en el gato. «Consejo Superior de Investigaciones Científicas», Madrid.
- REINOSO-SUÁREZ, F. (1961): Topographischer Hirnatlas der Katze. «E. Merck», A. G. Darmstadt.
- REINOSO-SUÁREZ, F., G. SIERRA y A. CAMACHO-EVANGELISTA (1962): Efecto de lesiones en formación reticular protuberancial e istmo pontomesencefálico sobre el EEG del gato (su participación en los mecanismos del sueño). «Rev. de Med. E. G. Navarra», 6, 1-10.
- REINOSO-SUÁREZ, F. (1963): Effects of diencephalic and mesencephalic lesions upon afferent impulses in the central sensory pathways. «Electroenceph. clin. Neurophysiol.», suppl., 24, 33-42.

- REINOSO-SUÁREZ, F., y J. M. FUSTER (1961): Effects of subcortical lesions on the potentials evoked in the visual pathway by light stimuli and geniculate shock. «Excerpt. Med. Inter.» Congress series. Fifth Internat. Congress of electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 37, 215-216.
- REINOSO-SUÁREZ, F., y J. M. FUSTER (1963): Respuestas reptitivas en vías visuales tras lesiones en formación reticular subtalámica y mesencefálica. «Anal. de Anat.», 12, 1-11.
- ROSSI, G. F., y A. ZANCHETTI (1957): The brain stem reticular formation. *Anatomy and Physiology*. «Arch. ital. Biol. », 95, 199-435.
- ROSSI, G. F., K. MINOBE y O CANDIA (1963): An experimental study of the hypogenic mechanisms of the brain stem. «Arch. ital. Biol.», 101, 470-492.
- STARZL, T. E., C. W. TAYLOR y H. W. MAGOUN (1951): Collateral Afferent Excitation of the Reticular Formation of the brain stem. «J. Neurophysiol.», 14, 479-496.
- VERHAART, W. J. C. (1949): The central tegmental tract. «J. Comp. Neur.», 90, 173-192.
- WYSS, O. A. M. (1945): Ein Hochfrequenz-Koagulationsgerät zur reizlosen Ausschaltung. «Helv. Physiol.», Acta 3, 437-443.

## APORTACIONES AL DESARROLLO DE LA MUÑECA

(ESTADIOS DE PREOSIFICACIÓN, CONCRETANDO ZONAS DE CRECIMIENTO EN RELACIÓN CON LA VASCULARIZACIÓN PRECOZ, LIGAMENTOS INTERÓSEOS Y SINOVIALES)

Por

A. CERVERA \*

SE conocen datos sobre la aparición cronológica de determinados puntos de osificación, consignados tanto en tratados clásicos de Embriología (AREY, 1947; CLARA, 1938; FISCHER, 1939; PUJILLA, 1943; STARCK, 1955; PATTEN, 1958; etc.) como en tratados especiales sobre el caso. Sobre este último, BLECHSMIDT (1961) presenta reconstrucciones del esqueleto de la mano en distintos períodos; HALE (1949) relaciona el crecimiento de la mano y los surcos epidérmicos que van apareciendo; STREETER (1945, 1948) relaciona las fases de desarrollo esquelético en el estado somático del embrión; NOBACK (1951) se ocupa de la aparición de núcleos de osificación en los cinco primeros meses del desarrollo; HERTWIG (1929) estudia comparativamente la osificación en desarrollo en algunas especies de mamíferos; HARET y otros (1927, 1931) estudian los núcleos de osificación radiológicamente desde la segunda mitad del embarazo y en el niño hasta el estado adulto; WEISS (en combinación con WILLIEN, 1956) estudia experimentalmente los organizadores esqueléticos, etc., etc. En todos estos tratados consideran el comienzo de la osificación desde el segundo mes, dejando interrogantes manifiestos en la primera mitad del embarazo. Sin embargo, en la observación de nuestro material de estudio ya notamos que algo se podría aportar sobre formaciones precoces de esqueleto en cuanto «aspectos de preosificación», así como «zonas matrices de crecimiento», tan ostensibles en esta época. Por estos motivos nos hemos preocupado de acumular abundante material en

\* Alumno interno de la Cátedra de Anatomía (A). Zaragoza.

este período, parte del cual estábamos estudiando en el Departamento por encontrarse ya preparado, teniendo otra parte del mismo que prepararlo nosotros mismos para completar nuestro estudio.

Hemos elegido la muñeca, como podíamos haberlo hecho con cualquier otra parte de nuestro organismo; pero aquí ha influido el matiz dinámico de la región, lo que nos ha hecho pensar en su entronque en el campo aplicativo, aunque éste no lo intentemos nosotros abordar aún, a causa de nuestra situación de alumno de tercer curso, todavía sin llegar a Patología Quirúrgica, si bien cada vez más aferrados al estudio del substrato anatómico.

**Material y técnica**

**a) Material**

El embriológico humano existente en el Departamento en este trabajo, así como el estado en que se encontraba, es el siguiente:

Tamaño de E. H. en mm	Edad aprox. en semanas	Grosor de los cortes (micras)	N.º de cortes de la serie	Proceder de estudio
4	3	20	206	Microscopio
5	4	"	255	"
6	4'5	15	245	"
8	5	"	324	"
9	5	"	360	"
14	6	20	725	"
18	6'5	30	610	"
23	7'5	33	785	"
40	9	30	1.280	"
45	10	50	900	"
215	22	...Se indicará aparte...		

Los E. H. en los estadios entre 4 y 45 mm se encontraban incluidos en parafina, cortados microtómicamente y teñidos con hematoxilina-eosina.

De todas estas fases presentamos las que son la mejor expresión de los puntos claves del desarrollo a que hacemos referencia y motivo de nuestro estudio; estos son: E.H. de 14 mm; E.H. de 40 mm; E.H. de 45 mm; F.H. de 215 mm.

El último eslabón de nuestro trabajo es el F. H. de 215 mm, que procedimos a preparar personalmente de la forma que se relata.

**b) Técnica**

El F. H. de 215 mm, fijado en formol al 10 %; se le amputó la mano derecha y se la sometió a una serie de maniobras encaminadas a obtener cortes seriados, así:

*Inclusión en celoidina:*

1. Se procedió, por medio de la disección, a la extracción de la piel de la mano para disminuir los obstáculos a la penetración de los líquidos de impregnación.

2. Con una solución de ácido nítrico preparada al 5 % de titulación se logró una decalcificación suficiente en un tiempo de 24 horas. Pasadas las cuales, se continuó con un lavado (renovando constantemente el agua) durante un día.

3. Deshidratación de la pieza mediante alcoholes de graduación creciente.

Alcohol de 70 %	.....	6 días (renovado a los tres)
» de 80 %	.....	6 »
» de 90 %	.....	3 »
» de 96 %	.....	3 »
» de 100 %	.....	3 »

La deshidratación, siempre progresiva, llegó, pues, hasta el alcohol, y finalmente pasamos la pieza al alcohol-éter a. a.

4. Inclusión por el método de celoidina, para cortar a la vez tejidos de distinta consistencia. Lo realizamos de la forma que sigue:

Sol. en alcohol-éter de Celoidina al 2 %	.....	15 días
» " " " " 4 %	.....	20 »
» " " " " 8 %	.....	25 »

Luego se procedió a la evaporación lenta de la última solución de celoidina en una atmósfera de sulfúrico hasta la solidificación de la misma.

Conseguido el bloque, se introdujo en alcohol de 70 % para la definitiva consistencia del mismo, evitando ulteriores evaporaciones.

5. El bloque celoidina obtenido con la forma del recipiente de inclusión, fue tallado, formando bloque para cortes, que sentaba por una de sus caras de la forma que nos convenía para obtener secciones de la mano con arreglo a una visión frontal.

6. El bloque con la pieza fue montado en una platina estriada del microtomo y pegado a ella con celoidina al 4 %; quedando después todo, siempre sumergido en alcohol de 70 %.

*Sección microtómica:* Se obtuvieron 96 cortes de 50 micras cada uno. De ellos, con intervalos de 200 micras, se escogió un corte, obteniendo una serie de 24. Los cortes pares formaron un grupo y los impares otro.



Tinción: Uno de los grupos fue teñido con el método del hemalumbre-eosina.

Hemalumbre de Mayer .....	3 a 5 minutos
Alcohol-clorhídrico 1 % .....	Un momento hasta decoloración
Agua destilada .....	Lavado rápido
Eosina sol. acuosa 1 % .....	Unos segundos
Alcohol de 70 % .....	1 minuto
» de 96 % .....	»
» de 100 % .....	»
Xilol .....	Hasta que el corte esté transparente

El otro grupo se tiñó con el método polícromo del Azan.

Azocarmín .....	15 a 20 minutos
Anilina-alcohol .....	Hasta que aparezca el carmín
A. fosfo-wolfrámico .....	2 a 4 minutos
Anilina .....	»
Alcohol-acético .....	15 seg. a 1 min. (Diferenciación)
» 96 % .....	Un pase
» 100 % .....	»
Xilol .....	Hasta su diafanización

El montaje se realizó en portas normales y cubres finos, utilizando como sustancia de adhesión y de continuidad el Eukit, por el proceder clásico.

Después de esto la serie fue marcada y guarnecida en uno de los estuches que corrientemente se usa para ello, en espera de su posterior estudio en el microscopio.

*Orientación de los cortes para su estudio:* Observemos las siguientes fases:

En el F. H. de 215 mm, los cortes se obtuvieron frontalmente. El método polícromo del Azán que empleamos, demuestra los brotes vasculares y la dirección de los ligamentos e invasiones de la osificación. La hematoxilina-eosina, en cambio, es un método de tinción que permite ver más detalles a grandes aumentos, en el aspecto proliferante de los cartílagos seriados y matrices de crecimiento en general.

En el E. H. de 45 mm, se presenta la extremidad superior entre los portas 80 y 95 de la serie total recogida del embrión, cortado normalmente al eje del cuerpo.

En el E. H. de 40 mm, encontramos la mano derecha entre los portas 156 y 171, de la serie completa obtenida del embrión.

En el E. H. de 14 mm, comprobamos la posición del esbozo de las manos: la derecha resultó cortada oblicuamente, mientras que la izquierda, transversalmente.

La sucesión de cortes orientados de arriba abajo, nos permitió el estudio en tercera dimensión y por tanto la estereoscopia, de la región que nos interesa.

### Hallazgos

#### A) Estado del esqueleto primitivo

En las primeras fases embrionarias disponibles no hemos logrado encontrar indicios de esqueleto alguno, por tanto tampoco en la extremidad superior. La primera que nos ofreció hallazgos de este tipo ha sido la

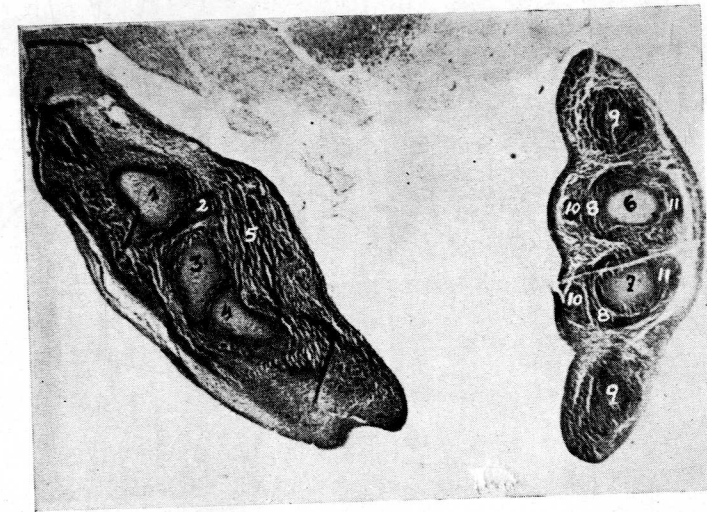


FIG. 1. — E. H. 14 mm (Hemalumbre, 20 micras. 48x). Posición fetal. En la mano derecha, cortada oblicuamente, se aprecia: Radio (1). Primera fila del carpo (2). Segunda fila del carpo (3). Un metacarpiano (4). Condensaciones mesenquimatosas palmares (5). En la mano izquierda, cortada transversalmente, se observa: segundo y tercer metacarpiano en estado precartilaginoso (6 y 7) y condensaciones fibrosas a su alrededor (8). Acúmulos mesenquimatosos de futuros metacarpianos (9). Tendones flexores (10). Tendones extensores (11).

del E. H. de 14 mm, donde podemos observar el esqueleto en el que comienzan a delimitarse francamente sus piezas, las cuales se encuentran entre un estado de condensación fibrosa y un aspecto precartilaginoso (fig. 1).



*Observación de la mano derecha:* El radio se manifiesta ampliamente; el cúbito no tan preciso. La primera hilera del carpo se encuentra poco desarrollada y empuñecida, en estado algo fibroso, aunque más avanzado. La segunda fila del carpo se muestra bien definida, con límites precisos y amplia manifestación precartilaginoso. Los metacarpianos, al igual que las piezas anteriores, se pueden mostrar en la misma fase mencionada, con unos contornos definidos, pero haciendo notar que el desarrollo es más amplio en la base que en la extremidad distal, de tal forma que su línea interarticular con el carpo se muestra bien marcada.

*Observación de la mano izquierda:* Los metacarpianos segundo y tercero están bien precisos en estado precartilaginoso, ofreciendo a su alrededor condensación mesenquimatoso. Se captan condensaciones en zonas donde han de aparecer los restantes metacarpianos. Comprobamos que la existencia de interlíneas es clara, pero no hay luces sinoviales.

En fase más avanzada de un *E. H. de 40 mm*, del que presentamos la mano derecha cortada oblicuamente en posición fetal (figs. 23,4 y 5), consideramos que la agrupación, en cuanto a número de piezas esqueléticas y contornos de las mismas, nos recuerda mucho las definitivas del adulto. Las piezas cartilaginosas bien delimitadas y las interlíneas, se muestran con precisión y limpieza, por la existencia de pericondrio. La forma es la característica, haciendo excepción del trapecoide, el cual se encuentra pequeño (5, fig. 3) sin alcanzar aún su configuración definitiva. Notamos la apófisis estiloides del cúbito bien manifiesta (11, figura 5). La del radio aún no se perfila. El esqueleto se encuentra en conjunto, en un estado precartilaginoso definido y ya en el segundo meta-

*E. H. 40 mm (Hemalumbre. 40 micras. 20x). Cortes oblicuos de la mano derecha en posición fetal:*

FIG. 2. — Radio (1), trapecio (2), primer metacarpiano (3), trapecoide (4), segundo metacarpiano (5), con falange proximal (6) y núcleo de preosificación (7), eminencia tenar (8), tendón flexor (9), escafoides (10).

FIG. 3. — Radio (1), escafoides (2), hueso grande (3), trapecio (4), trapecoide (5), segundo y tercer metacarpianos (6 y 7), falange (8), tendón flexor (9), musculatura tenar (10), interóseos (11), ligamento lateral externo (12).

FIG. 4. — Radio (1), semilunar (3), hueso grande (4), cuarto metacarpiano (5), falange (6), tendón flexor y cápsula envolvente (7), núcleo de preosificación del radio (2), ligamentos palmares (8).

FIG. 5. — Cúbito (1), piramidal (3), pisiforme (4), metacarpianos (5 y 6), falange (7), Interóseo (8), tendón flexor con sinovial (9), musculatura hipotenar (10), estiloides del cúbito (11), ligamento lateral interno (12), núcleo de preosificación en el cúbito (2).



carpiano (fig. 2) ampliado (fig. 6), vemos la disposición celular típica que dará lugar a los grandes condroplasmias que expresan una fase previa de osificación.

Pasamos al estadio de *E. H. de 45 mm*, del que presentamos la mano derecha cortada longitudinalmente (fig. 7) en posición fetal, encontrando



FIG. 6. — Metacarpiano de la figura 2 a 75x, con células hinchadas, de grandes condroplasmias (1).

los elementos de la fase anterior más delimitados. El primero y segundo metacarpiano, poseen un aspecto ebúrneo. Por primera vez, encontramos en la mano un núcleo de preosificación primaria en las fases embrionarias estudiadas (3, fig. 7) que ocupa todo el ancho de la diáfisis (fig. 8), con delimitación por láminas laterales condensadas, las cuales han de dar lugar al periostio. Los condrocitos están hinchados extraordinariamente

con sus núcleos rechazados en la periferia (4, fig. 9) del protoplasma y mostrándose separados entre sí por una red que le forman los osteoblastos (3, fig. 9), enrejado en el que se encuentran ahogados por el depósito calcáreo, que da el aspecto ebúrneo que hemos indicado antes. Este aspecto de osificación primordial, es propio de los primeros estadios embrionarios, como ya se conoce clásicamente (CAJAL-TELLO, 1956; PATTEN, 1958; HAN, 1958; BARGMANN, 1961). Como vemos, la osificación aquí no tiene fase previa de invasión vascular en el espesor de los grandes condroplasmias, sino que se hace por depósito calcáreo en los intersticios de los mismos. En esta fase se encuentran núcleos de osificación, como el descrito, en todos los metacarpianos, así también en el cúbito, radio, húmero, escápula y clavícula; por lo que se refiere a las falanges, los núcleos de osificación no se muestran claros todavía.

Llama nuestro interés la fase más desarrollada del *F. H. de 215 mm* (22 semanas), del que presentamos la mano derecha cortada longitudinalmente (figs. 10 a 15), con una configuración semejante al adulto. Vemos en el cúbito (2, fig. 12) la apófisis estiloides bien patente (2, figura 12), sirviendo de fuerte punto de inserción al ligamento triangular (12, figs. 10, 11, 12 y 13). En cambio la estiloides del radio no se perfila tanto. La primera hilera del carpo, incluido el pisiforme (27, fig. 15), está muy bien formada; lo mismo ocurre con la segunda, con la pieza central (7, fig. 10) y en su parte interna el ganchoso (6, figs. 11, 12, 13 y 14), con su gancho bien desarrollado (29, fig. 15). A los metacarpianos les ocurre igual; aparecen todos bien patentes y con límites precisos, como en el adulto, incluso en el segundo podemos observar sus tres facetas carpianas. Estudiando la sucesión de cortes podemos ver, de una manera simple, la constitución del canal del carpo. El fondo del mismo se encuentra formado por el hueso grande, que se continúa con el tercer metacarpiano. Los bordes del canal se ven ascender más con la aparición del gancho del ganchoso y la del trapecio y trapezoides.

En esta fase, el estado del esqueleto es cartilaginoso, pudiéndose observar procesos de osificación en las diáfisis y de crecimiento en las metáfisis de los metacarpianos. Veamos uno (17, fig. 10) ampliado a 25x (figs. 16 y 17), en cuyas diáfisis comprobamos la existencia de grandes lagunas óseas (1, figs. 18 y 19) y en las metáfisis células seriadas de crecimiento (2, figs. 18 y 19).

Los ligamentos se encuentran muy vascularizados y envían vasos que se infiltran en las piezas esqueléticas. Observemos un ligamento interóseo (11, fig. 10), ampliado a 25x, del cual se ven salir vasos, que penetran en el hueso grande (a, fig. 16). De ello, los que mostramos, una ampliación a 75x (fig. 17). Por la disposición de las células (c, fig. 17)





FIG. 7



FIG. 8

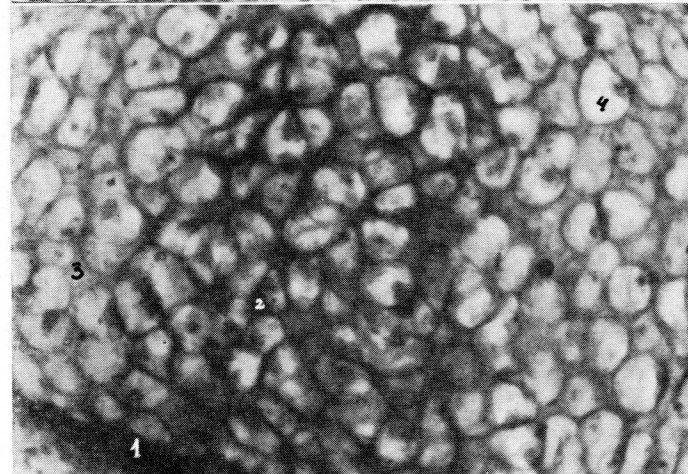


FIG. 9

se deduce que está algo alejado el proceso de osificación en esta pieza esquelética. Las células no presentan cápsula, lo que indica un proceso de crecimiento excéntrico y los núcleos son intensamente cromáticos, como corresponde a células en este estado.

**B) Invasiones vasculares en el esqueleto del carpo y metacarpo, así como osificación en diáfisis**

Realizado un estudio en las fases embrionarias que presentamos, hemos podido observar:

1.º En el estadio de *E. H.* 14 mm no encontramos proceso alguno de preosificación y por tanto la existencia de intentos de invasión vascular son nulos, no teniendo lugar éstos, como se puede demostrar suficientemente (fig. 1).

2.º En el *E. H.* 40 mm se ven núcleos de preosificación en las diáfisis de los huesos largos. Podemos comprobarlo en el radio (2, fig. 4), en el cúbito (2, fig. 5), en los metacarpianos (7, fig. 2). La expresión de uno de estos núcleos podemos observarla en el segundo metacarpiano ampliado a 75x (1, fig. 6), en el que se manifiestan las células como hinchadas, con gran cápsula, que darán lugar a los grandes condroplasmias, los cuales más adelante exigirán la penetración de vasos en el seno de cartílago, cosa que aún no se observa. Hacemos notar que una pequeña y casi ínfima diferenciación, dirigida a la formación de un núcleo de preosificación, se observa en las falanges (6', fig. 2, y 8', fig. 3), en las que se puede apreciar el consiguiente aumento de tamaño de las células. Lo características de este estadio es la formación de grandes condroplasmias, sin la existencia de invasiones vasculares.

3.º En el estadio del *E. H.* 45 mm encontramos más marcado todo lo señalado en la fase anterior y con cambios radicales en la osificación, pues los anteriores puntos de preosificación están en fase de osificación primaria, pero sin indicios de invasión vascular.

4.º En una época más avanzada del desarrollo, como es el *F. H.* de

FIG. 7. — *E. H.* 45 mm, mano derecha cortada longitudinalmente (50 micras. Hemalumbre. 30x). Se ve: 1.º y 2.º metacarpianos (1 y 2) y éste con núcleo de osificación primaria (3), condensaciones musculares aproximadoras del pulgar (4), tendón con cápsula y luz sinovial (5).

FIG. 8. — Punto de osificación (3) de la figura anterior ampliada a 120x, con depósito calcáreo (1), de aspecto ebúrneo, que forma hacia el interior redes trabeculares intercelulares (2).

FIG. 9. — Punto de osificación anterior ampliado a 240x, con su depósito calcáreo (1) y trabéculas del mismo (2), osteoblastos (3) y ahogados en depósito calcáreo. Condrocitos con núcleos en periferia (4).

215 mm, podemos, según el encabezamiento de este apartado, dividir la observación en dos etapas:

a) *Invasiones vasculares en cartílagos*: Aparecen éstos con vasos en su estructura, extendidos en amplia zona (en el radio 1, figs. 10, 11, 12 y 13). En el carpo encontramos en su primera fila, por su concentración de vasos, el semilunar (4, fig. 11), siguiendo el piramidal (5, fig. 12) y el escafoides (3, figs. 10, 11 y 12), que es el menos vascularizado. En la segunda fila carpiana destaca la vascularización del hueso grande (nmo. 7, fig. 10) y del hueso ganchoso (nmo. 6, fig. 10); por el contrario, las bases de los metacarpianos están escasas de vasos y esto es general-

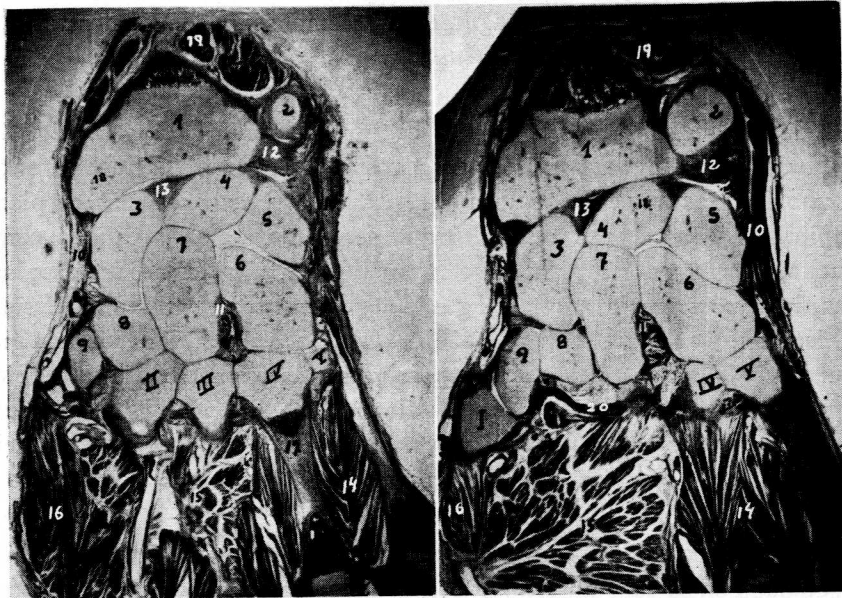


FIG. 10

FIG. 11

FIG. 10. — Ligamentos laterales de la articulación de la muñeca (10), ligamentos interóseo vascularizado (11), triangular (12), radio-escafo-lunar (13); músculos: interóseos (14), de eminencia tenar (16), aproximador transverso (15); diáfisis de metacarpiano (IV) en proceso de osificación (17). Vasos en cartílago óseo (18). Condensaciones musculares del antebrazo (19).

FIG. 11. — Ligamento metacarpiano (20). Aparece el primer metacarpiano (1).

mente más acentuado en los salientes apofisarios, como la estiloides del cúbito (2' fig. 12) y el gancho del hueso ganchoso (29, fig. 15), donde la presencia de vasos es nula, según se comprueba en las preparaciones.

Las vascularizaciones que mencionamos en los cartílagos, provienen de los ligamentos de las zonas próximas, los cuales se encuentran en

posición de una cantidad extraordinaria de vasos (11, fig. 10 y 11) puesta de manifiesto claramente, merced al «Azán», lo cual, nos permite ver, por ejemplo, en el hueso grande (7, figs. 10 y 11) ampliada a 25 ×

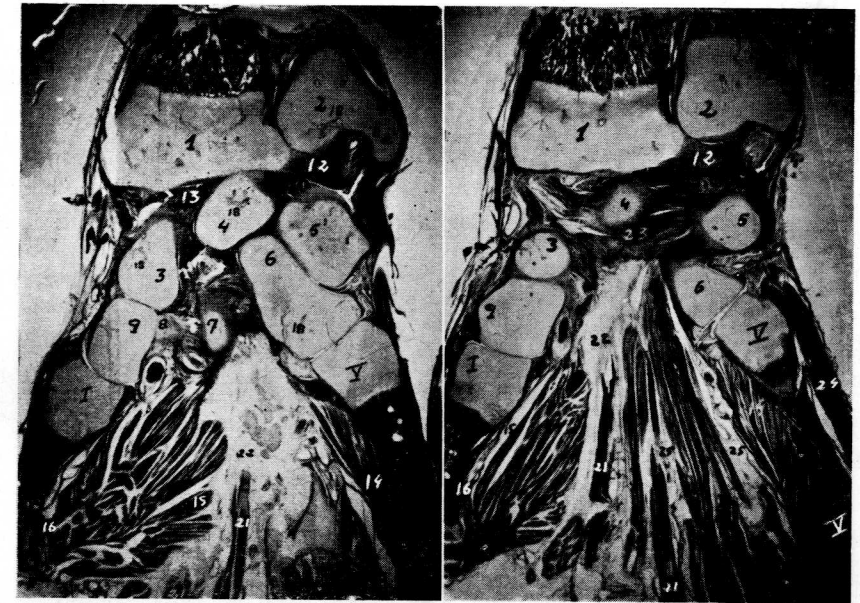


FIG. 12

FIG. 13

FIG. 12. — Tendón flexor (21). Cápsula sinovial con luz (22). Apófisis estiloides del cúbito (2').

FIG. 13. — Ligamento intermetacarpiano (23). Separador del quinto dedo (24). Sinoviales y vainas de tendones flexores (25).

(fig. 16), una zona de penetración de vasos desde el ligamento al cartílago, no habiendo penetrado bruscamente (arrastrando tejidos, como cuando suelen enviar a los condroplasmas), sino de manera suave. Las

#### LEYENDA COMUN DE LAS FIGURAS 10, 11, 12, 13, 14 y 15

F. H. de 215 mm. Mano derecha cortada longitudinalmente (Hemalumbre. 50 micras. 5x).

Radio (1), cúbito (2), escafoides (3), semilunar (4), piramidal (5), ganchoso (6), hueso grande (7), trapezoide (8), trapecio (9), metacarpianos: I, II, III, IV y V.

(Se utiliza numeración correlativa común para todos los elementos de las distintas figuras, señalando en los apartados particulares los propios de cada una que no se han señalado en la leyenda común).



células cartilagosas que les rodean, se muestran disociadas con holgura y presentan un núcleo cromático y escasa cápsula, lo cual, es característico de crecimiento excéntrico, previo al seriado de longitud.

b) *Osificación en diáfisis*: La encontramos de la siguiente forma:

En los metacarpianos llega la osificación hasta las metáfisis (figs. 10, 11, 12 y 13), presentándose como una zona ebúrnea, que ocupa casi por completo toda la amplitud de la diáfisis, con trabéculas muy acentuadas (figs. 18 y 19 núm. 1). Limitando el proceso de la diáfisis, existe en la metáfisis una zona de crecimiento seriado de longitud, como podemos observar muy bien en los metacarpianos y en el radio; en uno de ellos

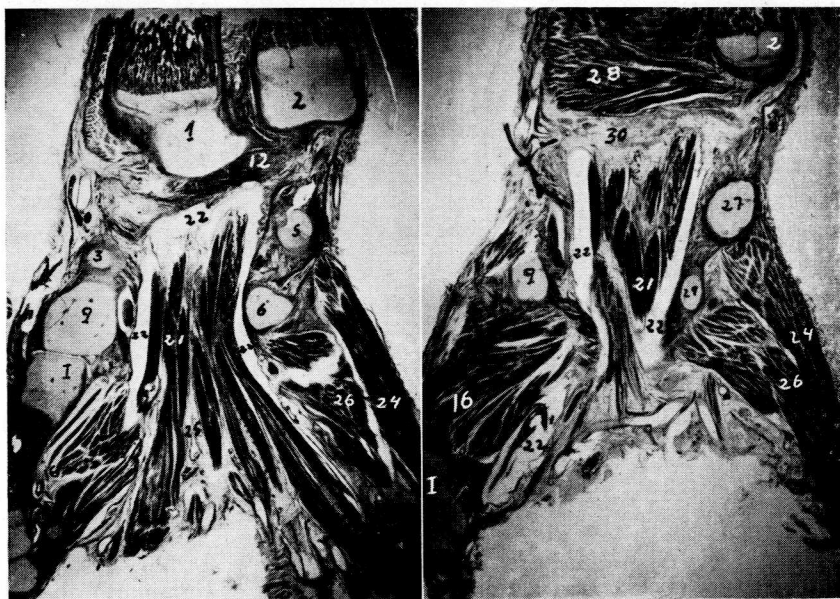


FIG. 14

FIG. 15

FIG. 14. — Oponente del quinto dedo (26).

FIG. 15. — Pisiforme (27). Pronador cuadrado (28). Gancho del hueso ganchoso (29). Ligamento anular (30).

(IV, fig. 10) ampliado a  $25\times$  (fig. 18), vemos la seriación celular de su metáfisis y toda la zona de crecimiento se manifiesta con claridad. A  $75\times$  (fig. 19) podemos señalar las columnas seriadas a que aludimos, con células cartilagosas de extenso halo.

En las falanges se notan los comienzos de los procesos mencionados, aunque su perfilamiento quedará para etapas de desarrollo más avanzado.

### C) *Ligamentos interóseos y condensaciones ligamentosas palmares*

Podemos realizar un estudio de las diversas fases embrionarias que presentamos, comprobando su aspecto, en cuanto a ligamentos y ataduras se refiere.

1.º En el *E. H. 14 mm*, observamos condensaciones mesenquimatosas, siendo más amplias en la palma de la mano, que en el dorso. Vemos otras que presentan superior densidad, las cuales, más avanzado el desarrollo, darán lugar a tendones flexores y extensores.

2.º En el *E. H. 40 mm*, distinguimos ligamentos pudiendo señalar:

La existencia del ligamento lateral interno de la muñeca con prolongaciones hacia el piramidal, pisiforme (12, fig. 5), y apófisis estiloides del cúbito.

La expresión del ligamento lateral externo de la muñeca (12, fig. 3).

La presencia de ligamentos palmares (nmo. 8, fig. 4), que denotan un amplio desarrollo.

3.º En la fase de *E. H. 45 mm*, comprobamos los ligamentos mencionados para la fase anterior, aunque algo más precisos.

4.º En el estadio de *F. H. 215 mm*, más adelantado en el desarrollo, hay un gran dispositivo ligamentoso complejo y bien diferenciado, que podemos simplificar en lo siguiente.

Ligamentos de la categoría del triangular, del que distinguimos incluso sus inserciones en el radio y en la estilosis del cúbito (12, figs. 11 y 12); el ligamento radio-escafo-lunar, con las inserciones en los tres huesos correspondientes (13, figs. 11 y 12); los ligamentos internos y externos del carpo (nmos. 10, figs. 7, 8 y 9), cuya manifestación es altamente sugestiva con el método de «Azán». El estado de los ligamentos interóseos es desarrolladísimo y algunos, como el que se encuentra entre el hueso grande y el ganchoso (11, figs. 10, 11 y 16), ya los mencionamos y hemos descrito. Aquí también encontramos ligamentos entre el resto de las piezas del carpo, que por parte inferior de éste, constituyen el ligamento intermetacarpiano (nmo. 20, fig. 11).

A medida que nos acercamos a la superficie palmar del carpo y metacarpo, podemos distinguir una continuidad de los ligamentos intercarpianos e intermetacarpianos (23, fig. 13), enlazando a los elementos del carpo de los que vemos sobresalir (fig. 13) al piramidal, apófisis anterior del semilunar y tuberosidad del escafoides, disponiéndose esta continuidad ligamentosa, en forma de una faja transversal, que engrosada, tapiza el suelo del canal del carpo, por el que han de discurrir los ten-



dones y demás elementos que han de provenir del antebrazo, los cuales se verán envueltos, por la continuación lateral de la faja transversal ligamentosa y que dará lugar al manguito anterior del carpo. Vemos de esta forma que se ha constituido ya un anillo ligamentoso continuo a partir de los ligamentos intercarpianos e intermetacarpianos.

**D) Estado de sinoviales articulares y tendinosas**

En el estadio de *E. H. 40 mm*, tenemos ocasión de hacer resaltar la buena limitación y separación de la interlínea del carpo. Sin embargo, no se pone de manifiesto la característica luz sinovial. En los tendones en su porción superior palmar, tampoco se denotan; en cambio, en su porción digital presentan manguito, percibiéndose (9, figs. 3 y 5) perfectamente la luz sinovial.

En el *E. H. de 45 mm*, estos detalles son más manifiestos.

En el *F. H. 215*, las interlíneas se dibujan con precisión, y como los ligamentos interóseos se encuentran muy engrosados, las cápsulas sinoviales se presentan achicadas y empequeñecidas. Los tendones presentan ya las sinoviales como en el adulto. En cuanto a los manguitos, se encuentran más anchos en la parte distal de tendones flexores (22, fig. 14) con sus proyecciones hacia el índice y el meñique, presentando el resto de los tendones flexores su sinovial independiente.

**Resumen, discusión y consideraciones**

**1.º Resumen**

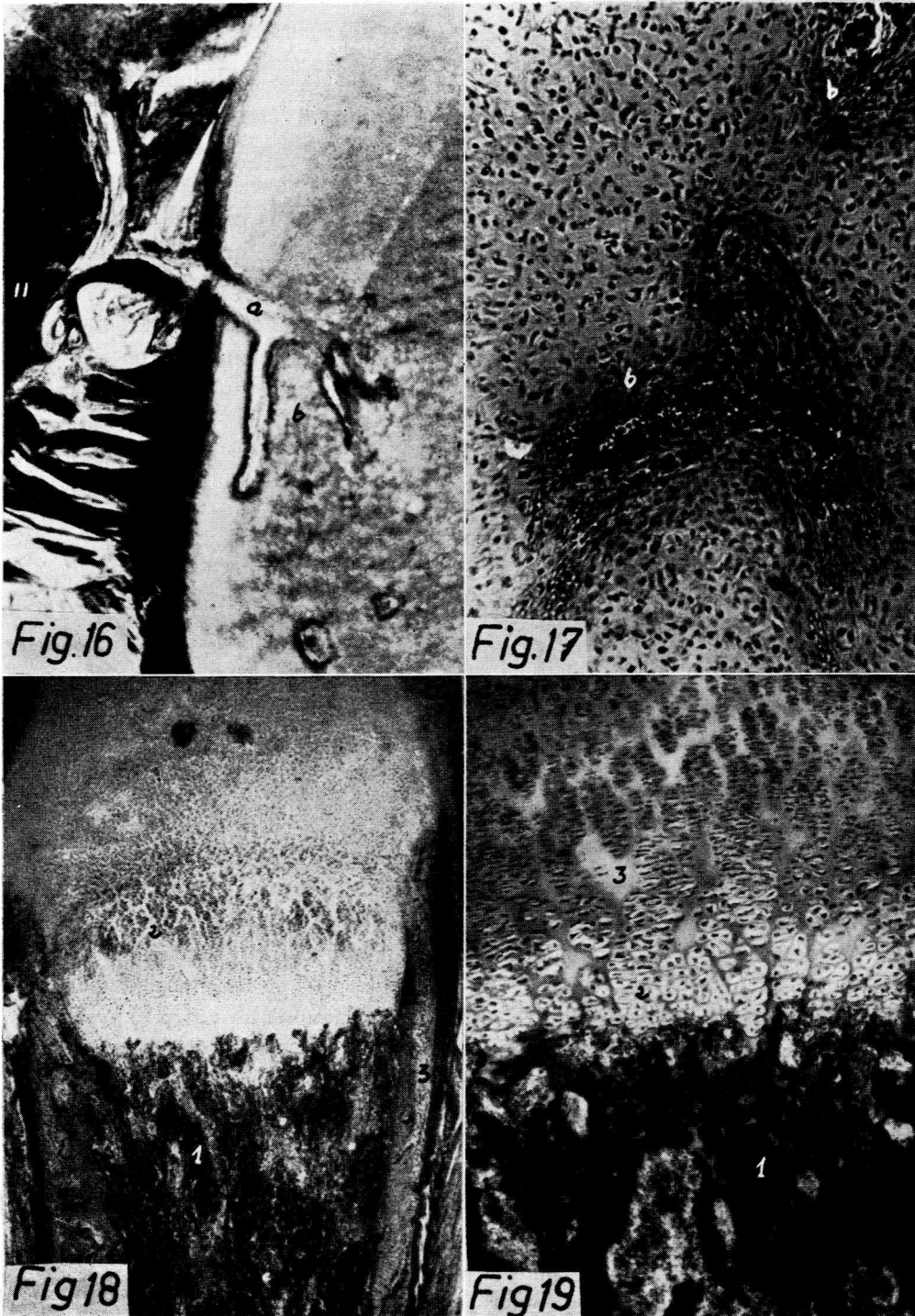
A) *Respecto de esqueleto y matrices de crecimiento.* — En el *E. H. 40 mm* (nueve semanas), no se aprecia en el esqueleto de la mano signo de osificación alguna; sin embargo, pueden indicarse las partes predesti-

FIG. 16. — A 25 x un ligamento interóseo con un vaso (11, de fig. 10), penetrando en el hueso grande. Corte de 50 micras teñido con Azan. Zona vascularizada (b)

FIG. 17. — Cartílago no seriado de esqueleto de hueso grande, a 75 x. Zona vascularizada (b) de figura anterior, células cartilaginosas (c) con núcleos, halos y substancia fundamental.

FIG. 18. — Proceso de osificación de cuarto metacarpiano (17, de fig. 10). Corte de 50 micras, teñido por Azan. 25x. Grandes lagunas óseas en diáfisis (1). Células seriadas de crecimiento longitudinal en metáfisis (2). Periostio (3).

FIG. 19. — El mismo proceso indicado anteriormente, pero con tinción de hemalumbre. 50 micras, 75x. Grandes lagunas óseas en diáfisis (1). Columnas seriadas de células de crecimiento longitudinal con núcleo, halos (2) y substancia fundamental (3) en metáfisis.



nadas para el arranque de la preosificación, expresadas como acúmulos de células cartilagosas de gran cápsula, sin llegar a aspecto de gran condroplasma, localizándose en las diáfisis de primero y cuarto metacarpianos.

En el *E. H. 45 mm* (diez semanas), comprobamos la evolución de lo indicado en la fase anterior, notando la aparición de puntos de osificación primaria con depósitos calcáreos, sin previa invasión vascular, como corresponde en todos los huesos largos, incluso en los metacarpianos, pero prácticamente no existe en las falanges.

En el *F. H. 215 mm* (veintidós semanas), los puntos de osificación existentes en las diáfisis, como clásicamente se conocen en esta edad y nosotros comprobamos, ofrecen las siguientes particularidades:

Prácticamente cogen ya toda la longitud y anchura de todos los huesos largos hasta llegar a la matriz de crecimiento, demostrable en los metacarpianos y falanges, así como en cúbito y radio, localizable como una ancha metáfisis en la que se advierten claramente varias zonas:

- a) La más profunda, constituida por cartílago capsular.
- b) De cartílago seriado, bastante extensa, donde las células cartilagosas no presentan apenas cápsula y sí núcleos cromáticos.
- c) Otra zona donde el cartílago seriado se ha engrosado a expensas de la cápsula.
- d) Se diferencia otra a continuación, en la que se manifiestan grandes condroplasmas.
- e) Una nueva zona, donde se encuentran las invasiones vasculares,
- f) Finalmente encontramos otra, donde las invasiones vasculares ofrecen el depósito óseo de aspecto ebúrneo.

Esta sucesión de zonas es más amplia a nivel de las diáfisis de los metacarpianos. En otras partes, como en las metáfisis del cúbito y del radio, no se ofrecen estos tránsitos tan claramente.

En las epífisis del cúbito y radio, así como de los metacarpianos, ni tampoco en los huesos del carpo, existe el menor signo de preosificación seriada de cartílago; pero, no se puede excluir que, en realidad, haya crecimiento, puesto que las células cartilagosas muestran poca cápsula y las zonas vasculares se difunden en este tejido con una suavidad sólo comparable a la del precartilaginoso, considerado como de crecimiento intensivo.

B) *Respecto de ligamentos.* — Las formaciones ligamentosas de tipo capsular, ligeramente esbozadas en el *E. H. de 40 mm*, ofrecen un des-

arrollo considerable en el *F. H. de 215 mm*, mostrando una gran condensación en la zona interósea entre hueso grande y ganchoso, entre hueso grande y trapeczoide, así como en los espacios intermetacarpianos a nivel del ligamento radio-escafo-lunar y del triangular de la muñeca. Estos ligamentos se prolongan palmarmente, constituyendo una gran placa ligamentosa palmar de fibras transversales, que engloban los labios cartilagosos de la corredera carpiana-palmar, formando un verdadero mazacote fibro cartilaginoso en cada lado, que a su vez, se continúa con el ligamento anterior del carpo.

El considerable desarrollo de los ligamentos interóseos, está en relación con la extraordinaria cantidad de vasos que contienen y que abordan a algunos huesos del carpo, especialmente al grande y ganchoso.

C) *Respecto de sinoviales.* — Encontramos que son muy precoces, notándose algunas interlíneas articulares esbozadas hacia los huesos de la muñeca y también tendinosas en las falanges correspondientes del *E. H. de 40 mm* y algo más acentuadas en el *E. H. de 45 mm*.

En el *F. H. de 215 mm* las sinoviales de la muñeca se continúan claramente con los tendones del dedo pulgar y meñique.

Por lo que se refiere a las sinoviales articulares en esta fase, aunque muy netamente delimitadas son poco extensas, por dominar el mayor desarrollo de los ligamentos interóseos.

## 2.º *Discusión*

Hemos agrupado el Resumen en datos de formación del esqueleto y matrices de crecimiento, de formación de ligamentos y de sinoviales; por ello, veamos:

a) Respecto a la formación del esqueleto existen en la extremidad superior, y en concreto en las manos, los tratados de Embriología clásicos y los de Radiología Fetal y del Recién Nacido, que orientan para acoplar los datos de nuestro trabajo. Así, AREY (1947), CLARA (1938), STARCK (1955), FISCHER (1929), PATTEN (1958) coinciden en que los primeros puntos de osificación del organismo aparecen ya en el segundo mes del desarrollo intrauterino, estando incluidos en esta aparición muchos puntos diafisarios de la extremidad superior, como la clavícula, húmero, cúbito, radio y metacarpianos; quedando las partes diafisarias de las falanges par el mes siguiente. Una cosa parecida indican HARET y otros (1927, 1931), especificando también la aparición de puntos de osificación epifisaria de la extremidad superior y del carpo, después del nacimiento hasta el estado adulto. Concretándonos a bibliografías más



ceñidas a nuestros trabajos podemos referirnos a las reconstrucciones que sobre esqueleto presenta BLECHSCHMIDT (1961) en las primeras fases del desarrollo hasta el tercer mes inclusive, así como también el estado de la marcha de la osificación en el embrión humano, durante los cinco primeros meses, realizadas por NOBACK (1955). En ninguna de estas obras hemos visto caracterese cualitativos de los puntos de osificación y su relación con matrices de crecimiento; por este motivo nos apresuramos a señalar esos datos cualitativos nuestros ya indicados en el resumen, teniendo aquí que concretar que en ningún momento hemos visto punto de osificación alguno en antebrazo o mano en el E. H. de 14 mm (seis semanas), al igual que en el E. H. de 40 mm (nueve semanas); en cambio, ya empiezan a aparecer desde el E. H. de 45 mm (diez semanas); además, la preosificación expresada en agrupaciones de células cartilaginosas bastante capsuladas, pero todavía no condroplásmicas, las encontramos en las diáfisis del segundo metacarpiano, así como en cúbito y radio. Todo esto coincidiendo en la escala de desarrollo de nuestro material, lo tomamos como dato en firme, puesto que el aspecto de la observación no deja lugar a dudas.

b) En cuanto a matrices de crecimiento de las zonas apropiadas para ello distinguimos matrices en el F. H. de 215 mm (veintidós semanas) diferentes para cúbito y radio, donde sus zonas metafisarias estrechas presentan aspectos morfológicos de invasión vascular brusca, mientras que en los metacarpianos las metafisis son anchas, notándose allí todas las fases seriadas de crecimiento y de osificación. En cambio, las matrices de crecimiento del carpo, así como de las bases de los metacarpianos, ofrecen un precartilago, y por tanto, con estigmas de crecimiento radiado, pero no seriado, como lo reafirma además la suavísima, aunque efectiva, invasión vascular en centros carpianos y metacarpianos epifisarios que se distribuyen, como es natural, por un tejido precartilaginoso. Estos datos, pues, nos apresuramos a hacerlos constar para acoplarlos al conocimiento existente sobre el particular, máxime al no haber encontrado ninguna referencia. Lo mismo podemos decir de los datos siguientes, ya precisados en el resumen, por lo que nos permitimos insistir en la exuberancia de los ligamentos interóseos de las primeras fases, con el fin de servir de vehículo a los vasos nutricios de los núcleos precartilaginosos del carpo y de la epífisis de los huesos largos, que confluyen en la muñeca. Ligamentos interóseos muy extendidos palmarmente en sentido transversal, donde confluyen, formando una placa ligamentosa palmar que incluye hasta el mismo ligamento triangular de la muñeca y que se extiende formando verdadera unidad con el ligamento

anterior del carpo, dispuesto como perfecta corredera. El aspecto vascular de todo este conjunto ligamentoso domina en la parte interósea, siendo este el motivo por que las interlíneas articulares estén poco extendidas a pesar de existir ya cavidad sinovial.

Atendiendo al dispositivo ligamentoso a que nos referimos, se muestra menos vascularizado y más denso en lo que afecta al ligamento anular del carpo, limitando la corredera carpiana perfectamente demarcada por la sinovial tendinosa interior, dispuesta ya como en el adulto.

### 3.º Consideraciones

Este apartado podría surgir bien ante una meta de aplicación de estos conocimientos que sólo las materias de Patología Clínica pueden proporcionarnos. Nosotros nos encontramos en los albores de esa meta; ni siquiera hemos entrado en la Patología Quirúrgica, que es la que suponemos podrían orientarse estos conocimientos. Nos hemos limitado a nojear el tratado clásico que se lleva en esta Facultad. El «MICHANS» ofrece capítulos donde trata de anomalías congénitas en la mano y concretamente en la muñeca, fracturas, luxaciones, etc., en esta región. Todo ello podría tener un oportuno engranaje, pero un alumno de tercer curso de la carrera, como el que suscribe, no puede todavía plantear. Por lo tanto ofrecemos datos al que le pueda interesar, ya experto en este terreno, y se lo ofrecemos desde este otro terreno anatómico dentro del campo de la investigación.

### Conclusiones

1.<sup>a</sup> La preosificación en la mano la apreciamos como un conglomerado cartilaginoso de células de gran cápsula, pero sin llegar a gran condroplasma, iniciada en la diáfisis del segundo metacarpiano, en el E. H. de 40 mm, no existiendo en fases anteriores este detalle. En cambio, en el E. H. de 45 mm vemos puntos de osificación en cúbito y radio, aunque a distancia de la muñeca. Núcleos de osificación en las zonas que nos interesa podemos considerar en las diáfisis de los metacarpianos, pero no en las falanges. Nuestras observaciones a este respecto nos obligan a considerar el comienzo de la osificación después de la décima semana.

2.<sup>a</sup> Las matrices de crecimiento se perfilan muy claramente a mitad del desarrollo intrauterino, por existir núcleos de osificación diafisaria que la limitan por un lado. Nuestra aportación aquí consiste en puntua-



lizar que las metáfisis de crecimiento del radio y del cúbito muestran una transición brusca en la zona de invasión ósea. En cambio, las metáfisis de los metacarpianos son muy anchas y en suave tránsito, ofreciendo ampliamente todas las fases morfológicas de crecimiento.

Por lo que se refiere al carpo, el centro del hueso grande y del ganchooso ofrecen zonas de difusión vascular, suave entre un fondo precartilaginoso de crecimiento radiado, pero no seriado, en el F. H. de 215 mm.

3.<sup>a</sup> Los ligamentos, cápsulas y sinoviales, tanto tendinosas como articulares, empiezan a esbozarse en el E. H. de 40 mm, pero en el F. H. de 215 mm está todo perfectamente perfilado, como en el adulto. La diferencia única consiste que en el Feto tienen muy abundantes vasos en los ligamentos, lo cual les hace más voluminosos a expensas de reducir las sinoviales articulares.

4.<sup>a</sup> Se describe en el Resumen una disposición ligamentosa, común para ligamentos interóseos, palmares de la muñeca y anular anterior del carpo en el F. H. de 215 mm, que permite una visión más simple de la conocida tan diferenciada en el adulto.

### Resumen

Sobre la osificación en la mano se aporta con el estudio de un período de preosificación. Ello permite aportar también, sobre el momento de aparición de la osificación en la mano, relacionándola con el resto de la extremidad. Se aporta sobre el desarrollo de las matrices de crecimiento esquelético, así como la formación de ligamentos, cápsulas y sinoviales.

### Zusammenfassung

Man macht ein Studium über die Pre-Ossifikationsperiode der Hand zur Beitragung des Zeitpunktes der ersten Verknöcherungserscheinungen der Hand in Relation zum übrigen Glied.

Man studiert auch die Entwicklung der Skelletwachstums-matrixen sowie auch die Bildung der Bänder, Kapseln und Synoviale.

### Summary

In this report, a preossification period of the hand is studied. Also, the time and some conditions on the moment of ossification in the hand are pointed out. The development of its skeletal matrix, as well as the formation of ligaments, capsules and synovial sacs, is also studied.

### Résumé

Sur l'ossification de la main, on apporte l'étude d'une période de préossification. Cela permet de faire aussi un apport sur le moment de l'apparition de l'ossification de la main, en la relationnant avec le reste du membre. On apporte sur le développement des matrices de croissance du squelette, ainsi que la formation de ligaments, de capsules et de synoviales.

### BIBLIOGRAFÍA

- AREY (1947): Developmental Anatomy. «W. B. Saunders Company», Philadelphia and London.
- BARGMANN, W. (1961): Histología y Anatomía Microscópica Humana. «Labor, S. A.», Barcelona.
- BLECHSCHMIT, E. (1961): Die Vergebürtlichen Entwicklungsstadien des Menschen. «Basel S. Karger», New York.
- CLARA, M. (1938): Entwicklungsgeschichte des Menschen. «Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig».
- FISCHEL, A. (1929): Lehrbuch der Entwicklung des Menschen. Wien und Berlin. Julius Springer.
- HALE, A. R. (1949): Breadth of Epidermes Ridges in the Human Fetus and its Relation to the Growth of the Hand and Foot. «Anat. Rec. Volm.», 105 (763-776).
- HAM, A. (1958): Tratado de Histología. «Interamericana, S. A.», México.
- HARET, G., A. DARIAUX y J. QUENU (1927): Atlas de Radiographie Osseuse Esquelette Normal. «Masson et Cie., Editeurs», Paris.
- HARET, G., A. DARIAUX y J. QUENU (1931): Atlas de Radiographie Osseuse Pathologie. «Masson et Cie., Editeurs», Paris.
- HERTWYG, O. (1929): Génesis de los Organismos. «Espasa Calpe, S. A.», Madrid.
- MICHANS, J. R. (1961): Patología Quirúrgica. II Tomo. «Ateneo», Buenos Aires.
- NOBACK, C. R., and G. G. ROBERTSON (1951): Sequences of appearance of ossification centers in the human skeleton during the first months. «Am. Jour. Anat.», vol. 89 (1-28).
- PATTEN (1958): Embriología humana. «El Ateneo». Buenos Aires.
- PUJIULA, J. (1943): Embriología del hombre y de los demás vertebrados. Tip. Cap. Casals. Barcelona.
- RAMÓN y CAJAL, S., y F. TELLO (1956): Elementos de Histología Normal y de Técnica Micrográfica. Edit. Científico-Médica. Barcelona.
- STARCK, V. D. (1955): Embriologie. Georg Thieme Verlag. Stuttgart.
- STREETER, G. L. (1945): Developmental horizons in humans embryos. Carnegie cont. Emb. 31, 27-63.
- STREETER, G. L. (1948): Developmental horizons in humans embryos. Carnegie Cont. Emb., 32, 133-203.
- WILLIERS-WEISS-HAMBURGER (1956): Analysis of Development. Saunders Company. Philadelphia-London.

## EL MÉTODO DE NISSL ADAPTADO A CORTES SERIADOS EN DESFAVORABLES CONDICIONES DE TINCIÓN

(CORTES MICROTÓMICOS GRUESOS DE GRAN EXTENSIÓN)

Por

C. SANCHO-GIMENO \*

**E**L método de NISSL, que tiñe los somas de las neuronas, al concretarse a los grumos de NISSL de su protoplasma y que en determinadas circunstancias de fijación e inclusión puede teñir las neurofibrilas en su arranque axónico, se emplea hoy día con mucha frecuencia en neuroanatomía para hacer estudios de reconstrucción de organizaciones arquitectónicas de las distintas agrupaciones grises. Sin embargo, es necesario para ello las condiciones favorables clásicas de los cortes seriados, como es: una finura apropiada de los mismos que no rebase de 20 micras en lo posible y que mantenga el corte íntegro en superficie. Para ello ya es sabido que los cortes en parafina (que es la que más delgados los puede proporcionar) si son extensos se obtienen deficientemente con esta inclusión, lo cual obliga a tener que usar la celoidina. Esta inclusión puede obtener grandes extensiones de corte, pero su grosor ya se eleva a más de 50 micras habitualmente, pues así se asegura la continuidad de una gran superficie. Además, cuántas veces es necesario obtener cortes seriados de un extensísimo panorama, como ocurre con todo un encéfalo humano adulto, sin poder hacer la inclusión previa en celoidina, y por lo tanto, mucho menos en parafina. Entonces se acude a la congelación, previa inclusión en gelatina, pero los extensos cortes que entonces pueden obtenerse requieren un grosor de 100 micras, a veces hasta de 200 micras. ¿Qué medios de contraste o de coloración pueden emplearse en dichas circunstancias? Indudablemente el no poder aplicar el método de NISSL aquí significaría un grave inconveniente. Por

\* Laborante del Departamento Anatómico de Zaragoza. Auxiliar de 4.º del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

todos estos motivos nuestros esfuerzos han ido encaminados a la aplicación del método de NISSL en estas condiciones desfavorables.

Muchos ensayos hemos realizado haciendo variar los tiempos del método clásico en los materiales más diversos donde dominaban grandes extensiones cortadas, que obligaban, por lo tanto, a marcados grosores microtómicos cuya inclusión era de preferencia la celoidina o la gelatina para la congelación, y cuya fijación era muy antigua en formol.

A estos ensayos obligó, pues, la necesidad de obtener la arquitectura que proporciona el NISSL en las series realizadas a lo largo de neuro-ejes humanos adultos fundamentalmente, sin olvidar tampoco los animales de experimentación y fetos humanos de avanzado desarrollo.

Los resultados obtenidos con el proceder que he estabilizado sólo ha podido juzgarlos el personal facultativo de este Departamento de Anatomía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en Zaragoza, que es el que lo emplea en sus trabajos de investigación. De la Dirección de este Departamento he recibido insistentemente la sugerencia de que se publiquen los resultados y este es el único motivo que me determina a hacerlo, como Laborante de este Departamento.

### Resultados

El método de NISSL clásico, aplicado a los cortes que usamos aquí, en su mayor parte de manifiesto grosor, daba como resultado final un escaso contraste. La observación microscópica de dichos cortes demostraba un cierto intento de tinción según el nivel de profundidad de enfoque que se les observase. Así, en zonas profundas del corte a veces no llegaba el colorante, o bien podía haber permanecido el colorante sin diferenciar aún. En zonas superficiales podían estar las neuronas bien diferenciadas, pero en este caso las zonas profundas ostentaban organizaciones todavía sobreteñidas sin diferenciar. Caso de que los niveles profundos estuvieran diferenciados, las neuronas de superficie, en cambio, se habían ya pasado en la diferenciación. Esta distinción la hemos advertido ya en cortes que pasan de 30 micras de espesor, llegando a hacerse manifiesta a 50 micras. Pero eso, en espesores de 100 micras, y más aún, en 200, se manifiesta lo pernicioso que es para el método el que los distintos niveles de grosor se diferencien en relación con el tiempo empleado en la penetración de los ingredientes. Estas circunstancias nos decidieron a aplicar el método de NISSL a cortes gruesos mediante repeticiones sucesivas, insistiendo en estas repeticiones unas veces con todos los tiempos del método y otras veces con algunos de ellos; por ejemplo: si realizamos

los tiempos del método de NISSL clásico y, por lo tanto, empezamos por la sumersión de los cortes en el Azul de Toluidina (el Cresil Violeta, o cualquier otro colorante de los muchos que para este método se emplean); siguiendo después con la diferenciación a base de alcoholes, entonces, cuando llegamos a la fase final, sin necesidad de montar, observamos microscópicamente en el corte grueso la decoloración de sus elementos de superficie y la sobretinción de los elementos de profundidad, pero indudablemente sin diferenciación de los mismos. Pudo haber ocurrido, pues, que la diferenciación se pasase en los elementos de superficie y fuera insuficiente para los elementos de profundidad.

Parece pues que este tipo de grueso corte debiera de ser sometido a una insistente acción de los ingredientes del método, en repeticiones sucesivas de sus tiempos, y que debiera de recorrerse las fases necesarias para su hidratación hasta llegar, por segunda vez, al colorante, donde después de permanecer un tiempo determinado volviera a recorrer por los alcoholes las clásicas fases de diferenciación y deshidratación. Llegado, pues, el corte por segunda vez a la fase final, pero sin montar aún, su observación microscópica era completamente diferente a la primera vez, pues había manifiestos signos de diferenciación neuronal y glial, como ocurre al método de NISSL corriente aplicado a cortes de menos de 20 micras. ¿A qué pudo ser debida esta circunstancia? ¿Es que se mejoró la sensibilidad al colorante de las neuronas? o más bien, ¿cómo se consiguió facilitar la capacidad de penetración de los ingredientes en todo el espesor del corte? Ello nos dio base para nuestro proceder del método de NISSL en repeticiones sucesivas según el grosor del corte.

Hemos realizado repeticiones sucesivas de NISSL en una misma preparación y sus resultados son francamente buenos terminada ya la primera repetición del método; por lo tanto, actuando dos veces en total.

También hemos actuado más de dos veces, pero sus resultados son aproximadamente los mismos que con los que se actúa dos veces, sin ostensible mejora. De todas formas, el número de repeticiones puede aumentar, como la práctica nos muestra, en relación con la extensión del corte más que con el grosor, y ello lo advertimos a simple vista según el contraste panorámico del corte y además microscópicamente en las distintas regiones antes de montarlo, pues caso de que alguna zona no tenga aspecto favorable, se impone la repetición hasta que todo se muestre debidamente en toda su extensión.

Este criterio hemos seguido fundamentalmente en series de cortes frontales del encéfalo humano adulto (cortes normales al eje del encéfalo). Los grosores de estos cortes a congelación han sido hasta de 200 micras, aunque habitualmente se emplean ya más incluidos en celoidina a 50 mi-



cras. Lo mismo decimos de encéfalos de animales de experimentación, como es el gato, así como eslabones comparativos de la escala zoológica, como son el *Macacus Rhesus*, el *Galago Demidovii* y el *Tupaia Glis*. Igualmente decimos de fetos y embriones humanos de desarrollo avanzado, notando en este caso que el método de NISSL empieza a manifestarse muy bien desde los fetos de 150 mm de longitud, ya que en fetos más jóvenes el NISSL no lo usamos ya, por resultar más eficaz el método corriente de hemalumbre.

Veamos los datos empleados en nuestro proceder de variación del NISSL.

A) Habitualmente piezas fijadas en formol al 10 % durante un tiempo muy variable.

B) Inclusión en gelatina si se ha de congelar o bien en celoidina. Ya sabemos que si se incluye en parafina el corte debe resultar fino, y entonces no hay necesidad de preocuparse por el resultado de un NISSL clásico.

C) Sección microtómica a unas 50 micras si se trata de celoidina y a unas 100 micras si se trata de congelación previa inclusión en gelatina. Naturalmente el grosor que se pone es suficiente para que salga íntegra la serie de extensos cortes, sin solución de continuidad ni accidente en la superficie del mismo.

D) Los cortes se sumergen en agua filtrada el tiempo suficiente para eliminar el alcohol de 70° que es el vehículo, caso de que hubieran sido cortados en celoidina. Este tiempo, naturalmente, interesa, caso de que las piezas procedan de congelación.

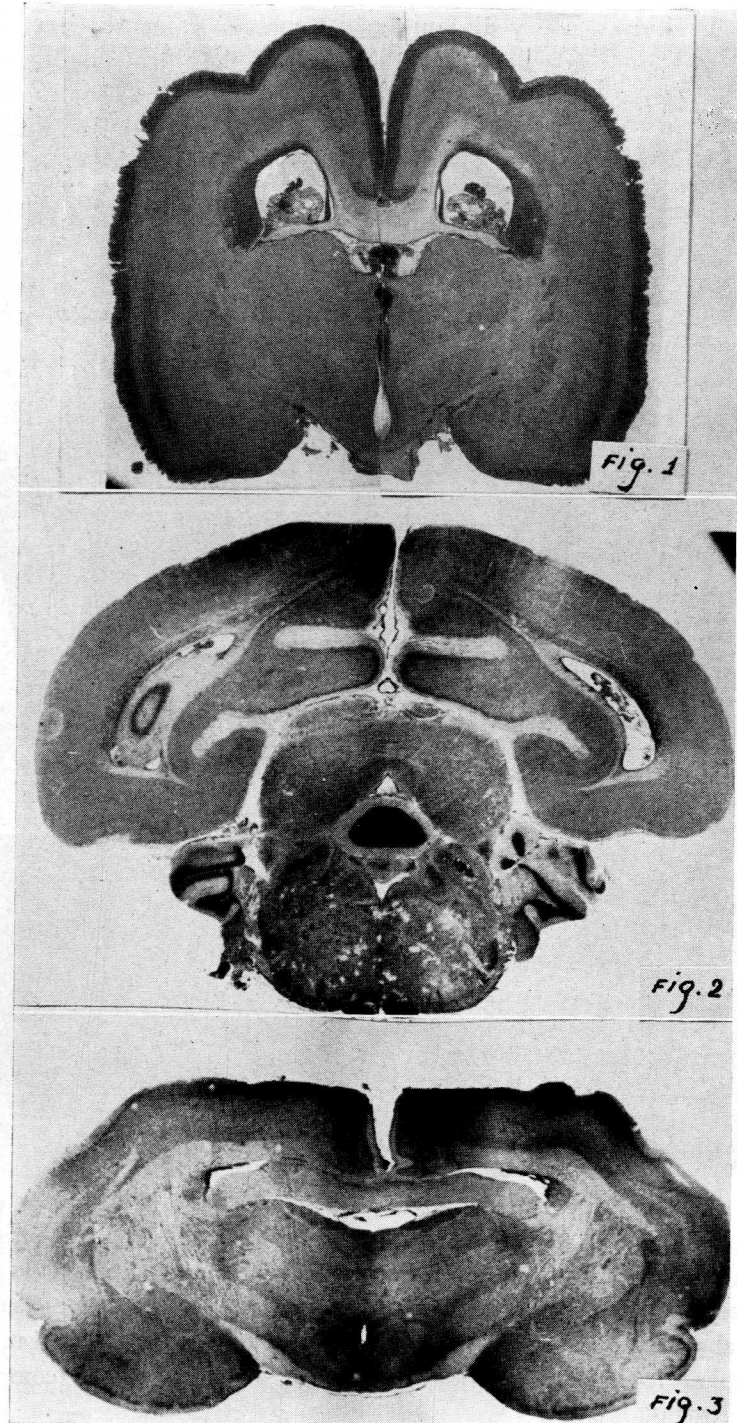
E) *Tinción.*

1.º Coloración en Azul de Toluidina (solución acuosa al 0'1 %). Cortes extendidos en placas de Petri durante 10 a 15 minutos, a la temperatura del laboratorio. El final de la decoloración no posee control alguno.

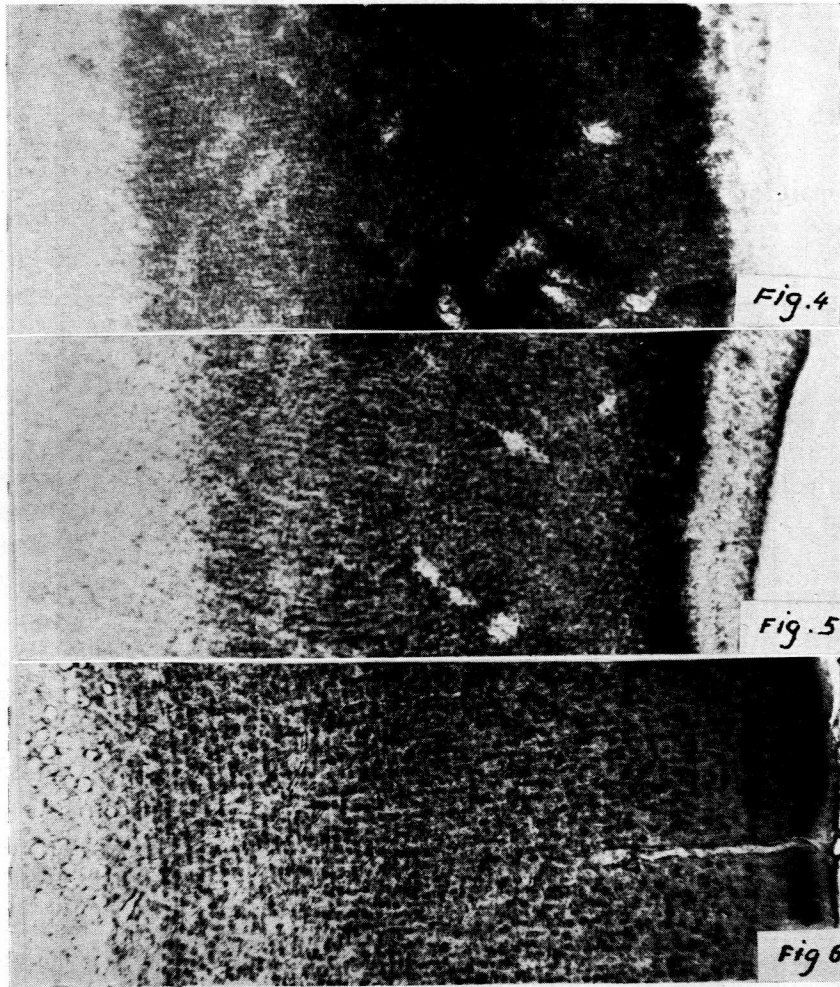
2.º Diferenciación alcohol clorhídrico (al 5 % en alcohol de 70°) (Como medio minuto bajo control visual directo, hasta que decolora casi completamente). Entonces paso al alcohol de 70° 1 minuto. Nuevo pase al alcohol absoluto, 1 minuto. Nuevo pase al alcohol de 70°, 1 minuto. En esta circunstancia los cortes conservan aún un destello azulado, pero no se distingue nada al microscopio.

3.º Recoloración en Azul de Toluidina, 10 minutos.

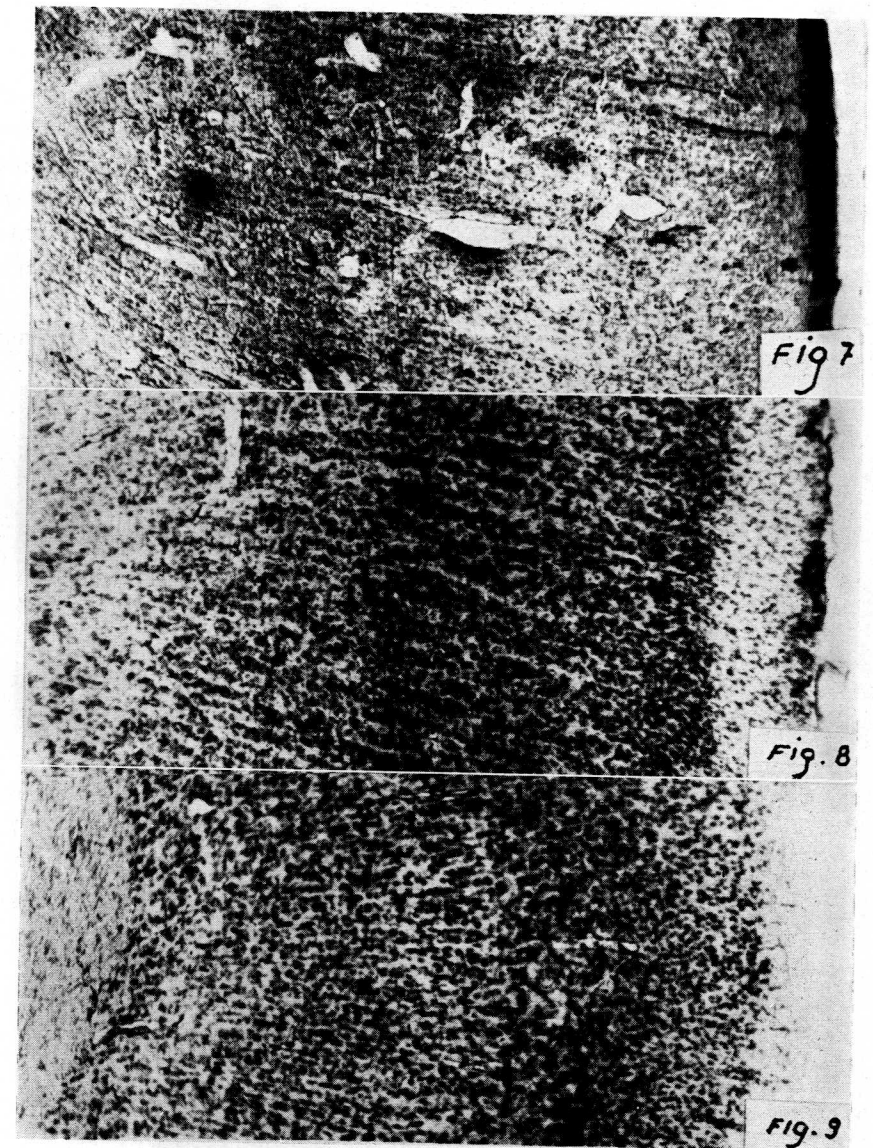
4.º Diferenciación en alcohol de 70° (nuevo), el tiempo suficiente, controlable al microscopio, hasta que se inicia la diferenciación.



5.º Deshidratación y diafanización como clásicamente se realiza. Si los cortes están en celoidina, debe llegarse a la deshidratación en alcohol absoluto, pues entonces pueden pasar con éxito a la diafanización con xilol. Si no se hubiera deshidratado con absoluto, el xilol no diafaniza,



y entonces hay que emplear el carbo-xilol. Durante estas fases de deshidratación debe controlarse microscópicamente la diferenciación obtenida, pues si al llegar al xilol se observa que la tinción es demasiado pálida, entonces hay que retroceder, como es lógico, en la siguiente forma: alcohol absoluto, alcohol de 70º, Azul de Toluidina (nuevo) de 3 a 4 minutos. Alcohol de 70º (controlando al microscopio), alcohol absoluto (controlando al microscopio), xilol.



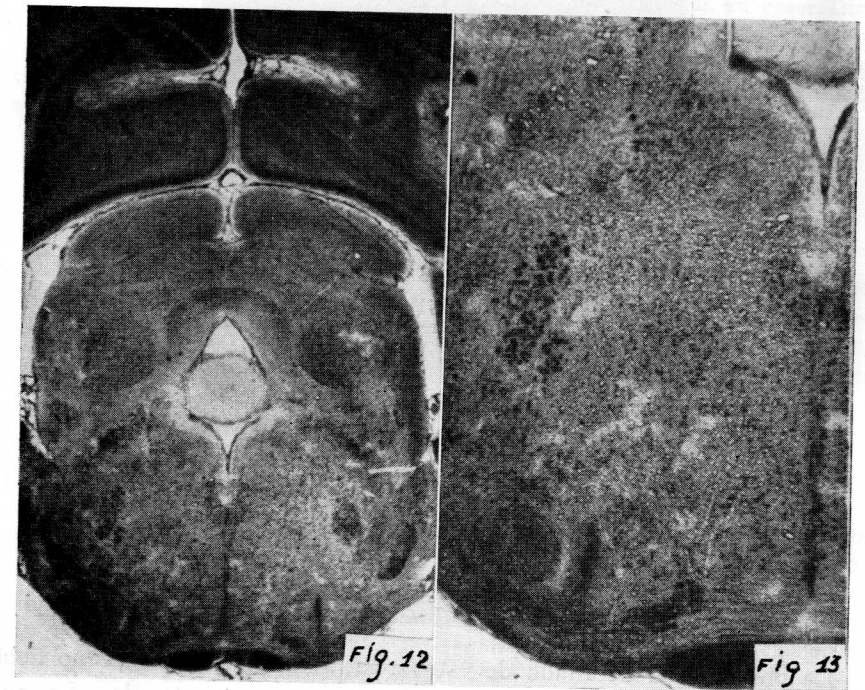
6.º Montaje en EUKITT.

El fundamento, pues, del método indicado es la repetición sucesiva, retrocediendo hasta el primer tiempo tantas veces como sea necesario, según lo denuncie el control microscópico. Naturalmente es preciso un nuevo colorante en cada corte.



Nos sugieren que presentemos algunas pruebas fotográficas de los resultados.

En cuanto a aspecto panorámico observamos un corte de cerebro humano (fig. 1) correspondiente a un feto de 180 mm (corte cogido al azar de la serie microtómica), donde la diferenciación panorámica es ostensible a pesar de las desfavorables condiciones topográficas en que se realiza, de 3 diámetros de aumentos. El mismo aspecto ofrece el niño recién nacido y los humanos adultos que hemos empleado, ostentando contraste suficiente a la observación visual directa. Notemos un corte de una serie de encéfalo de Galago Demidovii a 10 aumentos (fig. 2). Observemos un corte de una serie de conejo a 8 aumentos (fig. 3).

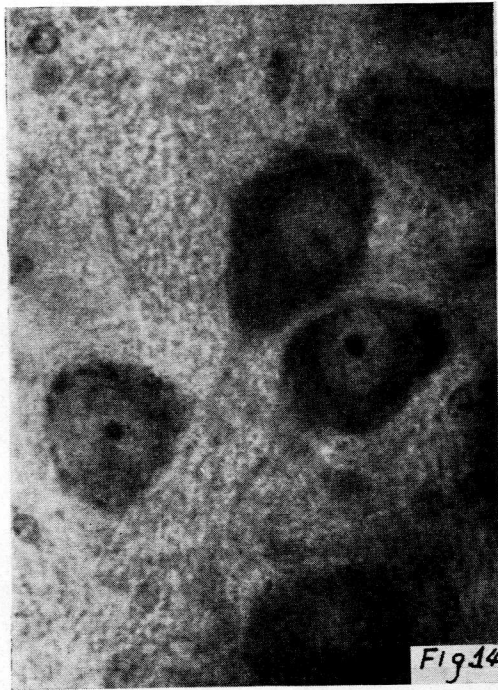


Los aspectos microscópicos del mismo tipo de cortes deben de ser analizados en zonas críticas a unos 100 aumentos.

A propósito de la corteza notemos un embrión de 120 mm (fig. 4). Corteza de un embrión de 180 mm (fig. 5) (el mismo de la fig. 1). Corteza de un niño de 10 días (fig. 6). En todos estos cortes se va notando cómo se diferencian las distintas capas de isocortex. Notemos (fig. 7) la corteza del área 4.<sup>a</sup> del gato con una manifiesta diferenciación y en concreto de las células piramidales de su 5.<sup>o</sup> estrato. En la figura 8 está la corteza cerebral del Gálago Demidovii y en la figura 9 la del conejo.



A propósito de zonas diencefálicas, notemos en la figura 10 la región diencefálica de la figura 1 a 10 diámetros. Notemos en la figura 11 un recuadro de la figura 10 a 25 diámetros, concretando al subtálamo, donde destaca el núcleo subtalámico (1) y el comienzo del pie peduncular (2). A propósito del mesencéfalo, notemos en la figura 12 (unos 25 diámetros) diferenciaciones de centros grises que a mayores aumentos aún (fig. 13) (unos 50 diámetros) expresan las individualidades neuronales. Un grupo de éstas, a mayores aumentos aún, se ofrecen en la figura 14, con los detalles histológicos clásicos a unos 500 diámetros.



La observación detallada de estos resultados naturalmente no debe de enjuiciar superiores posibilidades de contraste estructurales. Lo que se persigue aquí es una unidad de observación arquitectónica, tanto al aspecto panorámico como en el aspecto neuronal de estos gruesos cortes, en todas y en cada una de las zonas de las series microtómicas destinadas a un estudio reconstructivo en 3.<sup>a</sup> dimensión, como corresponde a los trabajos que se realizan en este Departamento.

### Resumen

El método de Nissl se aplica a cortes hasta de 200 micras de grosor y de gran extensión en cualquier técnica de inclusión. El fundamento del proceder se basa en repeticiones sucesivas del método clásico retrocediendo hasta la primera fase de tinción tantas veces como sea necesario, controlando siempre las diferenciaciones microscópicamente, según detalles que en el texto se indican.

### Zusammenfassung

Die Nissl-Methode verwendet man in grossen Schnitten bis zu einer Dicke von 200 micras, nach jeder Einbettungstechnik. Dieses Verfahren besteht in der fortwährenden Wiederholung der normalen Methode bis zur ersten Färbungsstufe zurückkommend so oft es notwendig ist. Die Differenzierungen werden mikroskopisch kontrolliert, so wie es auf dem Text angegeben wird.

### Summary

The Nissl's method is applied to very extensive sections as thick as 200 microns for any inclusion method. Its principles are based on a sucesive reiteration of the classic method, by coming back to the first step in the staining operation. It is microscopically controlled as necessary, such as in the text is pointed out.

### Résumé

La méthode de Nissl s'applique à des coupes jusqu'à 200 microns de gros-seur et de grande étendue dans n'importe quelle méthode d'inclusion. Le fon-dement du procédé se base sur des répétitions successives de la méthode clas-sique, en reculant jusqu'à la première phase de tinction aussi souvent qu'il sera nécessaire, contrôlant toujours les différenciations microscopiquement, selon des détails qui sont indiqués dans le texte.

## NOTICIAS

### El Profesor Hugo Spatz al cumplir los 75 años

*La Dirección, el Consejo de Redacción y colaboradores de "Anales de Anatomía" se asocian al homenaje que la Revista "Journal für Hirnforschung" dedica al Prof. SPATZ al cumplir los 75 años. En el cuaderno 5.º del tomo VI del año actual de dicha Revista, el Profesor HALLENVORDEN expone detalladamente la biografía del Prof. SPATZ. Esta debe, ante todo, ser presentada aquí en su versión al castellano.*

Hugo SPATZ nació en Munich el 2 de septiembre de 1888. Su padre, Bernhard, ejercía allí la Medicina. El afamado Patólogo BOLLINGER, que le tenía gran estimación, le había propuesto la dirección de la Revista semanal *Munchner Medizinische Wochenschrift*, y en los 44 años de trabajo colaborando con el Editor J. F. LEHMANN, hizo de esta desconocida «Hoja intelectual» la Revista de Medicina más destacada de su tiempo. (Después de su muerte se hizo cargo de ella su hijo Hans.)

Hugo SPATZ estudió Medicina en Munich y Heidelberg. Realizó parte de sus prácticas en el Hospital Alemán de Constantinopla. El 30 de julio de 1914 leyó su Tesis Doctoral y tuvo que marchar inmediatamente al frente, donde permaneció en el oeste hasta el trágico final. De estudiante ya sentía gran interés por la Anatomía del Sistema Nervioso Central y trabajaba durante sus horas libres en el laboratorio de NISSL en Heidelberg, hasta que el mismo NISSL lo tomó como Ayudante en sus trabajos. NISSL le aconsejó entonces intentase el aislamiento de un segmento de la médula espinal en el conejo y la estudiase desconectada del Sistema Nervioso Central. Era algo parecido a lo que anteriormente había hecho el mismo NISSL con la corteza cerebral. Pronto vio que el trozo aislado se necrosaba enseguida. Todo ello le permitió el estudio de la lesión experimental del tejido nervioso y sus consecuencias, y a la par, el estudio de la Anatomía de la médula del conejo, sobre la que entonces no se conocían trabajos previos.

Al investigar entonces sobre el desarrollo de las vainas nerviosas mielínicas, advirtió que muchas de las células gliales que la forman sufrían trastornos regresivos y morían, ayudando así a su crecimiento. Se trataba, pues, de una especie de sacrificio fisiológico de la glía como proceso normal de desarrollo de la mielina. Todo esto le sirvió de base para un extraordinario trabajo sobre "El desarrollo de la médula del conejo", que constituyó su Tesis Doctoral (publicada en «Arbeiten über die Grosshirnrinde», de NISSL), tesis demostrada con gran exactitud y cuidado, así como un estilo descriptivo perfecto, propio de todos los trabajos que sucedieron.

Esto fue sólo un estudio preliminar para la monografía de 367 páginas y 24 láminas que publicó en 1921 sobre «Las reacciones del tejido nervioso inmaduro», donde demuestra que el tejido nervioso en desarrollo no puede cicatrizar y se disgrega rápidamente, llegando a desaparecer sin dejar más huella que una aplasia o un quiste. Este hecho es muy significativo para explicar ciertas enfermedades nerviosas originadas desde el nacimiento o en la niñez.

Durante la guerra había planeado KRAEPELIN la fundación de un Instituto de Investigación Psiquiátrica anexo a su clínica. Ya en 1912 había llamado a SPIELMEYER para dirigir el Laboratorio Anatómico, consiguiendo además la colaboración de BRODMANN, que poco después falleció, así como la del mismo NISSL. Este dejó su Cátedra en Heidelberg para dedicarse por completo a aquella nueva actividad, y junto a él encontró SPATZ después de la guerra su puesto de trabajo. NISSL llevaba tiempo enfermo y murió el 11 de agosto de 1919. Entretanto, el nuevo Instituto de Investigación en 1918 ya era un hecho real y SPIELMEYER seguía de Director del Departamento Anatómico donde acudían muchos discípulos, desarrollándose un trabajo muy activo de Investigación.

Por aquel tiempo dedicaba la Neurología un especial interés a los ganglios raquídeos. En 1918 describió v. ECONOMO una enfermedad: la encefalitis letárgica (epidémica), con manifestaciones coreicas y rigidez; C. y O. VOGT expusieron en 1919 un bosquejo sobre las enfermedades del «Striatum», seguida en 1920 de su monografía sobre el «Sistema Striatum». En el mismo año descubrió SPATZ la presencia del hierro en estas zonas en difusa impregnación por determinados centros nerviosos, los cuales mediante la reacción «Turnbull» se destacan de los demás tejidos, reacción completamente independiente de la hemoglobina de la sangre. Esta reacción fue más fuerte en el Globus pallidus y en la Zona Reticular de la Substancia Negra; menos fuerte en el Striatum (núcleo caudal y putamen), en el Núcleo Rojo, en el Núcleo dentado del Cerebelo y en el «corpus Luys». Todo lo cual extendió el campo del «Sistema Estriado» de

VOGT al «Sistema Extrapiramidal-motor» en concepto limitado, según SPATZ, que por su situación crucial tiene relación con los siguientes territorios: a) Con los «Núcleos del Puente», así como con las vías frontopónicas y temporopónicas lanzadas desde la corteza cerebral, y b) Con la «oliva inferior» y con la «Substancia Reticular», tan importante, del tronco del cerebro y de la médula, que está sobrepuesta al sistema motor del neuroeje; todo lo cual pudo ya integrar el «Sistema Extrapiramidal-motor en toda su amplitud.

La reacción del hierro (aunque hasta hoy no haya sido comprendido su significado) fue el primer paso hacia la histoquímica de estos procesos. Ella demostró la estrecha relación de un centro motor de la base del cerebro, «el globus pallidus», con un centro motor del mesencéfalo, la «Substancia Negra». Esto fue una comprobación muy significativa, porque al Pallidus se le tenía como un componente del Núcleo lenticular. SPATZ pudo demostrar que el globus pallidus se acaba situando junto al «Striatum», como etapa final de emigraciones desprendidas de matrices del diencefalo. Este hecho explica, entre otras cosas, que en la parálisis progresiva ocurran casi siempre infiltraciones inflamatorias en el Striatum (porque este proceso ataca con preferencia al telencéfalo), pero muy pocas veces al pallidum.

Además de la reacción del hierro descubrió SPATZ más particularidades metabólicas, como la infiltración grasienta del globus pallidus, la tendencia a concentración del calcio, etc. Demostró, además, en otro trabajo suyo, la procedencia embrionaria de los ganglios basales del cerebro.

Sobre esto dio una conferencia SPATZ en la Reunión de los Psiquiatras alemanes en Dantzign en septiembre del año 1923, donde demostró no solamente que el globus pallidus pertenece al diencefalo, sino además cómo se podía imaginar el total desarrollo encefálico. Esto ocasionó grandes discusiones, sobre todo con el anciano Profesor WALLENBERG, que no quiso desistir de considerar la procedencia telencefálica del globus pallidus a pesar de que SPATZ en privado le procuró desglosar todas las razones existentes.

De tales estudios resultó la publicación «Fisiología y Patología de los ganglios del tronco encefálico» en el libro de fisiología de BETHE (1927). Entonces surgieron una serie de trabajos sobre metabolismo del S.N.C. acerca de la acumulación, secreción y transporte de ciertas substancias, siendo considerada la importancia que sobre el particular tienen las células de RÍO ORTEGA que por entonces se dieron a conocer. Así se consiguió postmortem un seguro diagnóstico de la Parálisis Progresiva, gracias a la reacción del hierro en las células gliales y de RÍO ORTEGA que contienen hemosiderina, situadas en las infiltraciones inflamatorias de los



vasos. Además publicó SPATZ, con el conocido internista FRIEDERICH MÜLLER, la segunda edición de las «Tablas neurológicas», para las cuales escribió extensas ediciones (1926).

Estando SPATZ ocupado con estos trabajos ocupé yo una plaza en el Instituto de Investigaciones Psiquiátricas y pude proporcionarle el encéfalo de una niña con parálisis progresiva, en el que ya había sido observado macroscópicamente el intensivo color marrón del globus pallidus y de la zona reticular de la substancia negra. Se halló, entre otras cosas, un aumento patológico de la reacción normal del hierro de estos centros; de aquí la «enfermedad HALLERVORDEN-SPATZ».

El Instituto de Investigaciones Psiquiátricas fue admitido en la Sociedad Kaiser-Willhelm y SPATZ fue nombrado en 1928 Miembro Científico de esta Sociedad. En el mismo año pudo este Instituto instalarse en un nuevo edificio al lado del Schwabinger Hospital, en Munich.

Mientras tanto, SPATZ continuaba en la Clínica Psiquiátrica como Jefe del Laboratorio anexo a la Clínica que entonces dirigía BUMKE, sucesor de KRAEPELIN, fallecido en 1936. Allí tuvo varios colaboradores y se sucedieron una serie de trabajos científicos.

La encefalitis epidémica (con LUKSCH), el parkinsonismo de LYSSA (con SCHUKRI) y la enfermedad Bornasch del Caballo (con SEIFRIED) se sucedieron en importantes publicaciones, lo que, finalmente, dio lugar a un extenso estudio sobre la encefalitis en el libro de Enfermedades Mentales, de BUMKE (1930), en una monografía de 130 páginas. En él pretende concebir la «encefalitis» como una forma defensiva de la infección, al igual que suele interpretarla el clínico. Este estudio fue ampliado por un trabajo general sobre encefalitis y encefalíticos (1937). En él se distinguen los estadios de esta enfermedad, según aparecen en el S.N.C., bajo el punto de vista morfológico. SPATZ estableció 6 grupos distintos. El particular estadio final de la encefalitis epidémica fue especialmente considerado. Estas aclaraciones contribuyeron a un importante progreso y han establecido nuevas bases en el estudio de la encefalitis.

En una comunicación sobre la restitución del S.N.C. (1930) SPATZ comprueba que en el hombre no hay una completa regeneración (sólo posible en animales inferiores), pero aparecen brotes de fibras nerviosas divididas, que carecen de efecto fisiológico definitivo. Se trata de pocas fibras que pueden ser seguidas en el tejido nervioso glial del fondo y por tanto pueden reconocerse con los métodos de coloración de las vainas mielínicas. Esas son las llamadas placas fibromielínicas de Vogt, que aparecen no sólo en la «atrofia granular de la corteza cerebral» (trabajo de PENTSCHEW), sino también en el «Status marmoratus».

La investigación de tumores cerebrales (meningiomas de la corteza olfatoria, con BOSTROEM, y del ángulo del quiasma óptico, con GUTMANN, así como personales investigaciones sobre gliosarcomas) dedujo SPATZ el concepto de «la inflamación sintomática». Todo ello es muy frecuente, aunque no obligatorio, en los tumores cerebrales, lo que explica localizaciones inexactas por efectos a distancia. La naturaleza de la inflamación del cerebro no estaba definida todavía, pero aparece a menudo una particularidad morfológica, que consiste en tumefacción y desconexión de las prolongaciones de los astrocitos (Dedritas plasmáticas de CAJAL). En gran cantidad de casos con estasis papilar en tumores cerebrales encontraron SPATZ y MARCHESANI en el nervio óptico inflamado estos mismos signos, o sea, que es de considerar el estasis papilar como una tumefacción cerebral local del nervio óptico. Desgraciadamente estas extensas investigaciones no fueron publicadas detalladamente.

La inflamación sintomática cerebral es también la que por empuje conduce a una variación del volumen de las cisternas y zonas de drenaje cefalorraquídeo (SPATZ y STROESCU, 1934). En este escrito se estudia detalladamente el origen, la Anatomía y Patología de los espacios cefalorraquídeos por donde circula el líquido. Cuando las cisternas se dilatan por atasco del líquido cefalorraquídeo, los nervios cerebrales se estiran y se obstruyen los troncos arteriales y venosos que caminan por estos espacios. Sobre esto realizaron trabajos sucesivos PERRET y SELBACH (1940-41). Por este tiempo también se logró perfeccionar las técnicas sobre «coloraciones citales» (1933), lo que permitió reconocer la «barrera hematoencefálica», la cual (en contra de algunas opiniones) está representada por la capa interna de los vasos cerebrales. Igualmente hay barrera, aunque con distinto grado de penetrabilidad en los plexos coroideos y en las meninges blandas del cerebro. Su particularidad es no dejar pasar al tejido nervioso sustancias que en otros órganos, sin embargo, son absorbidas fácilmente por los vasos. La permeabilidad depende de la capacidad de disociación de cada substancia y del equilibrio bioeléctrico de las membranas.

Desde el «Liquor», colorantes vitales tiñen las zonas limitantes de la substancia encefálica difusamente, sin consideración de sus estructuras especiales, como si se tratase de una masa homogénea-coloide. El mismo hecho pudo ser demostrado por SPATZ y por mí en procesos de desmielinización. Un detallado estudio clínico y anatómico sobre «Esclerosis Concéntricas» (BALO) nos llevó a la conclusión de que el proceso de desmielinización en sus múltiples y difusos focos ofrecen las mismas particularidades histológicas que durante un proceso infeccioso. Parten de un punto en un pequeño vaso y se irradian parietalmente, difundiendo por

la mielina dañada (como había opinado ya MARBURG), sin consideración de las diversas estructuras de los tejidos circundantes; sencillamente, por una difusión concéntrica de esclerosis múltiple y difusa (1933).

El hecho de que el cerebro reaccione en circunstancias especiales como una masa coloide sin estructura se demostró también en circunstancias mecánicas, como son los traumatismos cerebrales cerrados.

Ya en 1929 describió SPATZ su diferenciación con otro proceso parecido, el «etat vermoulu» de la arterioesclerosis. Pero a parte de esto, en 1935 pudo caracterizar estos focos de esclerosis como traumatismos sufridos de hace tiempo, diagnosticables, aunque no se tuviera antecedentes. Las partes más jóvenes de la corteza cerebral, como el neocortex de la base frontal y lóbulo temporal son las más afectadas; rara vez lo son las partes corticales más antiguas, como el allocortex. En los focos escleróticos de las contusiones antiguas fue investigada la distinta dirección de los golpes recibidos en el encéfalo. Una forma especial de lesiones fisurales de las circunvoluciones de la convexidad fueron primero definidas como «Esquizogiria» (1929), pero posteriormente fueron reconocidas como efectos traumáticos de la corteza a causa de golpe transmitido desde abajo (RIEDERER VON PAAR, 1936). Los capítulos anatómicos en varias ediciones del libro de BUMKE sobre enfermedades mentales contienen sus trabajos sobre la participación de los vasos cerebrales en la enfermedad de WINIWARTER-BÜRGER (con LINDENBERG, 1939, y Sra. LÜERS, 1934), en los cuales se nombra especialmente la particular localización de los focos en los límites de las zonas de irradiación arterial. Esto se vio posteriormente en los vasos con gomas sifilíticos, de la leptomeninge de la médula espinal (SINGEISEN, 1936). Especial mención merece la monografía sobre la anatomía del diencéfalo (manual de neurología de BUMKE y FOERSTER, 1936), en el cual se explican las funciones de estos centros mediante su desarrollo. Relacionada con este trabajo está la extensa publicación de WEISSCHÄDEL «Sobre el haz central de la calota».

En agosto de 1936 dio SPATZ una conferencia sobre la «Importancia de la corteza basal», correspondiente al lóbulo temporal y frontal, los cuales marcan en la superficie interior de la base del cráneo las «impresiones gyrorum». El demuestra que estas regiones, ontogenéticamente más jóvenes, tienen especial relación con las más altas capacidades del hombre: intensos traumatismos aquí y extensos meningiomas en la línea central, que hacen enfermar aquellas zonas por la atrofia consecuente, producen un cambio de la personalidad y del carácter, mientras que las restantes capacidades intelectuales son afectadas secundariamente.

Por entonces fue nombrado SPATZ sucesor de VOGT en la dirección del Kaiser Willhelm Institut für Hirnforschung en Berlin-Buch.

Esto sucedió a propuesta del mismo OSKAR VOGT y por deseo especial del entonces Presidente Max-Planck. A este fin, SPATZ se trasladó en noviembre de 1936 a Berlín, haciéndose cargo de la Dirección en mayo de 1937. Este cambio le proporcionó, como es natural, algunas molestias y preocupaciones, pero SPATZ venció las dificultades con su natural bondad y conocimiento. Más de algún enojoso asunto administrativo fue acogido por él humorísticamente.

El Departamento Clínico del Instituto alcanzaba entonces una elevada etapa, pues en él era posible plantear el estudio de algunas enfermedades en el campo de investigación. Así podían fecundarse eficazmente los interrogantes de la clínica con las investigaciones anatómico-patológicas. De esta simbiosis nació el magnífico trabajo realizado por SPATZ sobre «las atrofas sistemáticas». Tales forman un grupo especial que aparecen combinadas a veces con enfermedades hereditarias del sistema nervioso central y se distinguen completamente de otras enfermedades puramente hereditarias. Se basan en un proceso de atrofia que puede tomarse por un envejecimiento prematuro de alguna vía o centro. A éste pertenecen los trabajos sobre «la atrofia del sistema de los núcleos del puente y la de la oliva bulbar» (WELTE), así como «la atrofia sistemática de la oliva superior» (WEISSCHÄDEL). Igualmente surgió la gran obra de R. KLAUE sobre «el Parquinsonismo», para lo cual fueron estudiados 32 pacientes e investigados anatómicamente 22 encéfalos. Se trataba de establecer un diagnóstico diferencial entre el estado final de la encefalitis epidémica y la «parálisis agitante». Los reconocimientos clínicos no mostraban, sin embargo, una diferencia clara y definitiva. Pero más tarde pudo ser agrupada la parálisis agitante entre las atrofas sistemáticas.

Otro estudio sobre la atrofia de PICK (atrofia progresiva de la corteza cerebral), cuyas características especiales SPATZ y ONARI ya habían descrito con anterioridad, fue verificado por BAGH. A este trabajo precedieron 30 casos anatómicamente investigados, que hasta 1946 no aparecieron publicados («Annalen de Finnischen Academie de Wissenschaften»). Al mismo tiempo se iban identificando varios pacientes con la enfermedad de PICK en la Clínica del Instituto. Todas las experiencias clínicas y anatómicas reunidas por SPATZ, que durante toda su vida prodigó constantemente, fueron expuestas en una conferencia del Congreso Internacional de Neuropatología en Roma en 1952 y publicados con Th. LÜERS en una monografía de 100 páginas en el Manual de Anatomía Patológica especial (tomo 13, 1957).

En el año 1939 dio SPATZ una conferencia sobre la «Anatomía Patológica de los trastornos de circulación cerebral», en el Congreso de Medicina interna de Wiesbaden, que fue muy discutido. Frente a opi-

niones comúnmente admitidas, observó que la arterioesclerosis no debía de ser considerada como una enfermedad de la vejez, sino que podía tener otras causas, pues gran parte se podía deber a la alta tensión y a los repetidos espasmos consecuentes de los pequeños vasos que producen una degeneración hialina con punto hemorrágico incluido, lo cual es antesala de la hemorragia masiva (ANDERS und EICKE). Otras formas de arterioesclerosis de carácter crónico, especialmente en los troncos arteriales, motivan el «reblandecimiento». La tensión alta parece ser, pues, condición inseparable.

Aquí se unieron más trabajos sobre las enfermedades de los vasos, empezando por las variedades de la carótida interna, al formar el sifón endocraneal y sobre la localización de la arterioesclerosis de los vasos cerebrales. Entre otros temas de entonces merecen citarse: «El origen de la ependimitis granular, así como de la ependimitis blastomatos» (HASENJÄGER); la «Blastomencefalitis» (SCHÖPE); SELBACH escribió, finalmente, sobre las transformaciones fisicoquímicas del tejido cerebral bajo el efecto de vibraciones (1949) y del ataque epiléptico (1940).

En el año 1939 comunicó SPATZ, junto con DRIGGS, un caso de pronunciada «Pubertad precoz» en un niño de 3 años y medio. Encontraron en la base del encéfalo, delante del cuerpo mamilar, un quiste de tamaño de una avellana, que constaba de grupos de pequeñas células nerviosas en la misma forma que aparecen en los núcleos del Tuber cinereum. Pero esta parte estaba normal e intacta. O sea, que se trataba de un «Hamar-tom» con una sobreproducción de este tipo de células. Por esto tuvo que ver la prematura madurez sexual con una hiperneurosecreción del Tuber cinereum. De aquí se dedujo que esta parte del cerebro tiene estrecha relación con el desarrollo sexual, lo que desplazó aquí el problema de la maduración sexual. Se estaba, pues, ante uno de los problemas fisiológicos más importantes. También los demás Departamentos estaban ocupados con importantes problemas. El trabajo del Instituto había alcanzado su momento cumbre. Entonces el mundo se estremeció ante la declaración de una nueva guerra.

Entonces la investigación tuvo que ceñirse a circunstancias y puntos de vista militares. Se acumuló mucho material por heridas y enfermedades infecciosas de distintas clases. El trabajo fue facilitado por la Comandancia, que proporcionó colaboradores apropiados. SPATZ volvió varias veces por algún tiempo del frente, pues al mismo tiempo se continuaban aquellas investigaciones de otra índole ya mencionadas.

Ya en 1941 apareció un artículo de 50 páginas de SPATZ sobre «la patología cerebral en la guerra, sobre todo en heridas del cerebro». En él se habla de contusiones y heridas abiertas en el cerebro (en sábanas

y aplastadas) y sus posibilidades de curación. Estos reconocimientos fueron completados por numerosos trabajos de sus colaboradores: (WELTE) sobre «secciones cerebrales y sobre focos de traumas en la corteza»; (NOETZEL) sobre «meningitis traumática y empiema subdural»; (DICKELMEYER) sobre «efectos de la bala explosiva»; (KRÜCKE) sobre «la embolia gria-sienta»; (LINDENBERG) sobre «reblandecimientos»; (PETERS) sobre «acciones obtusas y forzadas; haciendo además muchas experiencias en animales con lesiones cerradas; KLAUE escribió sobre contusiones de la médula, lesiones indirectas de las fosas endocraneales, sobre intentos de regeneración de las raíces posteriores de la médula espinal, traumas cerebrales obtusos y hallazgos encefalográficos. Más tarde, a sugerencia de los americanos, realizó SPATZ varias comunicaciones sobre lesiones cerebrales, tituladas en común como «los adelantos de la ciencia en Alemania durante la guerra» (FIAT-REVIEW), a la par que una monografía de K. H. LINK sobre «Hemorragias traumáticas subdurales e intradurales» (Paquimeningitis hemorrágica).

Entre tanto proseguían las investigaciones sobre el centro diencefálico sexual. Se llevaron a cabo coagulaciones por el método HESS en el Tuber cinereum del conejo en 16 casos juveniles y 3 adultos, procurando no lesionar la Hipófisis. Así se demostró una detención del desarrollo y maduración sexual con una atrofia irreparable en los órganos sexuales del macho y de la hembra. Los animales operados se manifestaban completamente indiferentes ante el acercamiento sexual de los animales sanos. El Tuber cinereum apoya, pues, por vía nerviosa, el desarrollo normal de la glándula genital y la función sexual independiente. Esta función del Tuber cinereum no puede ser substituida por ningún otro centro o función endocrina (BUSTAMANTE, SPATZ, WEISSCHEDEL).

Estando SPATZ en el frente me llamó una mañana su asistente LINDENBERG para ver la necropsia de un niño con enorme hidrocefalia: la bóveda del cráneo recién abierta de gran desarrollo se mostraba sorprendentemente vacía. Se trataba de una encefalitis hidraencefálica en la cual sólo había escasos restos de encéfalo en la base del cráneo yacentes sobre el casi abierto tronco cerebral. Estos y otros casos relacionados fueron motivo para una magnífica publicación de HERTHA LANGE-COSACK.

H. BECKER produjo experimentalmente en perros hidrocefalia bilateral mediante bloqueo de los vasos cerebrales e investigó las degeneraciones y parálisis ocasionadas. La valoración de estos experimentos dio lugar a una serie de trabajos sobre circunstancias topográficas del mecanismo de degeneración de las fibras, etc., y finalmente a una monografía sobre «Degeneración retrógrada y transináptica de la Neurona» de 161 páginas en la editorial de la Academia de Ciencias de Mainz (1952).



Los trabajos durante la guerra resultaron difíciles por los ataques aéreos, hasta que, finalmente, después de caer una bomba cerca del Instituto se trasladó el Departamento en la primavera de 1944 a un pequeño Hospital en Dillenburg, en el Westerwald, bajo la dirección de dos médicos militares (NOETZEL y WELTE) y con la colaboración de HALLERVORDEN y del personal técnico. Allí aconteció la fecha de la ocupación de los americanos. Los dos médicos militares fueron detenidos y llevados prisioneros. Se pasaron muchas dificultades y preocupaciones por el constante paso de las tropas, pero se consiguió, finalmente, salvar el Instituto y sus colecciones de material preparado. SPATZ, que era entonces Coronel-Jefe en el frente, estaba en Berlín y pudo marcharse en el último momento con sus colaboradores a Munich, donde encontró un cobijo en el Instituto de Investigaciones Psiquiátricas. Allí fue detenido en el verano de 1945 por las tropas americanas porque se había dado a conocer como Director del Kaiser-Willhelm Institut (para cuya función había sido ordenado un arresto automático), siendo conducido a un campo de concentración en Garmisch-Partenkirchen. Fue para él un tiempo difícil, pero es de destacar que supo ayudar y fortalecer siempre a sus camaradas. Por otra parte, se esforzaron sus viejos amigos en hacerle más llevadero su destino. Cuando finalmente fue puesto en libertad trabajó en Heidelberg para los americanos en un manual destinado al cuerpo de aviación («Brain injuries in aviation», 1950), valiosa recopilación de sus experiencias durante la guerra. Los demás Departamentos de Investigación Cerebral del antiguo Instituto también encontraron independientemente un refugio: el Departamento Neurofisiológico de KORNMÜLLER, en Göttingen, la patología clínica bajo la dirección de PATZIG, en Schleswig, y bajo la dirección de TÖNNIS en el Knappschaftskrankenhaus de Langendreer.

A principios de 1947 por fin pudo incorporarse SPATZ al Instituto provisional de Dillenburg y enseguida comenzó a trabajar. Viejos amigos nos visitaron allí y en parte se agruparon a nuestro trabajo. Naturalmente se probó de encontrar lugar para el resto del Instituto. Agradecidos, nos acordamos ahora de las facilidades recibidas de los colegas, en Göttingen y Marburg. El Ministerio Cultural de Hessen se interesó por el huérfano Instituto y se preocupó de las seguridades peculiares.

Finalmente se puso a disposición del Instituto el Pabellón Fisiológico de la Universidad de GIESSEN, que estaba vacío. De 1944 al 49 estuvimos en Dillenburg, y ahora recordamos muy agradecidos esta pequeña ciudad. Fue «un tiempo de reflexión», según dice SPATZ, en la historia del Instituto. Cuando por iniciativa de nuestro estimado Presi-

dente OTTO HAHN se fundó la Sociedad Max-Planck, volvieron de nuevo las circunstancias normales.

En Gießen fuimos bien acogidos por la Facultad y se desarrollaron estrechas relaciones con las Clínicas y con los Institutos de la Facultad de Veterinaria. SPATZ recibió una Cátedra honorífica y se reagruparon muchos antiguos y nuevos colaboradores.

La finalidad de nuestro trabajo era entonces el proseguir las investigaciones ya comenzadas en Dillenburg sobre las relaciones entre el hipotálamo y la hipófisis. Un gran número de colaboradores fue encargado de este trabajo. Sistemáticamente fue investigada esta región en distintas especies animales para establecer las estructuras básicas comunes en todos: En Peces, Anfibios y Reptiles (DIEPEN), en el ratón (H. BECKER), en la cobaya (SPULER), conejo (SPATZ, DIEPEN, GAUPP), en el gato (NOWAKOWSKI), en embriones y fetos humanos (KAULE), así como en personas adultas (CHRIST). Coagulaciones se hicieron con BUSTAMANTE y WEISSCHEDEL, mientras que NOWAKOWSKI producía efectos excitantes en el Tuber cinereum. Investigaciones en casos patológicos humanos verificaban WITTERMANN, ORTHNER y LANGE-COSACK. Los resultados los resumió SPATZ en un trabajo (1951) al cual, con el tiempo, le fueron añadidas nuevas observaciones.

Aparte del estudio de este problema, que se prolongó por muchos años, hay que citar otros trabajos importantes de estos tiempos. ORTHNER descubrió en la intoxicación metélica necrosis simétricas del putamen en cada lado y una inflamación serosa del hígado en gran parte de los casos. Estos hallazgos fueron descritos en una monografía (1950) prologada por SPATZ.

KAHLE mostró en cerebros de embriones humanos (1951) que el desarrollo de las distintas fases se podían deducir de emigraciones desprendidas de las células matrices del epéndimo ventricular. Se demostró también que la organización formal del neuroeje se verificaba a finales del tercer mes intrauterino, mientras que el cerebro terminal lo conseguía en los primeros meses de vida extrauterina, como ya estimó SPATZ en 1927. En 1953 hizo KAHLE una exacta descripción del desarrollo del cerebro medio. En 1952 habló SPATZ en la fiesta del Centenario de CAJAL en Madrid. Más tarde dio una conferencia en el primer Congreso Internacional de Neuropatología, en Roma, sobre «la enfermedad de Pick y las Atrofias Sistemáticas». Pero sobre todo, lo más importante fue su trabajo sobre «la neurona y la célula», a propósito del 100 Aniversario de RAMÓN Y CAJAL el 1 de mayo de 1952 (MÜNCHNER, Med. Wschr., 1952). En él se muestra que la neurona corresponde a una célula (aunque algo modificada); que la neurona también forma el núcleo central de la función y que

la neurona, en fin, en contra del criterio reticulonista, conserva su independencia aun dentro del mayor embrollo reticular. KIRSCHKE afirmó en 1960, apoyado en la microscopía electrónica, la absoluta validez de la doctrina de las neuronas, a lo que añadió SPATZ un escrito confirmativo.

En 1957 apareció un trabajo sobre un cerebro de una momia conservada bajo cieno, algunos miles de años (SPATZ, KLENK, DIEZEL). Otro estudio de SPATZ y DIEZEL le siguió en 1961.

El Instituto de Neurología de la Universidad de Frankfurt, el llamado Edinger-Institut, beneficencia particular de EDINGER, celebró en 1955 su 100 aniversario. Con este motivo redactaron SPATZ y KRÜCKE un escrito sobre «los recuerdos de LUDWIG EDINGER» y SPATZ escribió un estudio histórico: «la morfología comparada del cerebro antes y después de EDINGER». «Visión hacia el pasado y futuro». Los dos trabajos fueron publicados en 1959.

En 1960 se fundó en el Max-Planck-Institut una Comunidad de Trabajo Internacional sobre la Neuroanatomía Comparada.

Pero poco a poco aparecen en primer plano los estudios sobre ontogenia y filogenia del desarrollo del cerebro, que fueron siempre base y punto de partida de las investigaciones de SPATZ. En la comunicación sobre «la importancia de la corteza basal» (1937), y más claramente en el trabajo dedicado a KLEIST sobre «Contrastes y conexiones en el desarrollo del cerebro medio y corteza basal» (1949), se encuentran pensamientos claros que después fueron demostrados con datos anatómicos en una conferencia en la Universidad de Gießen sobre «El futuro y el desarrollo del cerebro humano». Así surgió la necesidad de una Investigación más extensa sobre la escala filogénica

SPATZ llamó al zoólogo HELMUTH HOFER, de Viena, a su Instituto, el cual había publicado un manual de Primatología. HOFER escribió varios trabajos sobre paleontología, sobre el relieve cerebral en un simio sud-africano. HEINZ STEPMAN, que realizó estudios en Kiel sobre animales salvajes y domésticos, comenzó ahora en Gießen un estudio sistemático de los insectívoros y primates, para lo cual participó en una expedición belga-alemana al Congo y después en una franco-alemana a Madagascar. Siguió normas sistemáticas muy rígidas y logró con el tiempo un material comparativo morfológico perfectamente estudiado. Aparte de las publicaciones realizadas por él sobre esto, escribió con SPATZ el trabajo sobre «Convergencia adaptativa del cráneo y del cerebro de los Kopfwühler y topos» y en el mismo año sobre «Encéfalos de insectívoros africanos», intentando relacionar la forma del cerebro con su modo vital. El zoólogo HEINRICH SPRANKEL se dedicó al tupaia, animal intermedio entre insectívoro y mono, parecido a una rata, que consiguió mantener

en cautividad. De él proviene el anteriormente citado estudio embriológico sobre el desarrollo de la notocorda y región precordal (1956). MERNER, igualmente zoólogo, escribió también sobre la lámina terminalis de los monos y TIGGES sobre los ventrículos cerebrales de los primates (1962). Huéspedes españoles, ESCOLAR, de Zaragoza, y SMITH-AGREDA estuvieron repetidas veces durante algunos años y se distinguieron por las reconstrucciones cerebrales, hipofisarias, y sus trabajos sobre impresiones Gyrorum.

Citamos más trabajos de SPATZ sobre su tema favorito: «Encéfalo y endocráneo» (1954). «Evolución del encéfalo humano y su importancia para la condición especial del hombre» (1955) (publicaciones de la Sociedad Universitaria de Gießen). «Pensamientos sobre el futuro del cerebro humano» (1961) y las últimas conclusiones precisas en la undécima página de su publicación sobre «Anatomía, desarrollo y patología del neocortex basal». (Libro Jubilar dedicado al Dr. VAN BOGAERT, Bruselas, 1962.)

En el año 1959 fue jubilado SPATZ, al mismo tiempo que ROLF HASLER, de Freiburg, I. B. discípulo de VOGT fue designado sucesor suyo. SPATZ recibió un contrato de investigación para tres años que le permitió seguir trabajando con algunos colaboradores. W. KRÜCKE fue nombrado Director de la Sección neuropatológica, al mismo tiempo que continuaba de Director del Instituto Edinger, y de Profesor Titular de Neuropatología en la Universidad de Frankfurt. Por una espléndida donación de la ciudad de Frankfurt fue posible la construcción de un edificio nuevo para el Instituto Max-Planck, en Frankfurt, lo que unió el Max-Planck-Institut con el Edinger-Institut. Consta ahora de las siguientes secciones: Neuropatología, neuroanatomía, neuroquímica y primatología.

No debemos de olvidar los escritos biográficos, dedicatorias y necrologías que SPATZ, con su fidelidad histórica y cariñosa concentración de la personalidad, supo dar siempre. Sobre su amado Profesor NISSL escribió nada menos que 5 publicaciones. Con una demostración histórica de la célula nerviosa (1921); al final, en una biografía de «Los grandes Neurólogos», de KOLLE (1959); así como en el pequeño escrito sobre «50 años de neuropatología en Alemania» (1961). A CAJAL, al que guardaba la más alta veneración, le felicitó en su 75 aniversario y éste, con su trabajo sobre «Las neuronas y las células» (1952), le dedicó un afectuoso recuerdo. También ensalzó la justa importancia de O. VOGT. De los 11 restantes escritos de este estilo, mencionemos solamente la necrología de ECONOMO, SPIELMEYER y sus amigos CAMPERT e HILLER. Por medio de su amigo IDELBERGER hizo publicar una biografía del anatómico

TIEDEMANN, por el cual sentía gran admiración, porque TIEDEMANN fue el que había previsto años antes la ley biogenética de HAECKELS. Al final escribió una defensa del Honor de GUDDENS (en la *Münchener Med. Wschr.*, 1961/62). A su amigo HEYGSTER le dedicó una memoria (1962) después de su muerte por el extraordinario escrito que dejó éste sobre «Psicosomática» (*Münch. Med. Wschr.*, 1962).

SPATZ se casó a los 45 años con Ortrud, hija de un amigo suyo de la juventud, el Anatómico WILHELM V. MÖLLENDORF. De este matrimonio nacieron 6 hijos.

Entre los diversos honores que recibió citaremos: el premio Achúcarro (1929) y la moneda conmemorativa (Erb-Denk Münze), que recibió SPATZ junto con KLEIST del anciano NONNE, que les dedicó un discurso inteligente y cariñoso en la Reunión Anual de la Sociedad Alemana de Neurología en Hamburgo. Fue nombrado Miembro Numerario de la Academia de Ciencias y Literatura de Mainz (1950), con lo que pudo ayudar a muchos colaboradores. Recibió el Doctorado honoris causae de la Universidad de Granada (1957), de la Universidad de Munich (1962), así como de la Universidad de Frankfurt a.M. (1963).

Cuando en 1921-22 ocupé una plaza de trabajo en el Instituto de Investigaciones de München, era la Histopatología del Sistema Nervioso todavía una ciencia joven. Libros de enseñanza no había todavía, excepto el breve de Paul SCHRÖDER, así que tuvo que empezar desde el principio. Con una paciencia inagotable me enseñó SPATZ, en horas de recuerdo memorable para mí, la Histología Normal y Patológica del Sistema Nervioso y me aconsejó más tarde en todos mis estudios.

Con mucho agradecimiento recuerdo las horas que pasé con SPIELMEYER junto a él. A través de este tiempo de colaboración con SPATZ pude apreciar su genial visión morfológica, que siempre seleccionaba enseguida lo esencial, su conocimiento hacia lo sencillo y su inmensa capacidad de trabajo. La claridad de sus pensamientos se refleja en su estilo. Los trabajos de sus discípulos los repasaba detenidamente y no sólo mejoraba su estilo, sino que con su habilidad filológica evitaba las repeticiones, corregía las expresiones enrevesadas y delimitaba minuciosamente el concepto a expresar. También, como editor de Revistas (*Archiv. d. Psychiatrie y Deutsche Zeitschrift f. Nervenheilkunde*) leía detalladamente todos los trabajos que recibía, los mejoraba y hasta recortaba él mismo las fotografías. Pero no trató nunca de imponer una dictadura, sino que sabía siempre convencer. Muchísimo tiempo y esfuerzo dedicó a esto, pero así resultó que todos los trabajos de su escuela llevan el timbre especial de su estilo y poseen el mismo carácter.

SPATZ es un buen Maestro y una persona bondadosa y amable; así

tuvo que ser para que el trabajo junto a él se convirtiese en una amistad verdadera, que no se empañó nunca, aun cuando él, más joven que yo, llegó a ser mi jefe. El se dedicaba por completo a sus discípulos y colaboradores y los estimulaba como podía. Durante todos estos años reinó en el Instituto una atmósfera ejemplar.

SPATZ parece perderse completamente en su ciencia, pero al mismo tiempo se interesa vivamente por la Historia y sobre todo por la historia del arte, seguramente herencia de su abuelo, que era arquitecto. Es un placer especial el viajar con él y escuchar sus explicaciones sobre el pasado y los distintos estilos del arte.

Le deseamos de todo corazón años de sosegada y tranquila Investigación en este nuevo Instituto de Frankfurt.

Prof. JULIUS HALLERVORDEN

Max-Planck-Institut für Hirnforschung  
6. FRANKFURT a.M.

(Firmante del original)\*

*Después de la versión biográfica de SPATZ que acabamos de presentar, sólo podemos recalcar algunos extremos: En sus frecuentes contactos con España, atraído seguramente por su admiración a CAJAL, aparte del premio Achúcarro que ganó, de sus intervenciones científicas a las que fue invitado, de sus conferencias en las Facultades de Madrid, Salamanca, Granada y Zaragoza, de los honores recibidos, en fin, resalta ante todo la entrañable amistad de SPATZ con todos los españoles que llegó a conocer. Todos han visto siempre en él, al Maestro y al amigo. Dirigiendo y, a la vez, ayudando; literalmente, en fin: "Esperando siempre a uno", con esa espontaneidad y paciencia, sólo explicable en un padre. "Anales de Anatomía" y todos los Miembros españoles de su Consejo de Redacción hemos sentido también, directa e indirectamente, su paternal influencia.*

*Algunos temas de trabajos sobre Neuroanatomía que se desarrollan en nuestro país con gran interés han tenido su origen junto a SPATZ. Uno de éstos, por ejemplo, se basa en la "Superficie de contacto adenoneurohipofisaria" donde se conjugan direcciones de tantos procesos endocrinos*

\* Nota del traductor: Las citas bibliográficas con su referencia completa constan en el original.



nutritivos y reproductores. De SPATZ y su Escuela conocemos su disposición vascular, su continuidad con las neurosecreciones visibles y su influencia en las reacciones tisulares adenohipofisarias, visibles también, su modalidad arquitectónica en toda su extensión topográfica, durante su desarrollo embrionario, así como en muchos eslabones comparativos y experimentales de la escala zoológica. Todo ello es terreno inacabable para plantear continuos problemas experimentales que contribuyen al mejor conocimiento de la función y significado del substrato. Otro tema se refiere a la "Organización del allocortex" o corteza antigua, cuyo significado para integrar actitudes instintivas, cuyas bases tanto en terrenos ontogénico como en sentido filogénico y cuyo estudio topográfico en tercera dimensión por el método de Born, ha permitido en nuestro país no solamente el uso del material plástico espumoso (aprendido todo en el Instituto de SPATZ), sino también, mediante este proceder de reconstrucción, contribuir a precisar sus conexiones y vías eferentes, que resultan ser verdaderas vías motoras instintivas que tienden a unificar el sistema piramidal y el extrapiramidal.

SPATZ nos ha demostrado su ejemplar voluntad, pero a este respecto, ha hablado sólo de D. Santiago RAMÓN Y CAJAL. Hemos vivido su alegría en su ambiente familiar y en su laboratorio. La fotografía que presentamos de él data de aquellos tiempos, pero no apreciamos diferencia ostensible con la actualidad. Indudablemente su espíritu de joven se impone en la expresión del cuerpo. SPATZ lleva sembrando mucho y bien. Ha sembrado con amor. Que este Aniversario le llene de justa satisfacción y que Dios le conserve la alegría que bien se merece y que todos deseamos.

