

IRRIGACION NORMAL DEL NODULO DE TAWARA, HAZ DE HIS Y SUS RAMAS*

por el doctor

EDUARDO F. LASCANO

En una publicación anterior¹ nos ocupamos de la irrigación normal del nódulo de Keith y Flack; ahora encararemos la del nódulo de Tawara, haz de His y sus ramas.

MATERIAL Y MÉTODO

Para establecer la irrigación normal del nódulo de Tawara, haz de His y sus ramas, se estudiaron 32 corazones de adultos de ambos sexos y uno de niño fallecidos por enfermedades extracardíacas** eliminándose muchos otros que, por distinto motivo, no ofrecían datos libres de crítica. Aquí, al igual que para la circulación auricular, la técnica de estudio varió según los casos: en unos corazones se rellenaron la totalidad de las coronarias pero por partes con mezclas de distintos colores; en otros se practicaron inyecciones aisladas en un sector determinado del tronco de una de las coronarias y en otros se inyectó directa y aisladamente una rama menor, por ejemplo la grasosa derecha, la gran perforante anterior, etc. La técnica estaba supeditada a las necesidades de estudio. Una vez concluída la inyección se tomaba la radiografía y luego se procedía a la disección o la diafanización según el método de Spalteholz². Por razones de brevedad, en el curso la exposición emplearemos, a veces, el nombre de ventrículo-necto propuesto por Geraudel³ para designar al conjunto formado por el nódulo de Tawara, haz de His y sus ramas.

Se estudiará sucesivamente la irrigación de cada una de las partes del ventrículo-necto.

Nacimiento y trayecto de la arteria del nódulo de Tawara y haz de His

La primera descripción completa de la irrigación del nódulo de Tawara y haz de His y sus ramas fué hecha por Haas⁴ en el año 1911. Ya en el año 1906 Keith⁵ en una correspondencia enviada al Lancet en la cual se refería al haz aurículo ventricular de His hablaba de "una gruesa arteria que perforaba invariablemente el cuerpo fibroso, central justamente por detrás del haz". Meses más

* Servicio de Anatomía Patológica del Hospital Ramos Mejía, Bs. Aires. Jefe Prof. D. Brachetto Brian.

** Algunos de estos corazones tenían discretas lesiones de atero-esclerosis.

tarde, en un artículo de Keith en colaboración con Flack⁶ se insiste sobre la presencia constante de una arteria, rama de la coronaria derecha, que perfora el cuerpo fibroso central.

Los hallazgos de Haas^{*} se pueden resumir así: "El sistema de conducción, tanto en el hombre como en el perro y en el ternero, está irrigado en sus diversos sectores por diversos sistemas vasculares. En el hombre la coronaria derecha desempeña el papel principal enviando dos ramas desde el surco coronaria superior. Una rama (*ramus septi ventriculorum superior*) va a la mitad superior y posterior del septum e irriga fundamentalmente las divisiones posteriores de la rama izquierda del haz de His. La otra rama (*ramus septi fibrosi*) atraviesa el tabique auricular, envía ramas a las capas musculares internas de ambos ventrículos a través del septum fibrosum y penetra finalmente en el nódulo de Tawara y aún se la puede seguir en el haz de His y en la iniciación de sus ramas. Las divisiones anteriores de la rama izquierda son irrigadas por pequeñas perforantes anteriores. La rama derecha está justamente en el límite entre las ramificaciones de la coronaria derecha e izquierda en el tabique". Puede verse que Haas⁴ ha dedicado especial cuidado al estudio de la irrigación del nódulo de Tawara y haz de His y en cambio es poco explícito al hablar de las ramas derecha e izquierda. Spalteholz² confirma el hallazgo habitual del *ramus septi fibrosi* pero agrega que hay cierta irregularidad en la distribución de las arterias de la zona. En un caso vió que el haz de His y sus ramas eran irrigados por las perforantes anteriores y en otro que la irrigación era mixta, anterior y posterior.

Por nuestra parte hemos visto la arteria nutricia del nódulo de Tawara y haz de His que llamaremos con Haas⁴, *ramus septi fibrosi* y que es la primera perforante posterior (figs. 1e, 3 A y 3 Bh, 4 A y 4 Be, 5 A y 5 Be, 6 A y 6 Bf, y figs. siguientes). La hemos encontrado siempre en los 34 casos estudiados. Habitualmente proviene de una de las ramas finales de la coronaria derecha (94 % de nuestros casos) más raramente de la circunfleja izquierda (6 % de nuestros casos) cuando ésta, muy desarrollada, llega a la cruz de Haas y suministra la descendente posterior. (Crainicianu⁷ ha encontrado la descendente posterior proveniente de la circunfleja izquierda en el 10 % de sus casos). Dentro del

* Desgraciadamente no hemos podido leer el trabajo original de Haas, viéndonos obligados a consultar los resúmenes que dan Spalteholz² y Gross⁸.

94 % en que nacía de la coronaria derecha, en el 91 % provenía del tronco de las ventriculares izquierdas posteriores (fig. 1 e), en el 6 % de la descendente posterior y en el 3 % del tronco mismo de la coronaria derecha poco antes de su bifurcación. Nacida a la altura de la cruz de Haas, se dirige hacia adelante rodeada por el abundante tejido adiposo que rellena los surcos, se aloja en el espesor del tabique interauricular, extremidad inferior, lo recorre hasta alcanzar la porción póstero-inferior del septo fibroso donde se divide en múltiples ramúsculos finales, los que, abiertos en forma de pincel, se dirigen hacia el tabique interventricular muscular afectando distintas direcciones; unos se doblan en ángulo recto y corren hacia abajo, otros hacen un trayecto oblicuo hacia abajo y adelante y otros, en fin, van directamente hacia adelante recorriendo la cresta del tabique muscular situado por debajo del septo fibroso. Contempladas en el sentido del espesor, estos ramúsculos terminales se distribuyen por la zona sub-endocárdica derecha, por el centro y por la zona sub-endocárdica izquierda del tabique. En el curso de su trayecto, el tronco principal irriga al nódulo de Tawara y haz de His y da colaterales ascendentes para el tabique interauricular y colaterales descendentes para el interventricular. Las primeras a veces adquieren un desarrollo tan inusitado que traspasando el tabique interauricular se vierten en la cara posterior de la aurícula izquierda en calidad de auriculares izquierdas posteriores (figs 7 A y 7 Bh).

Nacimiento y trayecto de las arterias de la rama derecha del haz de His

(Antes de entrar en la descripción de la nutrición de la rama derecha e izquierda del haz de His, recordemos que las arterias perforantes anteriores y posteriores al penetrar en el tabique y dividirse, se distribuyen por el centro y por las capas sub-endocárdicas derechas e izquierdas del miocardio septal. En consecuencia, una misma arteria perforante puede nutrir, por sus ramas finales, tanto la rama izquierda como la derecha del haz de His).

Según la mayoría de los autores, el comienzo de la rama derecha del haz de His está irrigado por las arteriolas terminales del ramus septi fibrosi y el resto por una arteria especial que la sigue durante su recorrido por la bandeleta ansiforme y que Gross⁸ llamó ramus limbi dextri y Brocq y Mouchet⁹, arteria del pilar

anterior. Crainicianu⁷ divide a la rama derecha en tres porciones: 1º) desde su origen hasta donde penetra en la trabécula septo-marginal (o bandeleta ansiforme o haz arcuatum); 2º) durante su trayecto en la trabécula septo-marginal; y 3º) más allá del

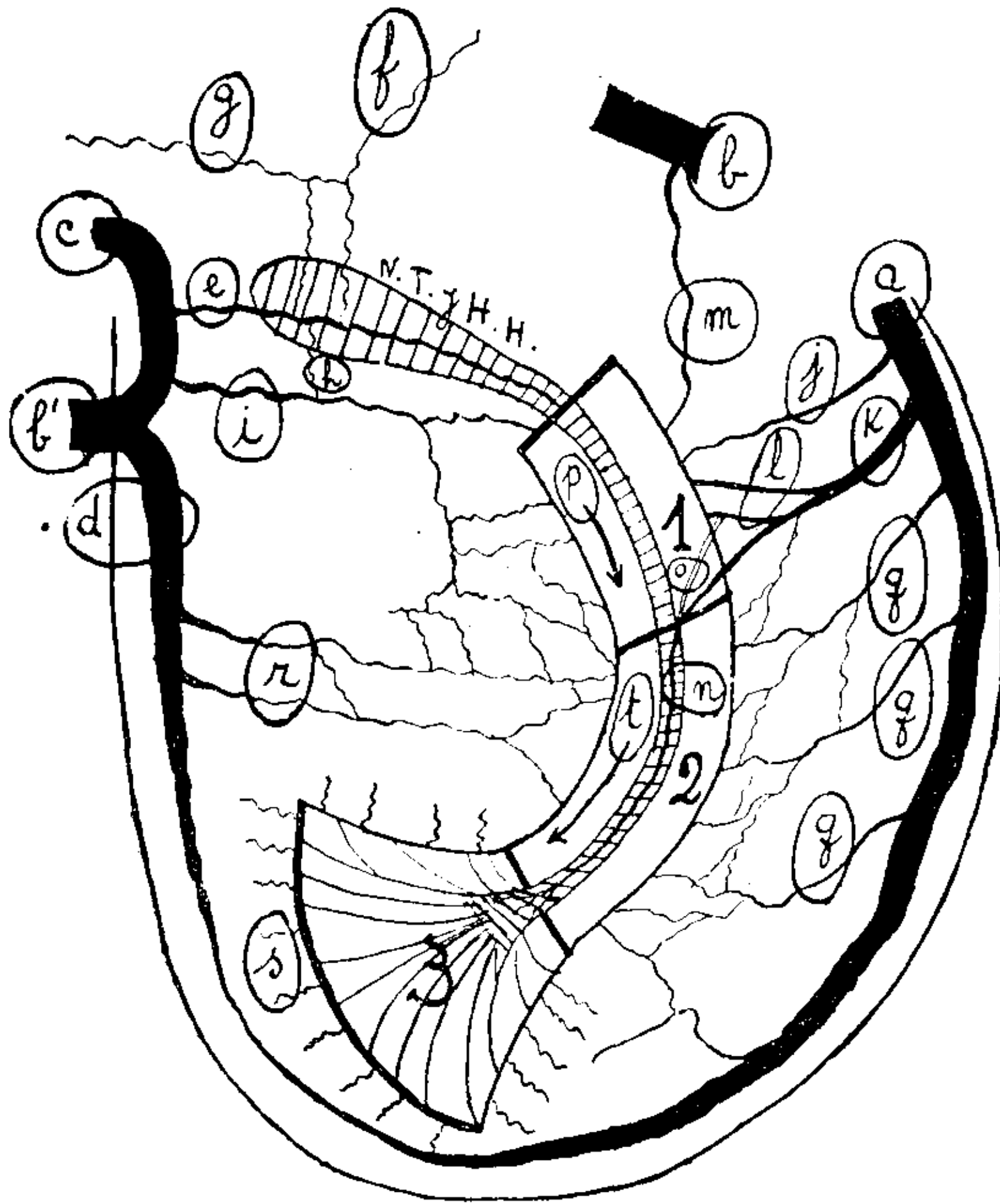


FIG. 1

Esquema de la circulación del nódulo de Tawara, haz de His y rama derecha.
(Tabique interventricular visto por su cara derecha)

a) Interventricular anterior o descendente anterior; b) origen de la coronaria derecha; b') parte final de la coronaria derecha, llevada hacia la izquierda, dividiéndose en sus ramas terminales; c) tronco de las ventriculares izquierdas posteriores y d) interventricular posterior o descendente posterior.

Circulación del nódulo de Tawara y haz de His: e) Primera perforante posterior o ramus septi fibrosi, anastomosándose en el tabique interauricular con g) ramas de la circunfleja izquierda y con f) ramas de las arterias auriculares entre las cuales se cuenta muchas veces la arteria del nódulo de Keith y Flack. en h) se anastomosa con i) y hacia adelante se anastomosa con l.

Circulación de la rama derecha del haz de His: A la porción 1) vienen las ramas terminales sub-endocárdicas derechas de las arterias siguientes: e) ramus septi fibrosi; i) segunda perforante posterior o ramus septi ventriculorum superior; m) ramus cristae supraventricularis; j) primera perforante anterior; l) ramas de la mayor de las perforantes anteriores k). *Todas estas arteriolas se anastomosan entre sí.* A la porción 2) vienen las arterias siguientes: n) ramus limbi dextri; o) ramus limbi dextri secundarios; flecha p) colaterales del sector 1; q) ramas sub-endocárdicas derechas de otras perforantes; r) ramas sub-endocárdicas derechas de otras perforantes posteriores. *Todas estas arteriolas se anastomosan entre sí.* A la porción 3) vienen: s) arteriolas del miocardio inespecífico y flecha t) colaterales del sector 2. *Todas estas arteriolas se anastomosan entre sí.*

de la rama derecha del haz de His ninguno nos ha satisfecho plenamente músculo papilar anterior. La primera porción estaría irrigada por la primera y segunda perforantes anteriores, la segunda por el ramus limbi dextri de Gross y la tercera por las finas arteriolas terminales del ramus limbi dextri y por diversas ramas de la coronaria derecha.

De los numerosos estudios consagrados a la irrigación normalmente porque o bien pecan de incompletos o sostienen conceptos, a nuestro juicio, equivocados. En la revisión bibliográfica hemos visto que muchos autores atribuyen a tal o cual vaso la nutrición de tal o cual sector de la rama derecha del haz de His, guiándose sólo por la probable correspondencia anatómica macroscópica de ambos elementos, pero sin haber practicado el control histológico pertinente. Por nuestra parte, no habiendo practicado tampoco tales controles histológicos, sólo nos concretamos a describir la irrigación *total* de la zona sub-endocárdica derecha donde se localiza el origen y trayecto de la rama derecha, de tal manera que implícitamente se estudia su nutrición; desde el punto de vista circulatorio la dividiremos, al igual que Crainicianu ⁷, en tres porciones, pero difiriendo con él en lo que respecta a las fuentes vasculares que las nutren.

Primera porción (Fig. 1, N^o 1). — Se extiende desde el origen de la rama derecha hasta el punto donde penetra en la bandeleta ansiforme. A este sector concurren arterias venidas de cuatro fuentes distintas, a saber: 1^o) las ramas terminales del ramus septi fibrosi que hacen trayecto por la zona sub-endocárdica derecha del tabique (figs. 7A y 7Be, 9A y 9Bd); 2^o) las ramas terminales de la segunda perforante posterior que Haas llamó ramus septi ventriculorum superior (figs. 1i, 3A y 3Bi, etc.). Esta arteria puede nacer como rama independiente de la descendente posterior o más frecuentemente del tronco de las ventriculares izquierdas posteriores (fig. 1i) o bien de esta última en un tronquito común con el ramus septi fibrosi, que se divide poco después para seguir cada arteria su trayecto correspondiente. Sea cual fuere su origen, se divide en sentido póstero-anterior y se distribuye por la parte superior del tabique interventricular muscular. Sus finas ramas terminales sub-endocárdicas derechas vienen a irrigar la zona por donde corre la primera porción de la rama derecha del haz de His; 3^o) algunas ramas terminales sub-endocárdicas

derechas de las primeras perforantes anteriores (figs. 1 j, 3A y 3Bb); entre estas últimas se destaca una que por su gran calibre Vieussens¹⁰ (según Testut)¹¹ denominó coronaria interna y que es habitualmente la segunda perforante anterior (figs. 1k, 3A y 3Bc, 7A y 7Bb, etc.); ahora bien, esta arteria da también colaterales para la primera porción de la rama derecha que venimos describiendo (figs. 1 l, 3A y 3Bd, 5A y 5B,c,c', c'', etc.); 4º: las ramas terminales sub-endocárdicas derechas de una arteria muy particular que trataremos en detalle. La arteria grasosa derecha, que es la primera rama que proporciona la coronaria derecha para el ventrículo del mismo nombre, nace en el 33 % de los casos, según Bianchi¹², cifra confirmada por nosotros, directamente de la aorta ingresando en el grupo de las llamadas arterias coronarias supernumerarias. Cualquiera sea su origen, casi inmediatamente después de su nacimiento se divide por lo general en dos ramas, una superficial distribuída por la pared anterior del ventrículo derecha y la otra profunda que se aloja en la formación anatómica denominada *cristae supraventricularis*. Esta rama profunda fué descubierta por nosotros mediante disecciones con agujas, siendo fácilmente indentificable en los preparados por clarificación. Practicando su inyección aislada se pudo seguir bien el trayecto y averiguar si contraía anastomosis con otras arterias. Creíamos haber sido los primeros en describirla pero, al hacer posteriormente una revisión prolija de la bibliografía, comprobamos que Campbell^{13, 14} en 1928 había establecido por primera vez su recorrido. He aquí la descripción de este autor, al hablar de los vasos del septo interauricular e interventricular: "Hemos encontrado una arteria, no mencionada previamente, que toma origen en la coronaria derecha cerca de su origen y que la hemos visto presente en el 20 % de esta serie. Debería ser denominada *ramus cristae supraventricularis*. Partiendo de la superficie inferior de la coronaria derecha el vaso corre hacia abajo y atrás en el espesor de la *cristae supraventricularis* hasta alcanzar el septo interventricular donde se anastomosa con las ramas septales anteriores de la coronaria izquierda y en algunos casos con el *ramus septi fibrosi*". Hasta aquí la descripción de Campbell¹⁴. Después de él no fué indicada por ningún otro autor. Como se dijo, nosotros la hemos visto nacer frecuentemente de la grasosa derecha en calidad de rama profunda, pero esto no ocurre en todos los casos, ya que tenemos observaciones

en las cuales sale directamente de la coronaria como arteria aislada. El nacimiento privilegiado de la grasosa derecha en la aorta en el 33 % de los casos nos ha hecho pensar si ello no se debería a que, a veces, da origen a la arteria de la *cristae supraventricularis*, la cual, como veremos, juega un papel destacado en la irrigación del ventrículo nector. Adoptaremos el nombre de *ramus cristae supraventricularis* (figs. 1m, 8A y 8Bb, 9A y 9Ba) propuesto por Campbell^{13, 14} para designarla. Tiene un calibre algo menor que el *ramus septi fibrosi*. En un caso, sin embargo, adquiriría un desarrollo más importante que la mayor de las perforantes anteriores a la que sustituía en su área de distribución (figs. 10A y 10Ba). Por lo general única, a veces es doble. A partir de su nacimiento corre de arriba a abajo por el espesor de la *cristae supraventricularis* o bien por su cara profunda entre ella y la pared aórtica en una atmósfera de tejido celular laxo, hasta llegar al tabique interventricular donde con cierta frecuencia se dobla en codo hacia la parte posterior en dirección a la zona de distribución de las ramas finales del *ramus septi fibrosi*. Otras veces, no bien llega al tabique se divide en sus ramas terminales las que cabalgan sobre él, distribuyéndose por el sub-endocardio derecho e izquierdo. El *ramus cristae supraventricularis* como arteria bien individualizada es bastante frecuente; cuando no existe como tal, es reemplazada por multitud de ramúsculos de calibre semejante. Sea como fuere, siempre aboca a la zona por donde corre la primera porción de la rama derecha del haz de His y contribuye a su irrigación por intermedio de sus ramas terminales sub-endocárdicas derechas.

Segunda porción (Fig. 1, N° 2). — Corresponde a la que corre por la bandeleta ansiforme misma. Al describir la circulación total de la bandeleta incluiremos, implícitamente, la nutrición de la segunda porción de la rama derecha del haz de His. Hemos visto la arteria indicada por los autores como específica de la rama. Según la descripción anatómica de Brocq y Mouchet⁸ nace, casi siempre, en la segunda perforante anterior, se aloja en la bandeleta, la recorre y termina a la altura del pilar anterior; de ahí su nombre. Según nuestros preparados, en la gran mayoría de los casos, es una de las colaterales de la más importante de las septales ante-

(1) En un solo caso de nuestra serie la arteria del pilar anterior nacía directamente de la descendente anterior en calidad de tercera perforante y en otro era colateral del *ramus cristae supraventricularis* (figs. 10A y 10Bb).

riores, aquella a la que por su calibre destacado llamábamos gran perforante anterior (coronaria interna de Vieussens)¹⁰ (1). Por su orden de nacimiento en la descendente anterior esta gran perforante puede ser la primera, segunda, tercera y aún cuarta perforante, habitualmente la segunda; entre otras (vimos que daba colaterales para primera porción de la rama), da origen a la arteria del pilar anterior, o ramus limbi dextri de Gross (figs. 1n, 3A y 3Be, 4A y 4Bg, 5A y 5Bd, 6A y 6Bd, etc.) que alcanza a la bandeleta ansiforme más o menos en su extremidad superior, la recorre, superficial o profundamente, en toda su extensión, hasta su remate en la base del pilar anterior donde se divide en finas y delicadas ramas. El ramus limbi dextri es la arteria principal de la bandeleta pero *no la única*. Además de sus colaterales que hacen trayecto paralelo al tronco principal, existen numerosas y finas arteriolas que reconocen distintos orígenes, a saber: 1º) otras colaterales de la gran perforante anterior y de la primera perforante anterior que ofician a modo de ramus limbi dextri secundarios (figs. 1o, 3A y 3Bf); 2º) colaterales venidas del grupo arterial descrito en la primera porción (figs. 1 flecha p, 3A y 3Bj, etc.); 3º) colaterales de otras perforantes anteriores que van llegando sucesivamente a la bandeleta (figs. 1q, 3A y 3Bg, etc.); 4º) colaterales anastomóticas de las perforantes posteriores (fig. 1r) (véase más adelante experiencias sobre anastomosis).

Tercera porción (Fig. 1, N° 3). — Corresponde a la situada más allá del pilar anterior y es nutrida por las arterias del miocardio inespecífico (fig. 1s). Además, vienen colaterales del plexo arterial que irriga la segunda porción (fig. 1, flecha t).

Nacimiento y trayecto de las arterias de la rama izquierda del haz de His

La mayoría de los autores, dentro de la bibliografía por nosotros consultada, son muy parcos al hablar de la irrigación de la rama izquierda del haz de His. Casi todos ellos se concretan a decir que el fascículo anterior es irrigado por las arterias perforantes anteriores y el posterior por las perforantes posteriores. (Mahaim¹⁵, Gross⁸, Geraudel³, etc.). Crainicianu⁷, en una descripción muy breve, dice que está irrigada sobre todo por las perforantes anteriores. Sin embargo, la zona del miocardio por donde la rama se distribuye recibe una irrigación especial que ofrece cierta constancia

y que trataremos de esquematizar. Desde el punto de vista de su nutrición se la puede dividir, al igual que la rama derecha, en tres porciones, tal cual se representa en el esquema de la figura 2.

Primera porción (Fig. 2, 1). — Se extiende desde su nacimiento hasta un límite inferior convencional no marcado por ninguna formación anatómica; se individualiza esta primera porción

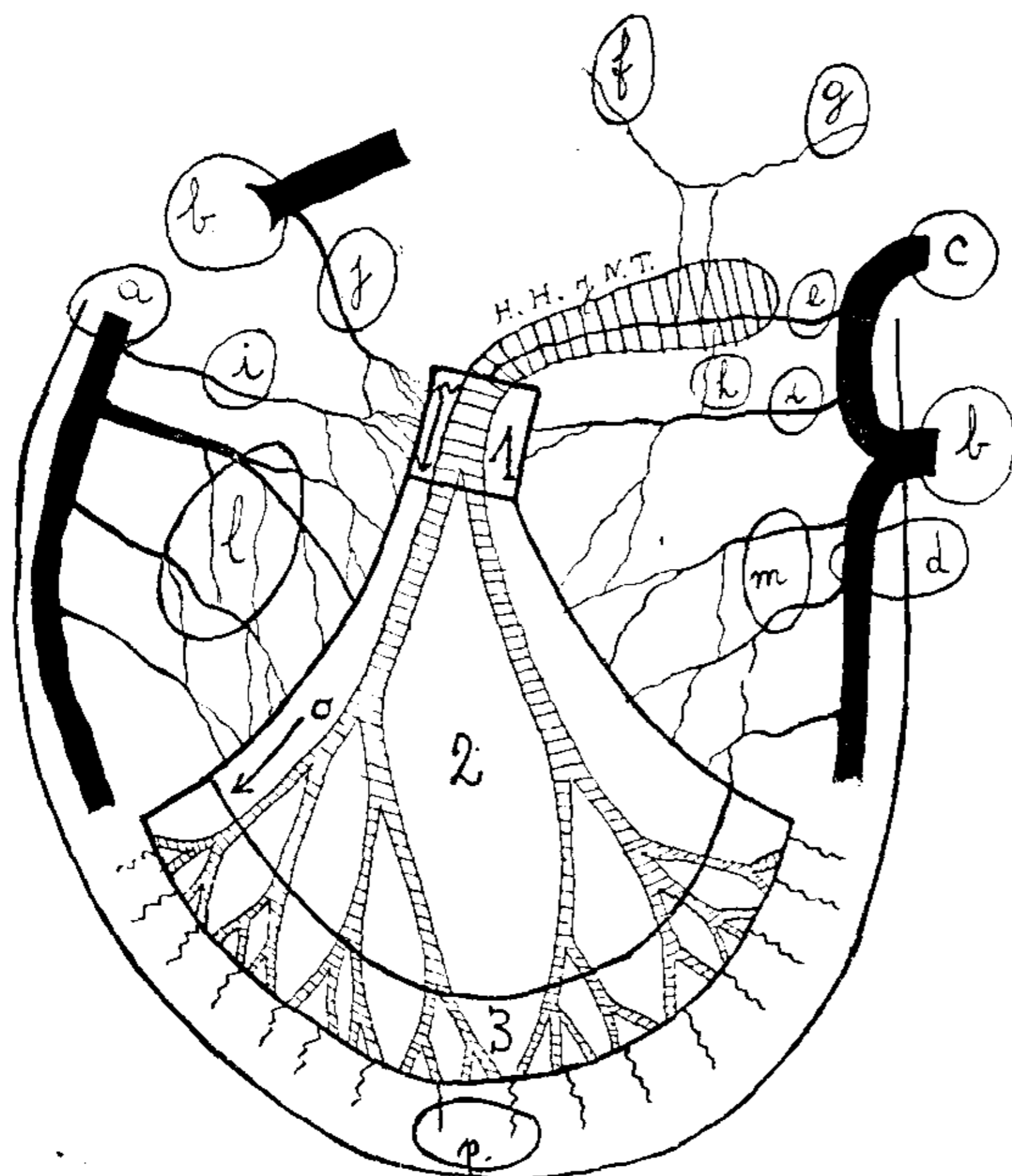


FIG. 2

Esquema de la circulación de la rama izquierda del haz de His. (Tabique inter-ventricular visto por su cara izquierda). (Está representada también la circulación del nódulo de Tawara y haz de His para cuya explicación ver la figura 1). Porción 1: Concurren las ramas sub-endocárdicas izquierdas de las siguientes arterias: e) ramus fibrosi; i) ramus limbi sinistri; j) ramus cristae supraventricularis; k) ramus septi ventriculorum superior. Todas estas arteriolas se anastomosan entre sí. Porción 2: Concurren las ramas sub-endocárdicas izquierdas de las siguientes arterias; l) perforantes anteriores; m) perforantes posteriores; flecha n) colaterales del sector 1. Todas estas arteriolas se anastomosan entre sí.

Porción 3: Corresponde a las finas ramificaciones últimas de la rama izquierda, más allá del tabique las que son nutridas por las arterias del miocardio inespecífico p). Estas arteriolas se anastomosan entre sí y con las de la porción 2 (flecha o).

por las arterias que la nutren, las cuales provienen de cuatro fuentes vasculares distintas, a saber: 1º) las ramas terminales sub-endocárdicas izquierdas del ramus septi fibrosi (figs. 2e, 13A y 13Bc); 2º) las ramas terminales sub-endocárdicas izquierdas del ramus septi ventriculorum superior (figs. 2k, 13A y 13Bd);

3°) las ramas terminales sub-endocárdicas izquierdas del ramus cristae supraventricularis (fig. 2 j); 4°) las ramas terminales de una arteria especial no descrita hasta el presente y que nosotros hemos visto en el 50 % de nuestros preparados (figs. 2 i, 13A y 13Bb). Nacida directamente de la descendente anterior, casi siempre en calidad de primera perforante o indirectamente como colateral de la gran perforante, hace un trayecto antero-posterior y por la parte alta sub-endocárdica izquierda del tabique, para agotarse en la zona donde los histólogos ubican el origen de la rama izquierda del haz de His. Durante su trayecto, situado muy cerca del borde adherente de las sigmoideas aórticas, emite pequeñas colaterales que toman distintas direcciones. Teniendo en cuenta que es la arteria principal de la zona y por homología con el ramus limbi dextri podría denominársela ramus limbi sinistri. (Hay, sin embargo, una diferencia topográfica entre ambas arterias, ya que el ramus limbi dextri irriga la segunda porción de la rama derecha, mientras que la arteria que venimos describiendo irriga, sobre todo, la primera porción de la rama izquierda). Dijimos que existe en el 50 % de nuestros casos; en el 50 % restante no se veía una arteria bien individualizada sino multitud de pequeñas ramas de calibre semejante dependientes siempre de las primeras perforantes anteriores. Según se ve, a la zona por donde corre la primera porción de la rama izquierda del haz de His, concurren arteriolas provenientes de los mismos troncos que nutrían la primera porción de la rama derecha, sólo que la distribución de los vasos se hace en un caso por la lámina de miocardio más próxima al endocardio derecho y en el otro por la más próxima al izquierdo. Topográficamente ambas zonas se corresponden.

Segunda porción (Fig. 2, 2). — Corresponde al resto de la rama izquierda en el tabique y su nutrición corre a cargo de las otras perforantes anteriores y posteriores profusamente anastomosadas entre sí (figs. 2 lm, 13A y 13Be). (Véase más adelante las experiencias sobre anastomosis). Además vienen colaterales del grupo arterial que irriga la primera porción (fig. 2, flecha n).

Tercera porción (Fig. 2, 3). — Corresponde a las finas ramificaciones últimas de la rama izquierda más allá del tabique, las que son nutridas por arterias del miocardio inespecífico (figura 2 p). Además, esta porción está irrigada por colaterales del plexo arterial de la segunda porción (fig. 2, flecha o).

ANASTOMOSIS DE LAS ARTERIAS NUTRICIAS DEL NÓDULO DE TAWARA, HAZ DE HIS Y SUS RAMAS ¹

La búsqueda de anastomosis entre las arterias nutricias del ventrículo-nectar ha sido una preocupación constante y una de las finalidades del presente trabajo. Salvo contadas excepciones, los autores han encarado el problema de las anastomosis intercoronarias en sentido general, sin hacer un estudio detallado y específico de las que pudieran existir entre las arterias nutricias del sistema de conducción. Al tratar la circulación auricular * se hizo un análisis de la bibliografía dedicada a este tópico y todo lo dicho en aquella oportunidad es aplicable a la circulación de los ventrículos, lo que nos exime de repeticiones inútiles. Entre los autores que hablan directamente de las anastomosis de las arterias del ventrículo-nectar citaremos a Mahaim ¹⁵, quien piensa que el método anatómico no es suficiente para sacar conclusiones sobre su valor funcional, si es que tales anastomosis existen. Implícitamente las niega cuando dice que la rama derecha del haz de His es nutrida únicamente por la arteria del pilar anterior de Brocq y Mouchet. Haas ⁴, por su parte, no ha visto anastomosis en la región del nódulo de Tawara y haz de His. Gross ⁸ cree que el ramus septi fibrosi se anastomosa con las septales anteriores, que el ramus limbi contrae anastomosis en la base de la bandeleta con arteriolas de las ramas ventriculares de la coronaria derecha y que las septales anteriores y posteriores encargadas de nutrir respectivamente la porción anterior y posterior de la rama izquierda del haz de His, se anastomosan profusamente entre sí. Spalteholz ² declara que sus preparados no le dan datos sobre si existen o no anastomosis, en esta zona. Entre nosotros, Bosco ¹⁶, muy apegado a las ideas de Brocq y Mouchet ⁹ y de Geraudel ³, piensa que las anastomosis carecen de valor funcional. Los preparados que exhibe en su voluminosa obra muestran realmente ausencia de anastomosis, pero esto lo atribuimos nosotros a deficiencias de técnica. En efecto, sus inyecciones practicadas con mezclas muy densas y por lo tanto poco penetrantes, sólo rellenan los vasos de grueso calibre y no aquellos, más pe-

* Debo hacer notar que en algunas de las fotografías no se visualizan bien las anastomosis, cosa que no ocurría en la observación directa de las piezas. Ello se debe a que el tabique, con su gran espesor, no permite una muy buena diafanización y en consecuencia, la fotografía no abarca las anastomosis de los estratos profundos.

queños, que forman la malla anastomótica. Sus errores de técnica le han llevado a una idea falsa sobre la circulación normal del miocardio específico e inespecífico y de ahí que sus deducciones en el terreno de lo patológico sean igualmente equivocadas. Los estudios de Belou¹⁷, tanto en materia de descripción de los vasos nutricios del ventrículo-néctor como de anastomosis, no agregan nada a lo ya dicho por otros autores.

Por nuestra parte, distintos hechos de observación anatómo-patológica entre los cuales destacamos el de los infartos de corazón, nos impulsaban a admitir la existencia de anastomosis entre las arterias del miocardio inespecífico y de allí deducíamos que también debería existir entre aquellas que nutren al sistema de conducción. El problema estaba en demostrarlas y en determinar el grado de su extensión y desarrollo. A nuestro juicio, las dificultades que se planteaban en este terreno procedían del empleo de métodos experimentales inadecuados de los que resultaban conclusiones erróneas o dubitativas. Desde un comienzo, como lo hicimos al estudiar la irrigación del nódulo de Keith y Flack, nos esforzamos en mejorar las técnicas de exploración utilizándolas y complementándolas entre sí de manera de ponerlas al servicio de aquella hipótesis de trabajo. Las inyecciones de segmentos coronarios o de ramas aisladas combinando mezclas de variados colores para circunscribir distintos territorios arteriales, dió en este sentido amplios resultados. Se hicieron así varias series de experiencias cuyos detalles van a continuación.

Serie de experiencias "A" (Figs. 3A y 3B, 4A y 4B, 5A y 5B, 6A y 6B, 7A y 7B). — Inyectando entre dos ligaduras la descendente anterior en el segmento comprendido entre su origen hasta poco más allá de donde nace la gran perforante anterior, conseguimos hacer pasar la mezcla a las perforantes posteriores incluídos el ramus septi fibrosi y el ramus septi ventriculorum, a la descendente posterior y aún a otras ramas más alejadas de la coronaria derecha.

El lleno del ramus septi fibrosi y septi ventriculorum se podía hacer por dos vías: 1º) septales anteriores — anastomosis — septales posteriores medias e inferiores — descendente posterior — tronco de las ventriculares izquierdas posteriores — ramus septi fibrosi y septi ventriculorum; y 2º) septales anteriores — anastomosis — ramus septi fibrosi y septi ventriculorum. Para demostrar

en forma terminante esta última vía corta, ligamos el ramus septi fibrosi y septi ventriculorum en su nacimiento y al practicar luego la inyección en el mismo primer sector de la descendente anterior, conseguimos rellenarlos (fig. 3A y 3Bhi). Posteriormente, la clarificación mostró en forma directa las dos vías anastomóticas.

Serie de experiencias "B" (Figs. 8A y 8B, 9A y 9B). — Se inyectó el tronco de la coronaria derecha en el segmento com-



FIG. 3 A

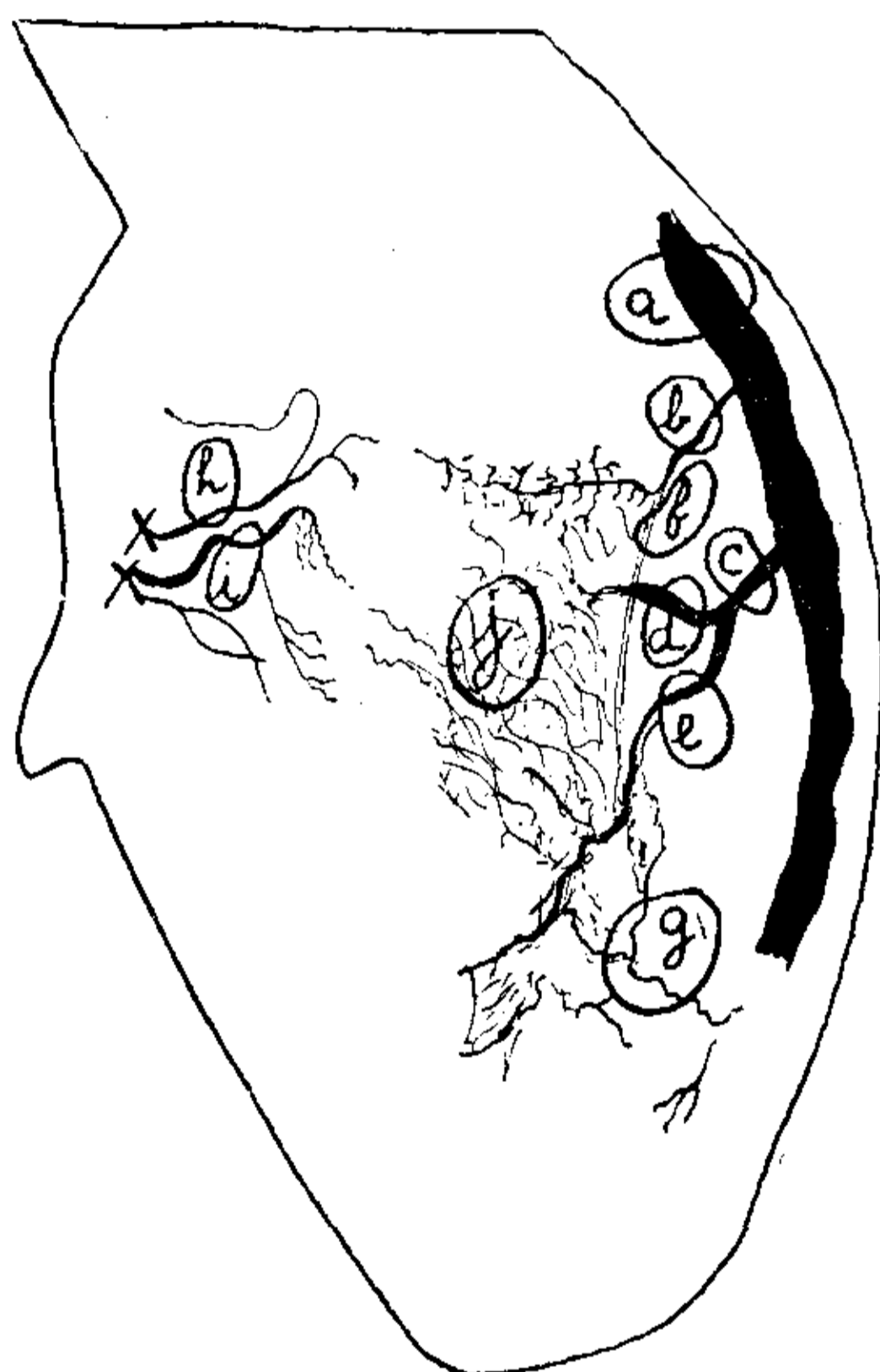


FIG. 3 B

FIG. 3 A. — Tabique interventricular visto por su cara derecha; anastomosis.

FIG. 3 B. — (Esquema explicativo de la fig. 3 A).

La inyección practicada únicamente en el primer sector de la descendente anterior ha rellenado por las anastomosis el ramus septi fibrosi y septi ventriculorum superior que están ligados en su origen. (Serie de experiencias "A" del texto) a) Descendente anterior; b) primera perforante anterior que contribuye a irrigar la primera porción de la rama derecha del haz de His; c) gran perforante anterior, en este caso la segunda nacida en la descendente, dando d) que contribuirá a irrigar la primera porción de la rama derecha y e) ramus limbi dextri que contribuirá a irrigar la segunda porción de la misma rama; f) ramus limbi dextri secundarios; g) otras perforantes que contribuyen al plexo que nutre la segunda porción de la rama derecha; h) ramus septi fibrosi; i) ramus septi ventriculorum superior; j) plexo anastomótico.

prendido entre su origen en la aorta y un punto situado poco más allá del nacimiento de la arteria grasosa. Como el objeto era, sobre todo, rellenar a esta última, en algunos casos se practicó directamente su inyección aislada, consiguiéndose rellenar así su



FIG. 4 A

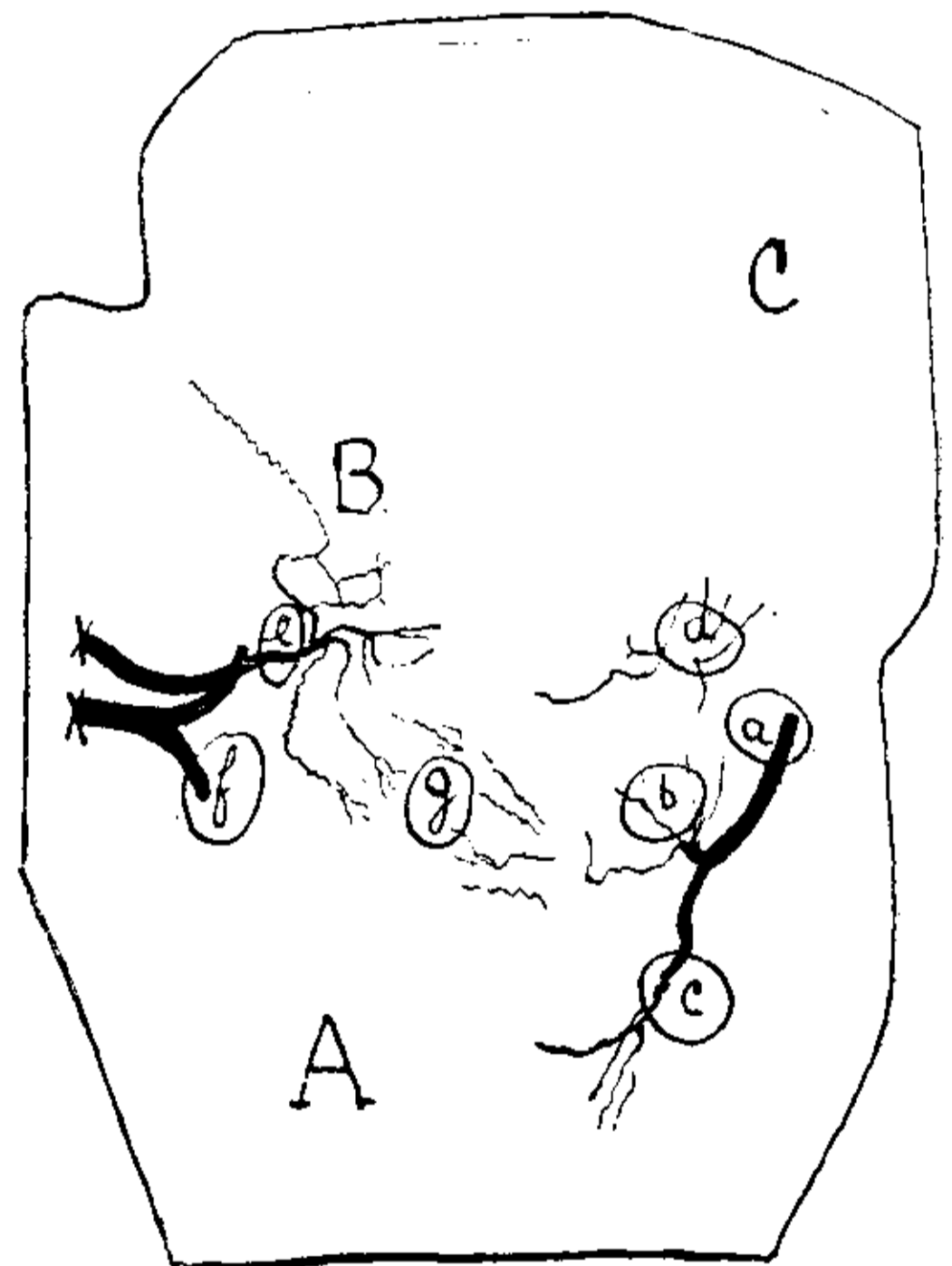


FIG. 4 B

FIG. 4 A. — Tabique interventricular visto por su cara derecha. Anastomosis.

FIG. 4 B. — (Esquema explicativo de la fig. 4 A.)

La inyección practicada únicamente en el primer sector de la descendente anterior ha rellenado por las anastomosis las perforantes posteriores y la descendente posterior. Las ligaduras en el origen del ramus septi fibrosi y ramus septi ventriculorum prueban las anastomosis directas. (Serie de experiencias A del texto).

A) Trozo de tabique interventricular; B) tabique interauricular; C) trozo de pared anterior de ventrículo derecho llevado hacia arriba.

a) Gran perforante anterior que en este caso es la primera nacida en la descendente anterior (esta última no se ve en la fotografía), dando b) que contribuirá a irrigar la primera porción de la rama derecha del haz de His y c), ramus limbi dextri, que contribuirá a irrigar la segunda porción de la misma rama, d) pequeñas arterias que ocupan la cristae supraventricularis y que irrigan también la primera porción de la rama derecha del haz de His; e) ramus septi fibrosi con sus ramas descendentes colaterales y terminales y sus ramas ascendentes para el tabique interauricular; f) ramus septi ventriculorum superior; g) plexo anastomótico.

rama profunda o sea el ramus cristae supraventricularis. Cualquiera sea el origen de la grasosa derecha, mediante su inyección se hizo pasar la mezcla al ramus cristae supraventricularis y a través de las anastomosis al ramus septi fibrosi (figs. 8A y 8Bc), al septi ventriculorum y a las perforantes anteriores: ramus limbi dextri (figs. 9A y 9Bb), ramus limbi sinistri, etc. Con la inyección aislada de la grasosa no siempre se consiguió llenar el ramus



FIG. 5 A

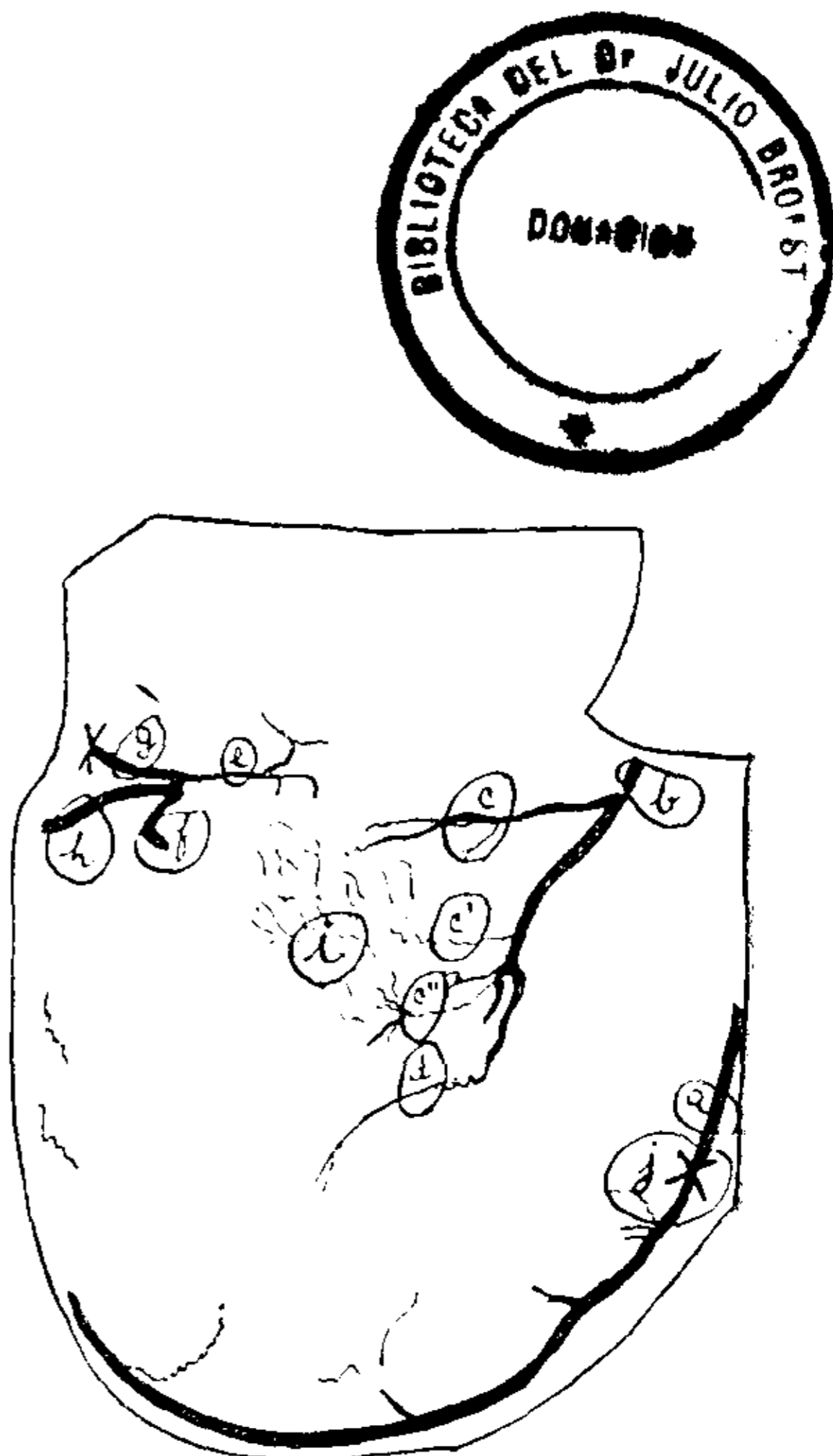


FIG. 5 B

FIG. 5 A. — Tabique interventricular visto por su cara derecha. Anastomosis.

FIG. 5 B. — (Esquema explicativo de la figura 5 A). La inyección fué practicada únicamente por la descendente anterior y se consiguió rellenar la descendente posterior y sus perforantes, incluidos el ramus septi fibrosi y el ramus septi ventriculorum. La vía anastomótica directa con estos últimos se prueba por la ligadura practicada en g). (Ver serie de experiencias A en el texto). a) Descendente o interventricular anterior; b) la gran perforante anterior, que en este caso es la primera nacida de la descendente (ha sido separada de su origen), dando c), c'), c'') que contribuirán a irrigar la primera porción de la rama derecha del haz de His y d) el ramus limbi dextri, que contribuirá a irrigar la segunda porción; e) ramus septi fibrosi y f) ramus septi ventriculorum superior naciendo en un tronco común g); h) rama recurrente del ramus septi ventriculorum superior; i) plexo anastomótico no bien visible porque se realiza en un estrato muscular más profundo; j) pese a la ligadura, se ha rellenado el resto de la descendente anterior debido a la anastomosis del tabique.

cristae supraventricularis ya porque las dificultades técnicas de la inyección lo impidieron ya porque aquél no nacía de la grasosa sino del tronco mismo de la coronaria. Inversamente, se inyectó el primer segmento de la descendente anterior pasando la mezcla al ramus cristae supraventricularis. Luego la clarificación mostró directamente la anastomosis.

Serie de experiencias "C" (Figs. 11A y 11B, 12A y 12B). — Se inyectó únicamente la parte final de la circunfleja izquierda,



FIG. 6 A

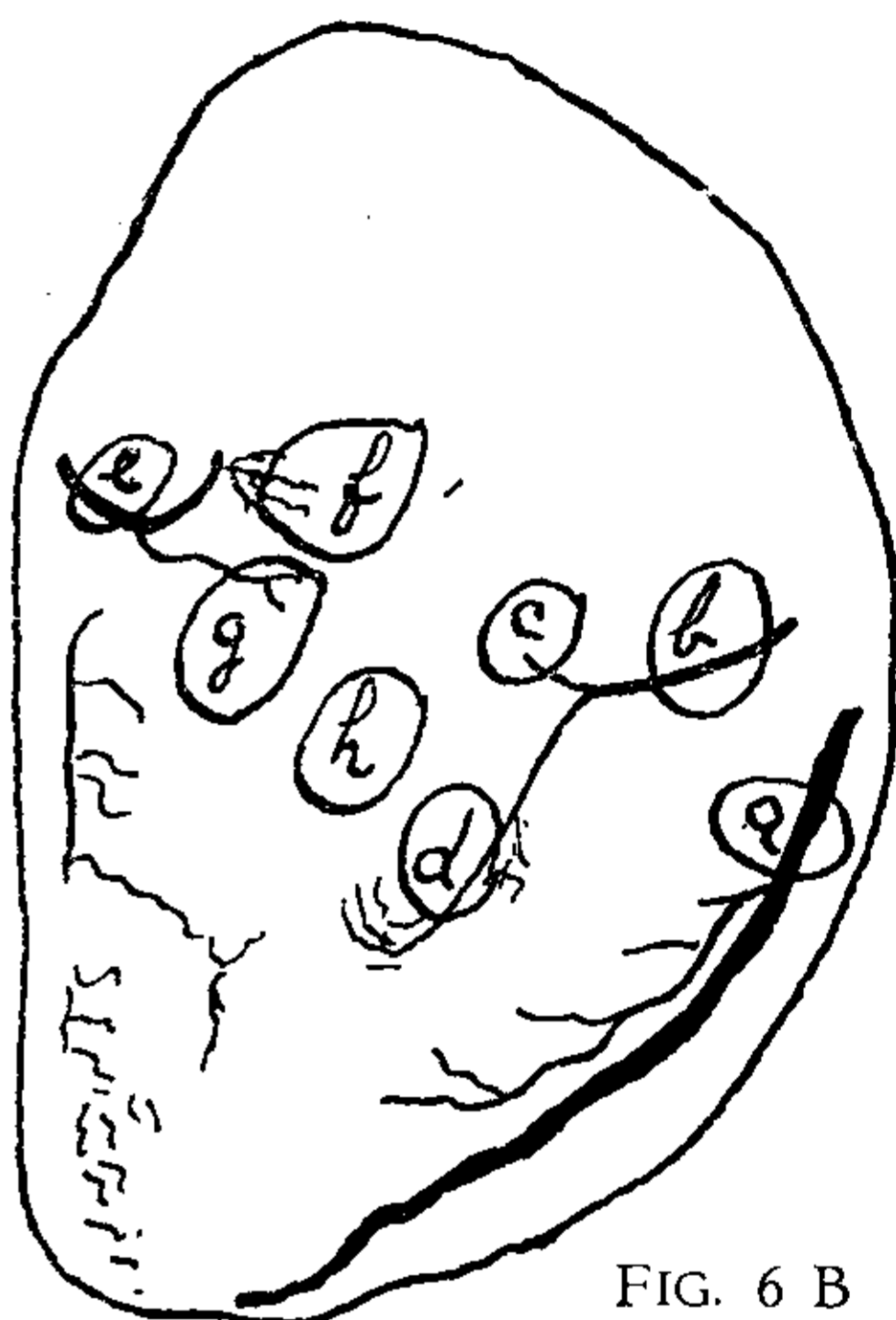


FIG. 6 B

FIG. 6 A. — Corazón de niño de 6 años. Tabique interventricular visto por su cara derecha. Anastomosis.

FIG. 6 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 6 A). — La inyección, practicada únicamente por la descendente anterior, ha rellenado por las anastomosis las perforantes posteriores incluidos el ramus septi fibrosi y el ramus septi ventriculorum. (Serie de experiencias "A" del texto). — a) descendente anterior; b) la gran perforante anterior que en este caso es la segunda nacida en la descendente, dando c) que contribuirá a irrigar la primera porción de la rama derecha del haz de His y d), el ramus limbi dextri que contribuirá a irrigar la segunda porción de la misma rama derecha; e) tronco de las ventriculares izquierdas posteriores dando f) ramus septi fibrosi y g) ramus septi ventriculorum superior; h) plexo anastomótico que en la fotografía no se ve bien.

rellenándose por las anastomosis la descendente posterior (que en estos casos tenía su origen habitual en la coronaria derecha, 94 % de nuestra serie), el tronco de las ventriculares izquierdas posteriores y las perforantes posteriores, incluidos el ramus septi fibrosi y el ramus septi ventriculorum. A veces se veía una anastomosis en corto circuito que vinculaba directamente una auricular izquierda posterior, colateral de la circunfleja izquierda, con el ramus septi



FIG. 7 A

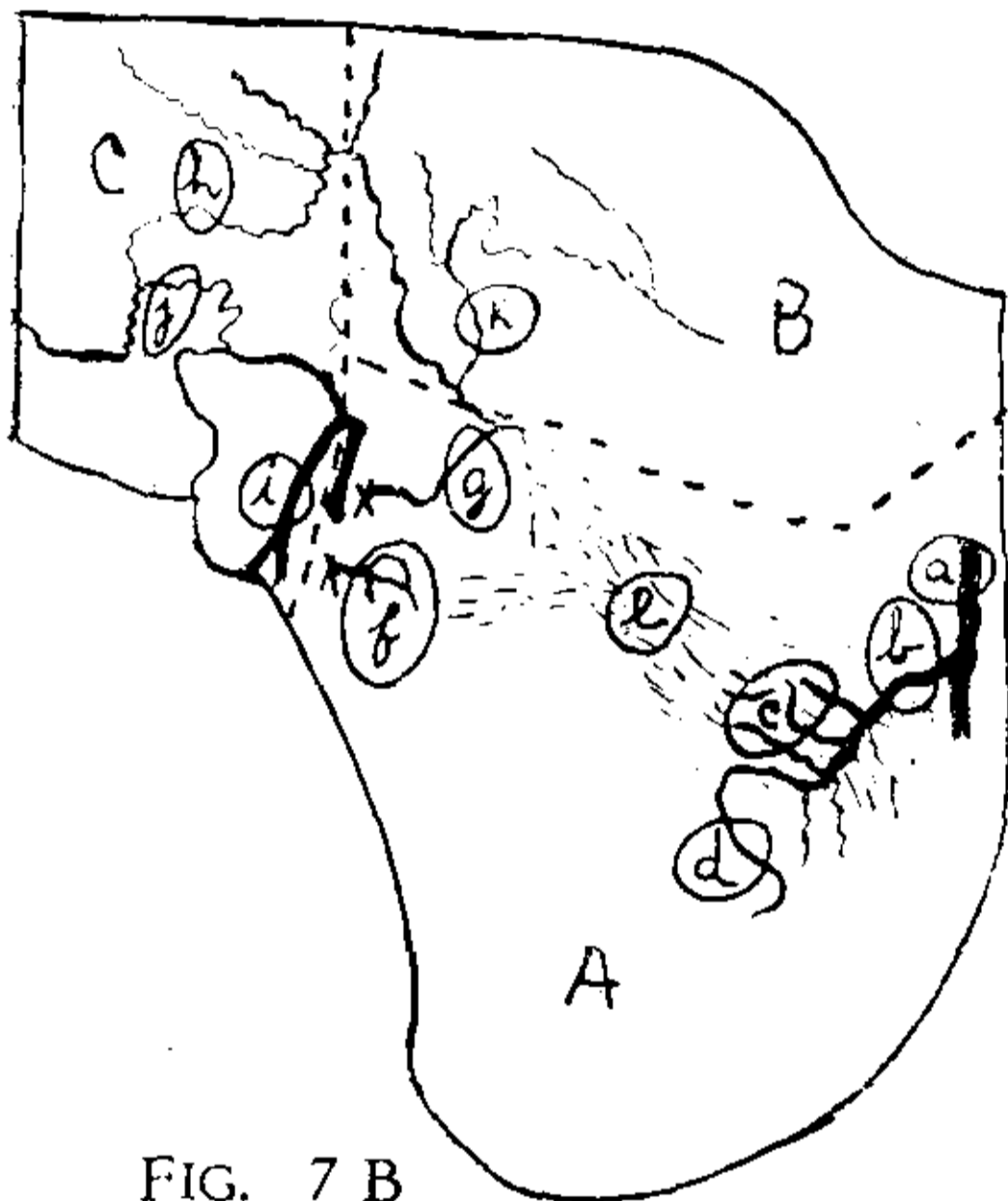


FIG. 7 B

FIG. 7 A. — Anastomosis en los tabiques interventricular e interauricular vistos por su cara derecha y en la cara posterior de la aurícula izquierda que ha sido extendida y puesta en el mismo plano de los tabiques.

FIG. 7 B. (Esquema explicativo de la figura 7 A). La inyección practicada únicamente en el primer segmento de la descendente anterior ha rellenado por las anastomosis las perforantes posteriores incluídas el ramus septi fibrosi y septi ventriculorum (que han sido ligados en su origen lo que prueba la anastomosis directas en la serie de experiencias A) y además las ramas terminales de la circunfleja izquierda.

A) tabique interventricular; B) tabique interauricular; C) cara posterior de la aurícula izquierda extendida y puesta en el mismo plano que los tabiques. a) descendente anterior; b) gran perforante anterior que en este caso en la segunda por su origen, dando c) grupo de arterias que contribuirán a irrigar la primera porción de la rama derecha del haz de His y d), ramus limbi dextri para la segunda porción; e) plexo anastomótico; f) ramus septi ventriculorum superior; g) ramus septi fibrosi dando dos poderosas ramas para el tabique interauricular una de las cuales se anastomosa en h) con otra rama auricular izquierda posterior de la circunfleja izquierda; i) tronco de las ventriculares izquierdas posteriores una de cuyas ramas se anastomosa en j) con otra dependiente de la circunfleja izquierda; k) tipo de colateral del ramus septi fibrosi para el tabique auricular que muchas veces se anastomosa con las arterias auriculares.

fibrosi, a nivel del tabique interauricular (figs. 11A y 11Bf, 12A y 12Bf).

Serie de experiencias "D". — En algunos casos se inyectaron las dos circunflejas, en otros únicamente el sector donde se originaba la arteria del nódulo de Keith y Flack, y en otros esta última arteria aisladamente, consiguiéndose ver colaterales muy finas que



FIG. 8 A

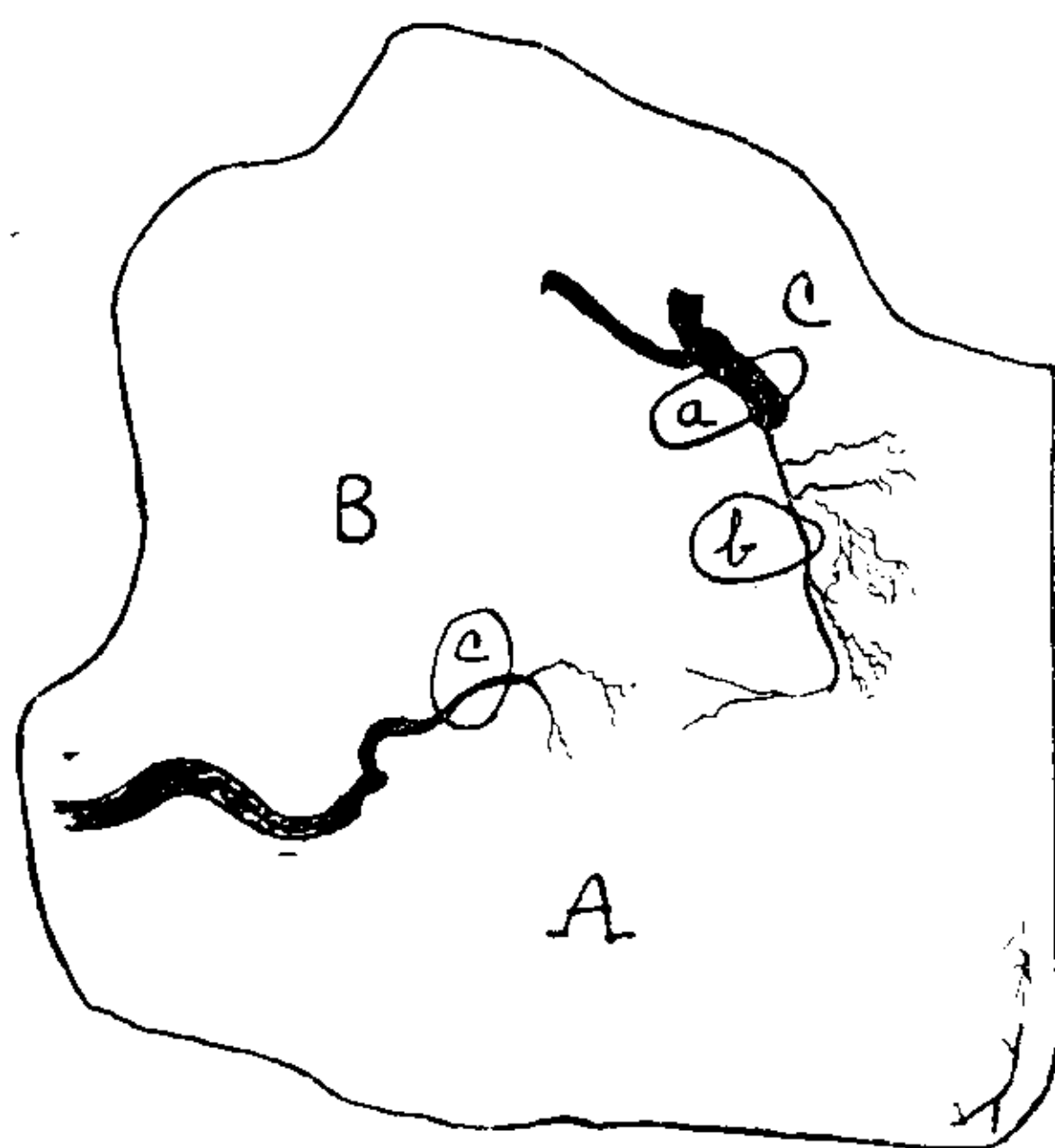


FIG. 8 B

FIG. 8 A. — Tabique interventricular visto por su cara derecha; anastomosis.
 FIG. 8 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 8 A). La inyección practicada únicamente en el primer sector de la coronaria derecha ha rellenado el ramus cristae supraventricularis y por las anastomosis de éste, el ramus septi fibrosi.
 (Serie de experiencias B del texto).

A) Mitad superior del tabique interventricular visto por su cara derecha; B) tabique interauricular; C) trozo de pared anterior de ventrículo derecho llevado hacia arriba.

a) Coronaria derecha; b) ramus cristae supraventricularis doblándose en codo en dirección al ramus septi fibrosi y contribuyendo a irrigar la primera porción de la rama derecha del haz de His; c) ramus septi fibrosi rellenado por vía anastomótica.

bajando por el tabique interauricular se anastomosaban con otras ascendentes colaterales del ramus septi fibrosi. Corresponde recordar aquí los estudios de Kugel^{18, 19} sobre la circulación auricular. Este autor describió, con el nombre de arteria anastomótica auricularis

magna, un vaso de gran calibre que vincula directamente la circunfleja izquierda con la derecha. De este vaso describió tres variedades anatómicas: 1º) —la más común 33 casos sobre 50 estudiados— nace de la parte anterior de la coronaria izquierda, o de sus ramas auriculares, corre por la cara anterior de la aurícula izquierda,



FIG. 9 A

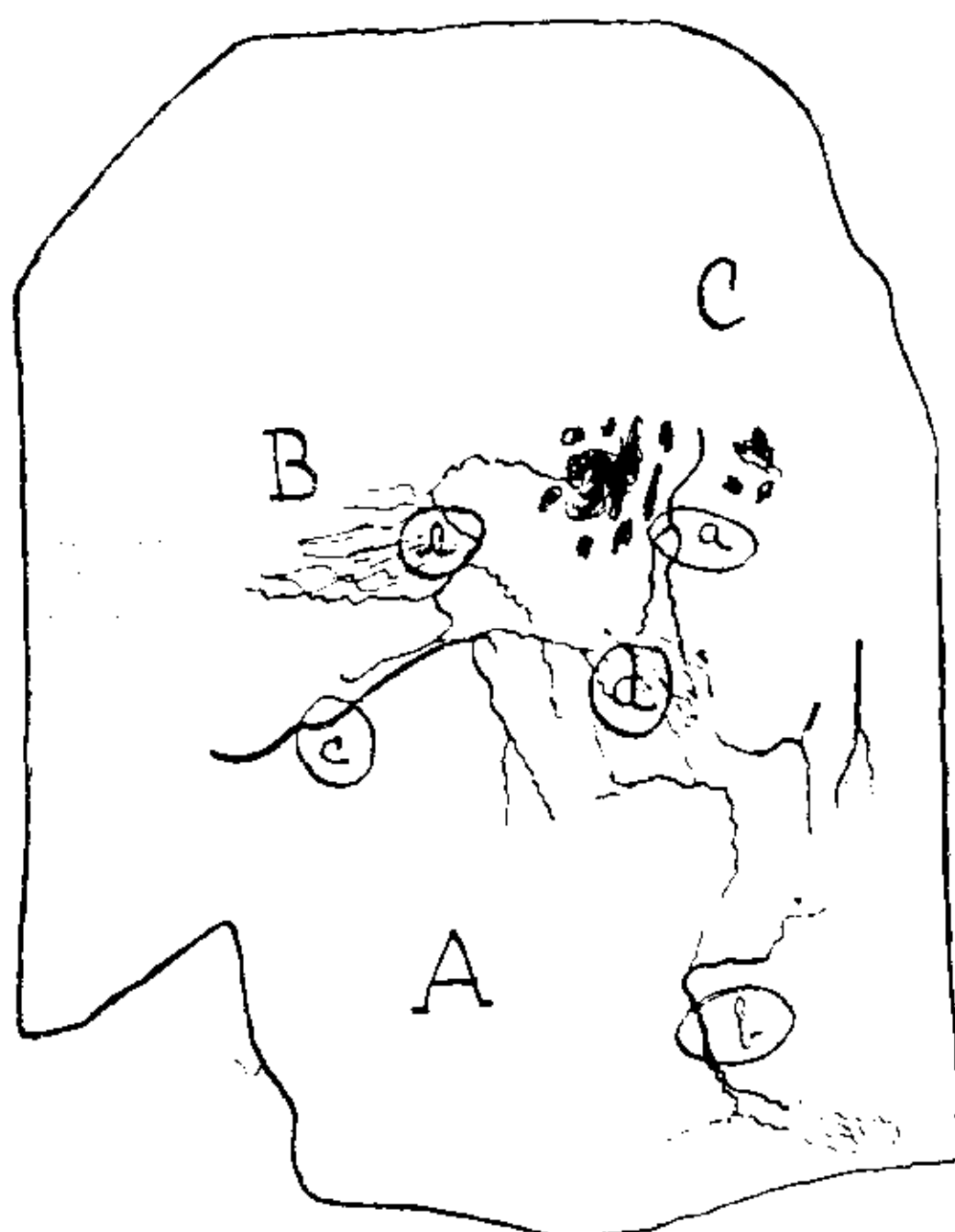


FIG. 9 B

FIG. 9 A. — Tabique interventricular visto por su cara derecha. Anastomosis.
 FIG. 9 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 9 A). La inyección únicamente practicada en el primer segmento de la coronaria derecha —se han producido rupturas vasculares— ha rellenado el ramus cristae supraventricularis y por las anastomosis de éste, el ramus limbi dextri y el ramus septi fibrosi (serie de experiencias B del texto). Además, en el tabique auricular e) se ve un fino plexo anastomótico (serie de experiencias D del texto). A) Tabique interventricular visto por su cara derecha; B) tabique interauricular; C) pared anterior del ventrículo derecho llevada hacia arriba. a) Ramus cristae supraventricularis; b) ramus limbi dextri; c) ramus septi fibrosi; d) área anastomótica en el tabique interventricular; e) área anastomótica en el tabique interauricular.

se aloja en el tabique inter-auricular, sigue en dirección ántero-posterior y se anastomosa con la porción posterior de la circunfleja derecha (situada a nivel de la cruz de Haas) o con alguna

de sus ramas; 2º) —variedad menos frecuente, 13 casos sobre 50 estudiados— nace de la parte anterior de la circunfleja izquierda, o de sus ramas, corre por la cara anterior de la aurícula izquierda, se aloja en el tabique interauricular, lo recorre en sentido ántero-posterior en una extensión de dos a tres centímetros, vuelve brus-

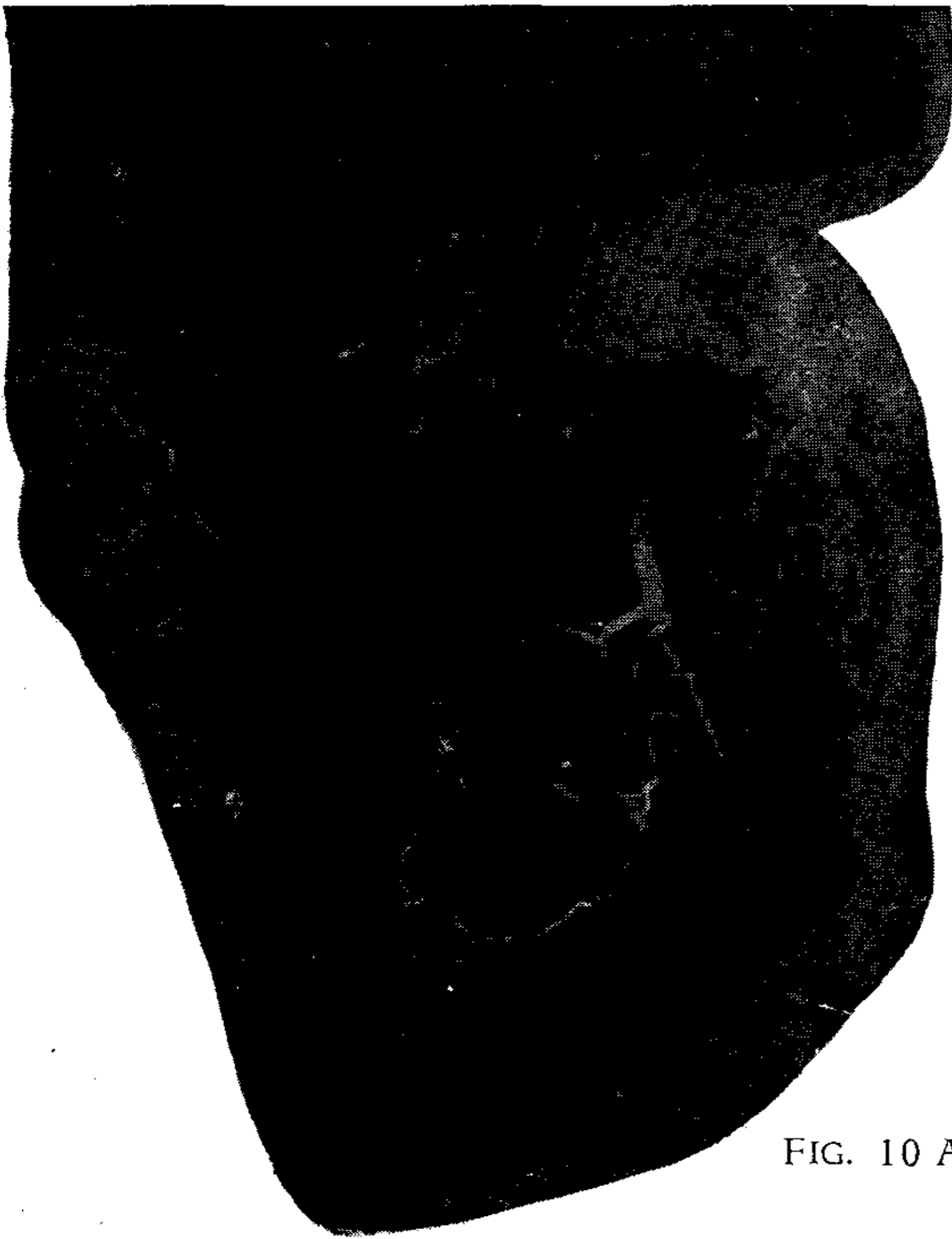


FIG. 10 A

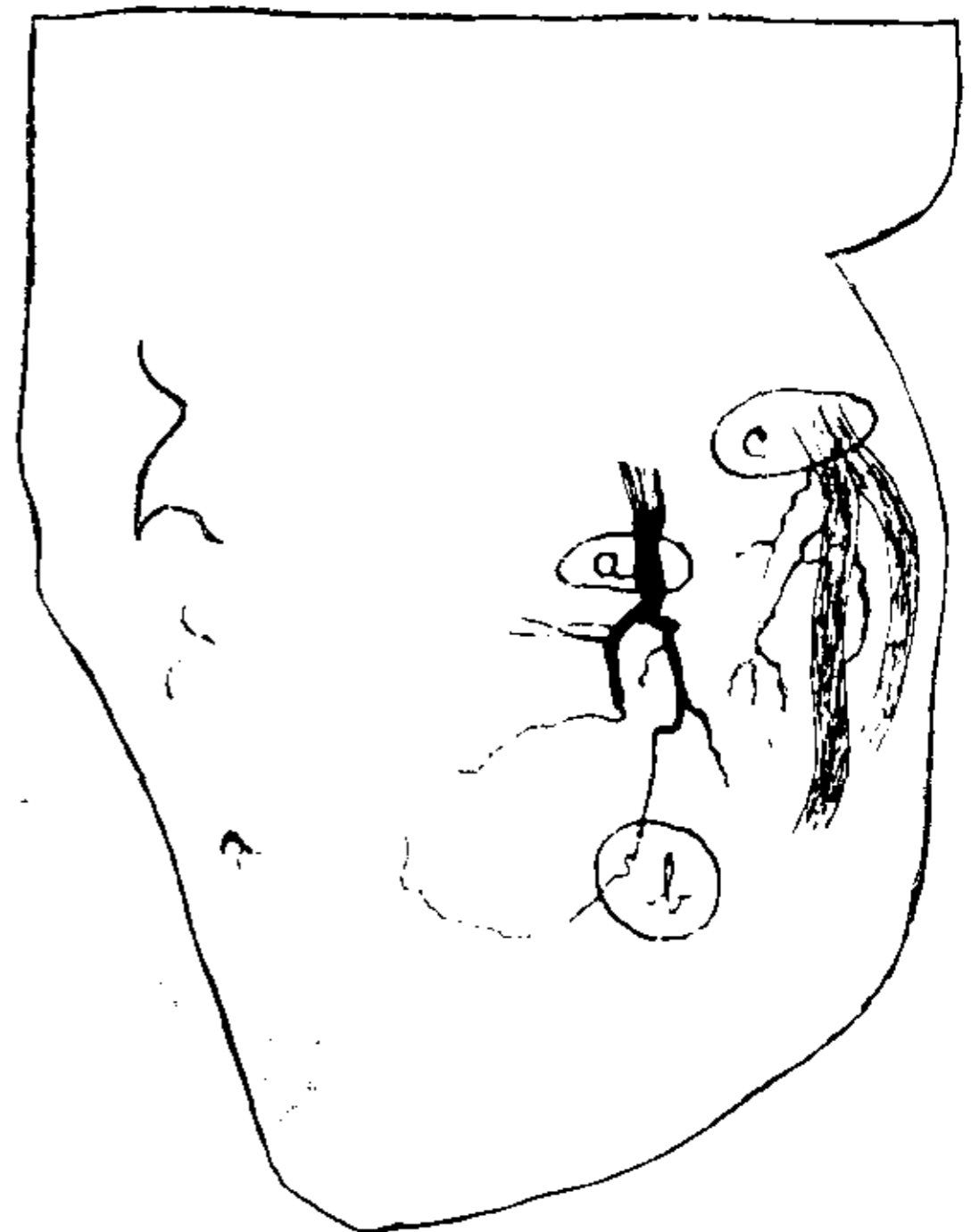


FIG. 10 B

FIG. 10 A. — Tabique interventricular visto por su cara derecha.
 FIG. 10 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 10 A). a) Ramus cristae supra ventricularis inyectado aisladamente con solución de gelatina y albayalde. Obsérvese el gran calibre de la arteria que reemplaza a la gran perforante anterior y suministra el ramus limbi dextri b); c) descendente anterior inyectada con solución de gelatina y amarillo cromo; sus ramas perforantes se anastomosan con a y b.

camente sobre sus pasos y se dirige, siempre por el tabique, en sentido póstero-anterior, para anastomosarse con una rama de la porción anterior de la circunfleja derecha; 3º) —variedad menos frecuente aún, 4 casos sobre 50— nace también de la parte anterior de la circunfleja izquierda y muy pronto se divide en pequeñas ramas que llegan al tabique interauricular donde se anastomosan

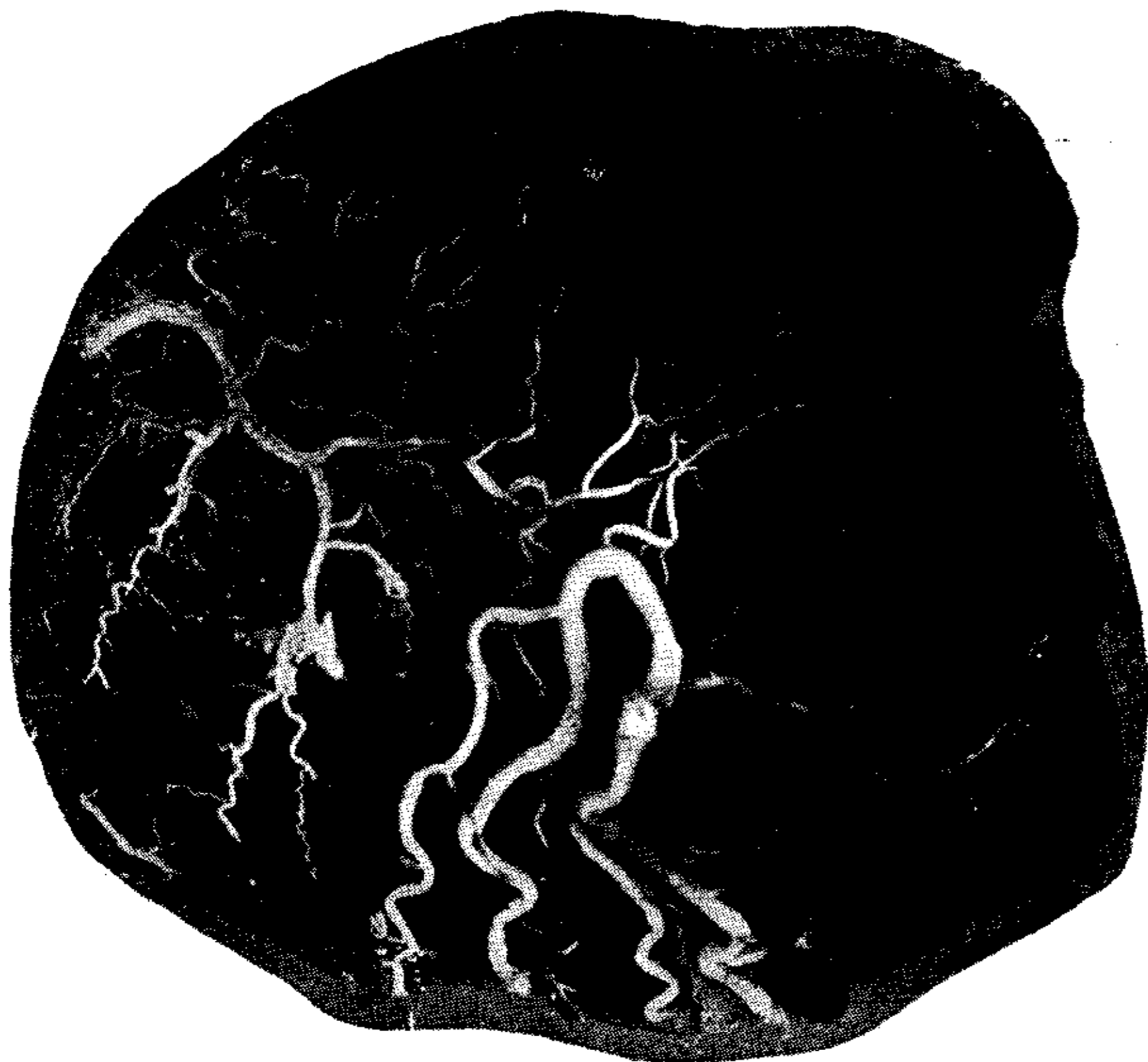


FIG. 11 A

FIG. 11 A. — Anastomosis en la zona de la cruz de Haas.

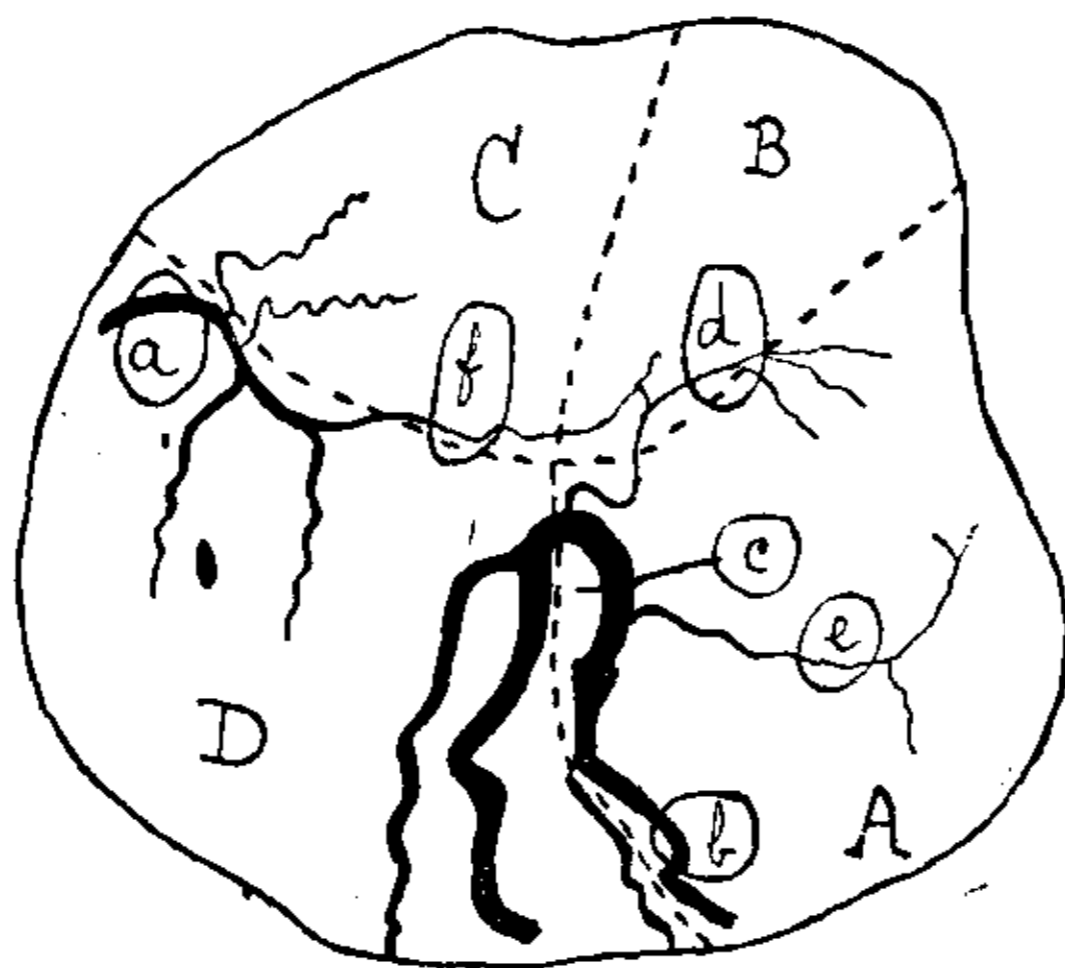


FIG. 11 B

FIG. 11 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 11 A). A) Trozo de tabique interventricular; B) trozo de tabique interauricular; C) trozo de cara posterior de aurícula izquierda extendido y puesto en el mismo plano que el tabique interauricular; D) trozo de cara posterior de ventrículo izquierdo extendido y puesto en el mismo plano que el tabique interventricular. a) Circunfleja izquierda con sus ramas ascendentes o auriculares y descendentes o ventriculares; b) descendente o interventricular posterior; c) tronco de las ventriculares izquierdas posteriores dando d) ramus septi fibrosi y e) ramus septi ventriculorum superior; f) fuerte anastomosis directa entre a y d. La inyección fué únicamente practicada por a) consiguiéndose rellenar por las anastomosis toda la parte final de la coronaria derecha y las perforantes posteriores. Puede verse que el ramus septi fibrosi contrae anastomosis directas e indirectas con la circunfleja izquierda (serie de experiencias C del texto).

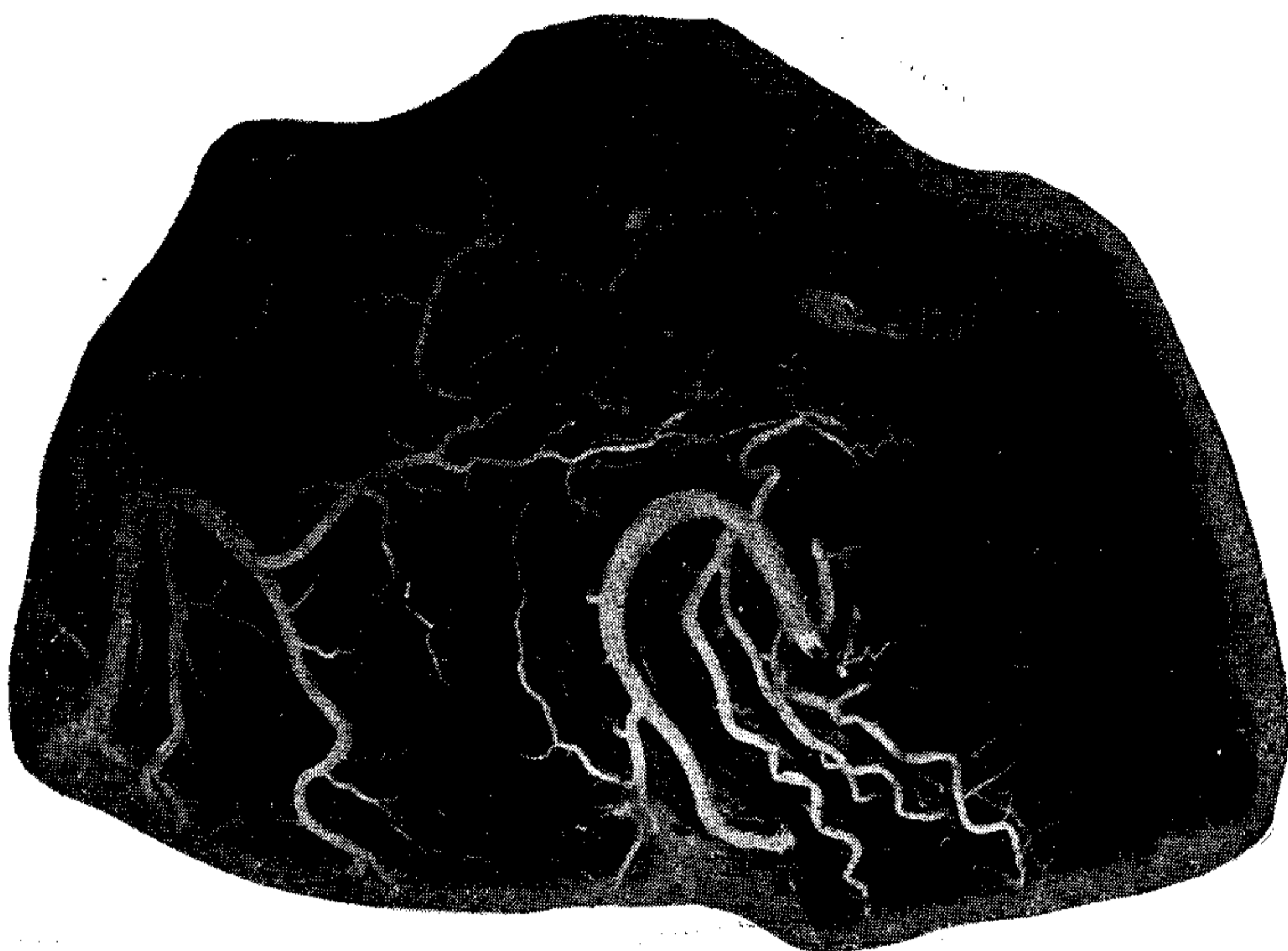


FIG. 12 A. — Anastomosis en la cruz de Haas.

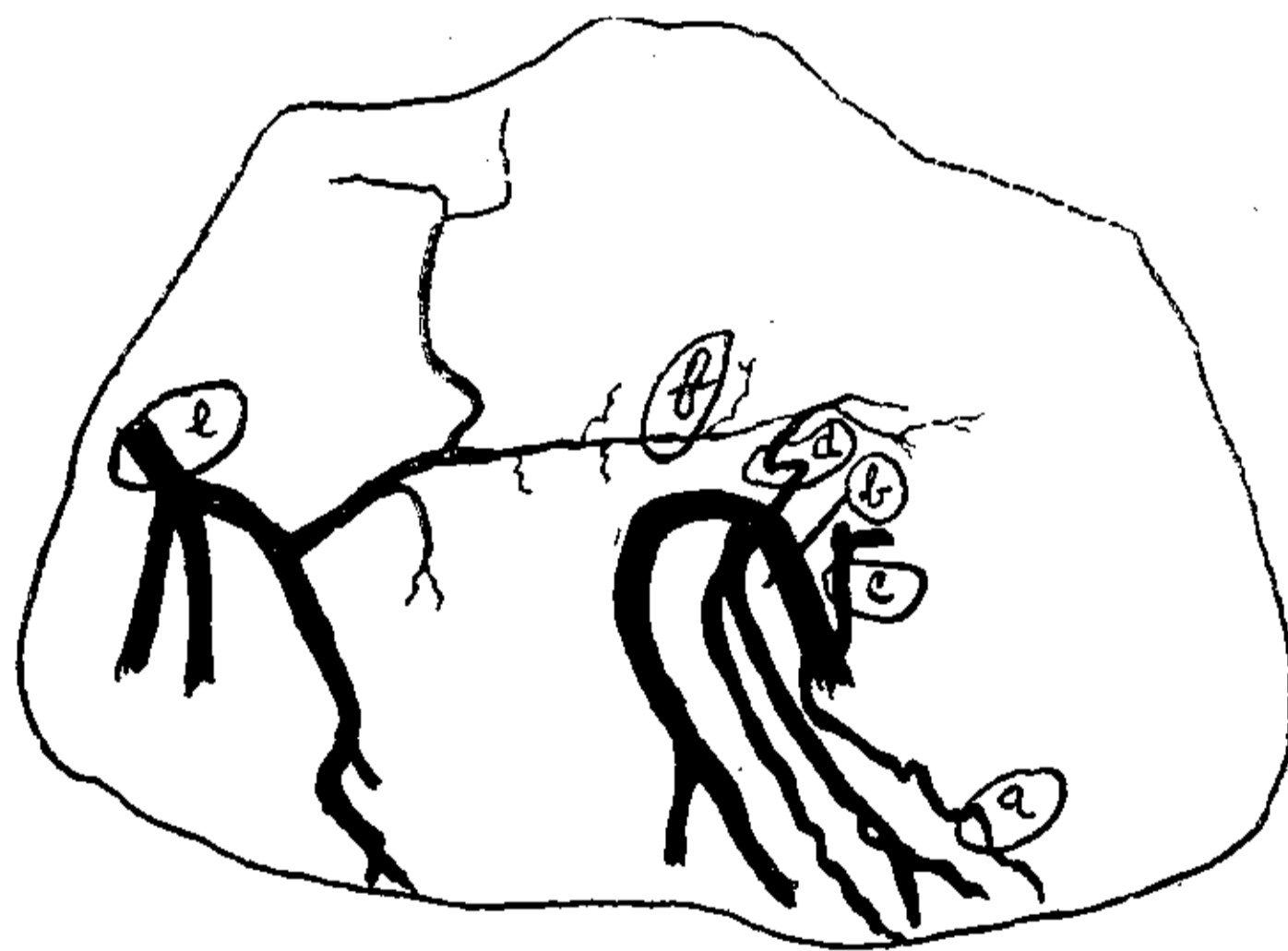


FIG. 12 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 12 A). En esta pieza se representa el mismo sector que el de la Fig. 11. En este preparado se practicó la inyección únicamente por la circunfleja izquierda rellenándose, por las anastomosis, la parte terminal de la coronaria derecha. Anastomosis directas e indirectas del ramus septi fibrosi con la circunfleja izquierda (serie de experiencias C del texto). a) Descendente posterior; b) tronco de las ventriculares izquierdas posteriores dividiéndose en sus ramas finales; c) ramus septi ventriculorum superior que nace justamente en la bifurcación de la coronaria derecha en sus dos ramas terminales (descendente posterior y tronco de las ventriculares izquierdas posteriores); d) ramus septi fibrosi; e) parte terminal de la circunfleja izquierda con sus ramas descendentes para el ventrículo izquierdo y sus ramas ascendentes para la aurícula izquierda de una de las cuales parte una larga y bien visible arteria, f) que se anastomosa con el ramus septi fibrosi.

con ramitas similares venidas de la parte anterior de la circunfleja derecha. De estas anastomosis parten ramas que se dirigen en sentido ántero-posterior, por el tabique y se anastomosan con ramas venidas de la porción posterior de la circunfleja derecha (o izquierda cuando ésta adquiere desarrollo preponderante y llega



FIG. 13 A

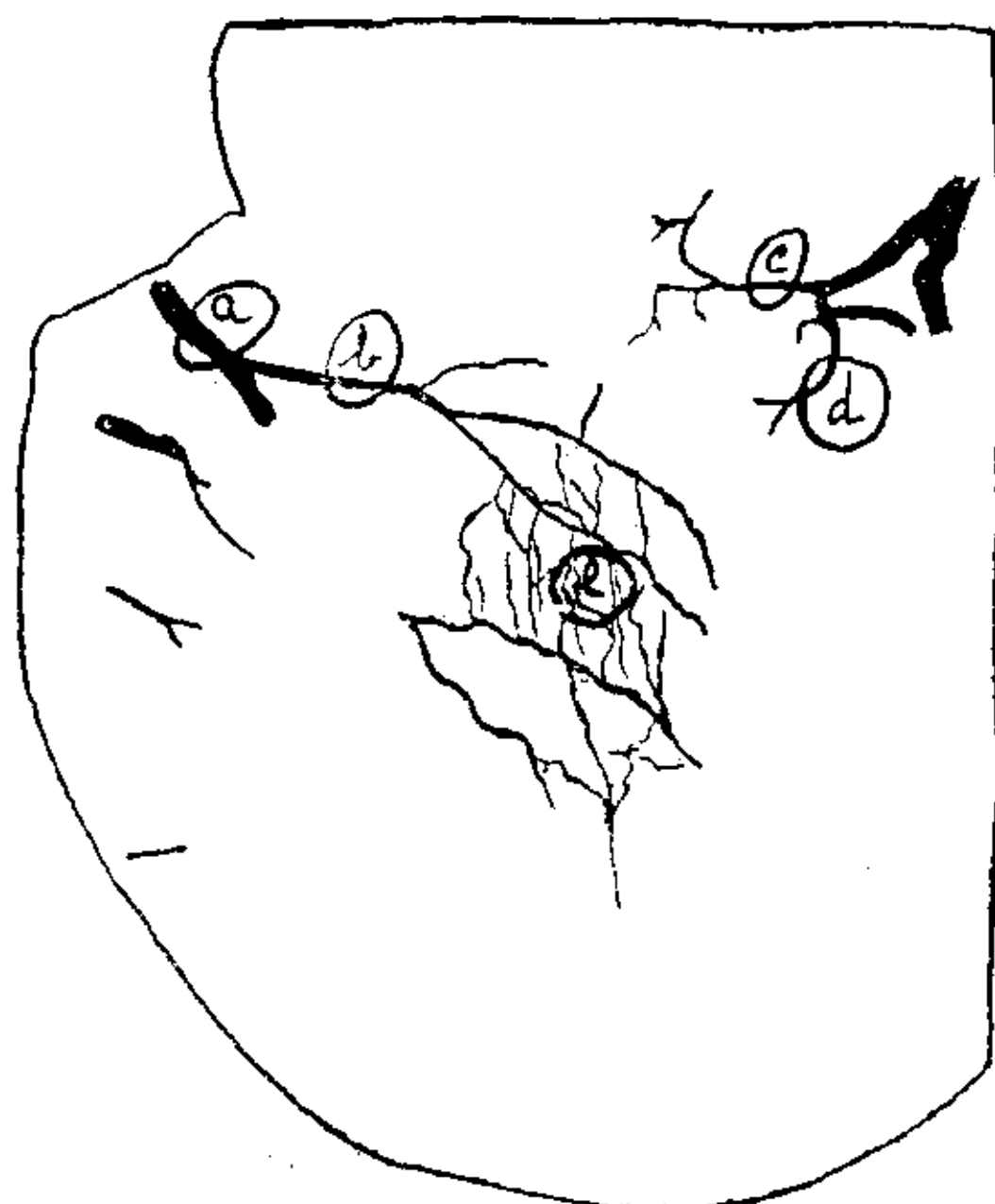


FIG. 13 B

FIG. 13 A. — Tabique interventricular visto por su cara izquierda; anastomosis.

FIG. 13 B. — (Esquema explicativo de la Fig. 13 A). La inyección practicada únicamente por la descendente anterior ha rellenado por las anastomosis del tabique, las perforantes posteriores, incluidos el ramus septi fibrosi y el ramus septi ventriculorum y la descendente posterior. (Serie de experiencias A del texto). a) Gran perforante anterior, separada de su origen. En este caso es la primera perforante nacida en la descendente anterior. Da origen a b), el ramus limbi sinistri; c) ramus septi fibrosi; d) ramus septi ventriculorum superior. En la fotografía no se ven las anastomosis existentes en un plano más profundo entre b-c-d; e) plexo anastomótico muy superficial y abundante entre el ramus limbi sinistri y otras perforantes.

a la cruz de Haas). En esta variedad no puede hablarse de arteria anastomótica auricularis magna bien individualizada, aunque generalmente en el tabique hay un vasito que se destaca por su calibre.

Hasta aquí la descripción de Kugel¹⁹. Nosotros estamos de acuerdo en admitir amplias anastomosis entre ambas circunflejas y en las experiencias realizadas para estudiar la circulación ventricular y auricular las demostramos en forma terminante, pero diferimos con Kugel en materia de sistematización de los recorridos vasculares. Hemos visto las tres variedades anastomóticas descritas por este autor, pero debemos reconocer que no sólo hay otras vías anastomóticas inter-circunflejas, sino que, a veces, son más importantes por su calibre que la situada en el tabique inter-auricular, en cuyo caso no merecería esta última el calificativo de "magna". Por ejemplo, en los casos en que la arteria del nódulo de Keith y Flack (véase¹) nace en las partes anteriores de las circunflejas derecha e izquierda, aquélla, una vez llegada al orificio cava superior se bifurca en dos ramas, una de las cuales formará el anillo pericava mientras la otra se vuelca sobre la cara posterior de ambas aurículas. Esta última rama se divide a su vez en múltiples arteriolas que en la generalidad de los casos se anastomosan ampliamente con la circunfleja derecha e izquierda por los alrededores de la cruz de Haas (Véase¹).

En otros casos hemos visto que del ramus septi fibrosi parte una gruesa rama ascendente que se dirige primero hacia el tabique interauricular y luego hacia la cara posterior de la aurícula izquierda y allí se anastomosa libremente con las arterias auriculares (figs. 7A y 7Bh, 11A y 11Bf, 12A y 12Bf). Con estas consideraciones no pretendemos negar sino ampliar las fuentes anastomóticas inter-circunflejas señaladas por Kugel^{18, 19}, y dejar constancia, además, que siendo muchas veces más importantes las anastomosis en las superficies auriculares que en el tabique interauricular, no corresponde reservar exclusivamente para estas últimas el calificativo de "magna".

En resumen, en el tabique interauricular existen, aparte de la arteria de Kugel, pequeñas arteriolas ramas de las arterias auriculares principalmente de la arteria del nódulo de Keith y Black que siempre es la más desarrollada, todas las cuales, incluída la de Kugel, suelen anastomosarse con ramúsculos ascendentes del ramus septi fibrosi, según la demuestra nuestra serie de experiencias "D". A juzgar por nuestros preparados, estas anastomosis no son constantes, pero muchas veces nos ha quedado la duda sobre si en rea-

lidad no existían o no se veía porque la pieza estuviera deficientemente inyectada (mal relleno de las finas ramas terminales).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES SOBRE LAS ANASTOMOSIS DE LAS ARTERIAS DEL NÓDULO DE TAWARA, HAZ DE HIS Y SUS RAMAS

Terminadas las cuatro series de experiencias los corazones fueron sometidos, como se dijo, a clarificación según el método de Spalteholz mediante el cual se pudo apreciar directamente la situación, el número y el calibre de los vasos anastomóticos. Los preparados de disección también contribuyeron a este fin. De todo nuestro material podemos extraer las siguientes conclusiones:

1º) *El ramus septi fibrosi* o sea la arteria nutricia principal del nódulo de Tawara y haz de His, contrae anastomosis con a): las ramas finales de la circunfleja izquierda y ellas se realizan por una doble vía, directa e indirecta. La primera sigue estos pasos: circunfleja izquierda —sus ramas auriculares izquierdas posteriores— éstas dan colaterales para el tabique interauricular, parte posterior, donde se anastomosan con ramúsculos ascendentes provenientes del ramus septi fibrosi (figs. 7A y 7 Bh, 11A y 11Bf, 12A y 12Bf). La vía indirecta es la siguiente: ramas terminales de la circunfleja izquierda —anastomosis— ramas terminales del tronco de las ventriculares izquierdas posteriores, el cual, como sabemos, da habitualmente origen al ramus septi fibrosi; (b): por intermedio de sus ramas ascendentes, el ramus septi fibrosi contrae anastomosis a nivel del tabique interauricular, con colaterales de las arterias auriculares (figs. 7A y 7Bkh); c): el ramus septi fibrosi por sus colaterales descendentes para el tabique interventricular contrae anastomosis con otras ascendentes venidas del ramus septi ventriculorum superior (figs. 7A y 7Bfg) y aún de otras perforantes posteriores; d): por intermedio de sus ramas terminales sub-endocárdicas derechas, el ramus septi fibrosi contrae anastomosis amplias con el grupo de arteriolas encargadas de nutrir la primera porción de la rama derecha del haz de His (figuras 7A y 7Be, 9A y 9Bd); e): finalmente, por intermedio de sus ramas terminales sub-endocárdicas izquierdas, contrae anastomosis con el grupo de arteriolas encargadas de nutrir la primera porción de la rama izquierda del haz de His (figs. 13A y 13Bc).

2º) El grupo de arteriolas descritas en la exposición general y que son las encargadas de nutrir la primera porción de la rama

derecha del haz de His, contraen anastomosis *entre sí* (figs. 3A y 3Bj) y además, por su extremidad pósterosuperior, con el ramus septi fibrosi y por su extremidad ántero-inferior, con el grupo de arteriolas encargadas de nutrir la segunda porción de la misma rama (figs. 9A y 9Bd-b).

3º) El grupo de arteriolas que nutren la segunda porción de la rama derecha del haz de His se anastomosan *entre sí* (figs. 3A y 3B) y por sus extremos son las arteriolas de la primera (figs. 9A y 9Bd-b) y tercera porción.

4) El grupo de arteriolas que nutren la tercera porción de la rama derecha también se anastomosan *entre sí* y con las de la segunda porción.

5º) El grupo de arteriolas que nutren la primera porción de la rama izquierda de haz de His, no sólo contraen anastomosis *entre sí*, sino también por su extremidad pósterosuperior con el ramus septi fibrosi y por su extremidad inferior con las encargadas de nutrir la segunda porción (figs. 13A y 13Be).

6º) El grupo de arteriolas que nutren la segunda porción de la rama izquierda se anastomosan profusamente *entre sí* y por sus extremos con las de la primera y tercera porción (figs. 13A y 13Bs).

7º) Las arteriolas de la tercera porción de la rama izquierda también se anastomosan *entre sí* y con las de la segunda porción.

Del resumen que acabamos de hacer se deducen dos conclusiones fundamentales. *La primera* es que existen anastomosis entre las arterias encargadas de nutrir las distintas partes del ventrículo néctor; así, por ejemplo, el ramus septi fibrosi, por cadenas anastomóticas sucesivas, se vincula con el ramus limbi dextri, limbi sinistri, etc. *La segunda*, es que las arterias del ventrículo néctor se anastomosan con las encargadas de nutrir el miocardio contráctil trivial; por ejemplo, el ramus septi fibrosi se anastomosa con la circunfleja izquierda, etc. *Estos hechos nos obligan a negar en absoluto el carácter de arterias terminales que le atribuyen la mayoría de los autores.* Todo lo más, podría hablarse de arterias *principales* del ventrículo néctor (ramus septi fibrosi, ramus limbi dextri, ramus limbi sinistri), cuyo caudal circulatorio se encuentra *normalmente* enriquecido por el aporte anastomótico venido de las arterias que nutren el miocardio inespecífico. Otra cuestión a destacar es la existencia de anastomosis entre el ramus septi fibrosi y la arteria nutricia del nódulo de Keith y Flack, a nivel del ta-

bique interauricular. Este sector anastomótico, que no lo hemos encontrado en todos nuestros preparados quizás debido algunas veces a deficiente relleno arterial, plantea el problema de las vinculaciones directas entre el nódulo de Keith y Flack y el de Tawara, cuya importancia requeriría un estudio más a fondo.

Creemos haber aportado pruebas indiscutibles en apoyo de la existencia de anastomosis de las arterias del ventrículo-néctor e insistimos en que sólo el empleo de técnicas defectuosas pudo llevar a los autores a negarlas. Un signo indirecto de su importancia lo constituye el hecho de que se pueden rellenar ramas de la coronaria derecha inyectando por la izquierda y viceversa, con una mezcla varias veces más densa que la sangre. En el deseo de evitar apreciaciones subjetivas sobre el calibre de las anastomosis, practicamos su estudio histológico (igual hicimos a propósito de la irrigación del nódulo de Keith y Flack)¹ y se vió que tenían una *estructura* que corresponde, término media, a las arteriolas de cincuenta micrones. En regiones inferiores del tabique, lejos del ventrículo-néctor, su calibre es francamente mayor. El número de vasos anastomóticos es grande y en ciertas zonas se ve una delicada red. Estos hechos nos obligan a reproducir la conclusión a que llegáramos en ocasión de hablar de la circulación del nódulo de Keith y Flack, donde decíamos que las anastomosis deben cumplir un papel importante de suplencia vascular no sólo en los casos normales, sino también y con mayor razón, en los patológicos. Finalmente, *tanto las arterias principales como las anastomosis de cualquier sector del ventrículo-néctor, siguen la dirección de la onda de excitación.* En efecto, basta examinar los preparados que ilustran este trabajo para comprobar tal disposición vascular.

RESUMEN DE LA IRRIGACIÓN DEL NÓDULO DE TAWARA, HAZ DE HIS Y SUS RAMAS

Mediante inyecciones de las coronarias con mezclas de gelatina coloreada se ha comprobado, en el hombre, que:

1º) La primera perforante posterior, el ramus septi fibrosi de Haas, es la arteria principal del nódulo de Tawara y haz de His. Ella contrae anastomosis con distintas arterias entre las cuales se encuentra, muchas veces, la del nódulo de Keith y Flack.

2º) Desde el punto de vista de su irrigación, se puede dividir a la rama derecha del haz de His en tres porciones: *la pri-*

mera está nutrida por un plexo anastomótico formado por ramas terminales de: a) ramus septi fibrosi; b) segunda perforante posterior (ramus septi ventriculorum superior de Haas; c) ramus cristae supraventricularis (que ocupa la formación anatómica del mismo nombre), y d) las primeras perforantes anteriores. *La segunda* porción está irrigada por: a) la arteria de la bandeleta ansiforme o ramus limbi dextri de Gross; b) una serie de arteriolas venidas del plexo anastomótico que irriga la primera porción; c) colaterales de otras perforantes anteriores; d) colaterales de perforantes posteriores. Todos estos vasos se anastomosan entre sí. *La tercera porción* está irrigada por las arterias que nutren al miocardio inespecífico más allá del pilar anterior y que también contraen anastomosis entre sí.

3º) Desde el punto de vista circulatorio se puede dividir a la rama izquierda del haz de His en tres porciones: *la primera* está nutrida por un plexo anastomótico formado por las siguientes arterias: a) las ramas terminales del ramus septi fibrosi; b) las ramas terminales del ramus septi ventriculorum superior; c) las ramas terminales del ramus cristae supraventricularis; d) las ramas terminales de una perforante anterior especial, bien individualizada en el 50% de los casos y que proponemos denominar ramus limbi sinistri; en el 50% restante, es reemplazada por pequeñas y múltiples arteriolas. *La segunda porción*, distribuída por la parte media e inferior del tabique, está irrigada por las otras perforantes anteriores y posteriores profusamente anastomosadas entre sí. *La tercera porción* está nutrida por las arterias del miocardio inespecífico más allá del tabique, las cuales también contraen profusas anastomosis entre sí.

4º) Mediante mejoras en las técnicas clásicas de investigación de la circulación coronaria y realizando distintas series de experiencias, se consiguió demostrar, en forma clara y terminante, que no sólo se anastomosan entre sí las arterias encargadas de nutrir las distintas partes del ventrículo-néctor (nódulo de Tawara, haz de His y ramas) sino también que ellas contraen anastomosis con las arterias nutricias del miocardio inespecífico. Debemos substituir, por lo tanto, la denominación corriente de arterias únicas y terminales del ventrículo-néctor, por la de arterias principales. Las anastomosis tienen un calibre que oscila alrededor de los 50 micrones. Por el número abundante de vasos anastomóticos podría

deducirse que ellos cumplen un importante papel funcional.

5º) Tanto las arterias principales como las anastomosis de cualquier sector del ventrículo-néctor siguen la dirección de la onda de excitación.

BIBLIOGRAFIA

1. *Lascano E. F.* — "La irrigación normal del nódulo de Keith y Flack". *Rev. Argent. de Cardiol.*, 1942, 9, marzo-abril, N° 1, págs. 16-40.
2. *Spalteholz W.* — "Die Arterien der Herzwand", Leipzig, Ed. S. Hirzel, 1924.
3. *Geraudel E.* — "Le mecanisme du coeur et ses anomalies", París, Ed. Masson et Cie., 1928.
4. *Haas G.* — Cit. por Spalteholz y Gross.
5. *Keith A.* — "The auriculo-ventricular bundle of His". *The Lancet*, 1906, 1, 623.
6. *Keith A. and Flack M. W.* — "The auriculo-ventricular bundle of the human heart". *The Lancet*, 1906, 2, 359.
7. *Crainicianu A.* — "Anatomische Studien über die Koronararterien und experimentelle Untersuchungen über ihre Durchgängigkeit.". *Virchow's Archiv*, '922, 238, 1.
8. *Gross L.* — "The blood supply to the heart in its anatomical and clinical aspects". New York, Ed. P. B. Hoeber, 1921.
9. *Brocq P. et Mouchet A.* — "Étude anatomique des artères coronaires du coeur". París, Ed. A. Maloine, 1920.
10. *Vieussens R.* — (Cit. por Testut).
11. *Testut L. y Latarjet A.* — "Anatomía Humana". Trad. castellana. Ed. Salvat S. A., 1930.
12. *Banchi A.* — "Morfologia delle arteriae coronariae cordis". *Archiv. italian. di Anat. e di Embriol.*, 1904, 3, 87.
13. *Campbell J. S.* — "Stereoscopic radiography of coronary circulation". *The Lancet*, 1928, 2, 168.
14. *Campbell J. S.* — "Stereoscopic radiography of the coronary system". *Quart. J. Med.*, 1928-1929, 22, 247.
15. *Mahain I.* — "Les maladies organiques du faisceaux de His-Tawara". París, Ed. Masson et Cie., 1931.
16. *Bosco G. A.* — "Diagnóstico anátomo-topográfico de la obstrucción arterial coronaria". Buenos Aires, 1935.
17. *Belou P.* — "Revisión anatómica del sistema arterial". Buenos Aires, 1934.
18. *Kugel M. A.* — "An important anastomotic vessel in the auricle of the human heart". *Arch. Path.*, 1928, 5, 355.
19. *Kugel M. A.* — "Anatomical studies on coronary arteries and their branches; arteria anastomotica auricularis magna". *Am. Heart J.*, 1928, 3, 260.

RÉSUMÉ

Au moyen d'injections dans les coronaires d'un mélange de gelée colorée il a été prouvé que chez l'homme:

1^o) La première perforante postérieure le ramus septi fibrosi de Haas, est l'artère principale du nodule de Tawara et faisceau de His. Elle s'anastomose avec de différentes artères, parmi lesquelles se trouve fort souvent celle du nodule de Keith et Flack.

2^o) Du point de vue de son irrigation, on peut diviser la branche droite du faisceau de His en trois portions: *la première* est nourrie par un plexus anastomotique formé par branches terminales de: a) ramus septi fibrosi; b) seconde perforante postérieure (ramus septi ventriculorum supérieur de Haas); c) ramus cristae supraventricularis (qui occupe la formation anatomique du même nom) et d) les premières perforants antérieures. *La seconde* portion est irriguée par: a) l'artère de la bandelette ansiforme ou ramus limbi dextri de Gross; b) une série d'arteriolles venues du plexus anastomotique qui irrigue la première portion; c) collatérales d'autres perforantes antérieures; d) collatérales des perforantes postérieures. Tous ces vaisseaux s'anastomosent entre eux. *La troisième* portion est irriguée par les artères qui nourrissent le myocarde inespécifique plus loin du pilier antérieur et qui s'anastomosent entre eux.

3^o) Au point de vue circulatoire on peut diviser la branche gauche du faisceau de His en trois portions: *la première* est nourrie par un plexus anastomotique formé par les artères suivantes: a) les branches terminales du ramus septi fibrosi; b) les branches terminales du ramus septi ventriculorum supérieur; c) les branches terminales du ramus cristae supraventricularis; d) les branches terminales d'une perforante antérieure spéciale, bien individualisée dans le 50% des cas et que nous proposons nommer ramus limbi sinistri dans le 50% des cas restants elle est remplacée par de petites arteriolles multiples. *La seconde* portion distribuée par la partie moyenne et inférieure de la cloison, est irriguée par les autres perforants antérieures et postérieures profusément anastomosées entre elles. *La troisième* portion est nourrie par les artères du myocarde inespécifique au delà de la cloison, lesquelles s'anastomosent profusément entre elles.

4^o) Avec l'amélioration des techniques classiques d'investigation de la circulation coronnaire et après maintes expériences on a pu démontrer de façon claire et péremptoire que les artères chargées de nourrir les différentes parties du ventricule necteur (nodule de Tawara, faisceau de His et branches) s'anastomosent, non seulement entre elles mais aussi avec les artères nourricières du myocarde inespécifique.

On doit donc remplacer le nom courant d'artères uniques et terminales du ventricule necteur par celui d'artères principales. Les anastomoses ont un calibre qui oscille dans les 50 microns. Dû le grand nombre de vaisseaux anastomotiques on pourrait déduire qu'ils remplissent un rôle fonctionnel important.

5^o) Les artères principales ainsi que les anastomoses de n'importe quel secteur du ventricule necteur suivent, les unes et les autres, la direction de l'onde d'excitation.

SUMMARY

By means of injecting the coronaries with a coloured gelatin mixture it has been shown, that in the human heart:

IRRIGACIÓN DEL SISTEMA CONDUCTIVO

1. The first posterior perforating or ramus septi fibrosi of Haas, is the main artery to both the bundle of His and Tawara's node; it anastomoses with others, including quite frequently the one which supplies the sino-auricular node.

2. In so far as the blood supply to the right branch of the bundle be concerned, this can be divided into three parts: *the first* being supplied by an anastomotic plexus derived from terminal branches of: (a) ramus septi fibrosi, (b) the second posterior perforating (ramus septi ventriculorum superior of Haas), (c) ramus cristae supraventricularis (which runs in the portion of the cardiac muscle so named) and (d) the first anterior perforating arteries. *The second* part is supplied by (a) the artery to the ansiform band or Gross' ramus limbi dextri; (b) a series of arterioles arising from the plexus supplying the first portion; (c) collaterals of other anterior perforating and (d) collaterals of posterior perforating arteries. All these vessels anastomose with one another. *The third* part is supplied by nutrient arteries of the non-specific myocardium further on than the anterior papillary muscle which also freely anastomose with one another.

3. Similarly the left branch of the bundle of His may be divided, in so far as its blood supply be concerned, into three parts; *the first* portion being supplied by a plexus of anastomoses formed by the following: (a) terminal branches of the ramus septi fibrosi; (b) terminal branches of ramus septi ventriculorum superior; (c) terminal branches of ramus cristae supraventricularis; (d) terminal branches of a special anterior perforating which was manifest in 50% of the specimens and which we propose denominating ramus limbi sinistri; the remaining 50% being supplied by multiple small arterioles. *The second* part, spreading over the middle and lower part of the interventricular septum is supplied by other anterior and posterior perforating arteries which anastomose with one another profusely. *The third* part is supplied by arteries of the non specific extraseptal myocardium which also freely anastomose with one another.

4. By means of improvements in the classic techniques of investigating coronary circulation and performing various experiments, it was possible to demonstrate definitely and clearly that not only do the arteries entrusted with the blood supply to the node (Tawara's), bundle of His and its branches anastomose with one another but that these same vessels do so with the nutrient arteries of the non-specific myocardium. We should, therefore, consider these arteries as merely main arteries and not terminal vessels to the above named node, bundle & its branches. The anastomoses have a diameter of roughly 50 microns, and from the abundant number of vessels involved it can be deduced that these anastomoses play an important function.

5. Both the main arteries and the anastomoses concerned in the supply to Tawara's node, the bundle of His and its branches run in the same direction as the wave of excitability.

ZUSAMMENFASSUNG

Nach Auffüllung der Kranzarterien des menschlichen Herzens mit Mischungen gefärbter Gelatine ist festgestellt worden, dass:

1.) die erste arteria perforante posterior, der Haassche ramus septi fibrosi, die Hauptarterie des Tawaraschen Knotens und des Hisschen Bündels ist. Sie geht mit verschiedenen Arterien Anastomosen ein, darunter häufig mit der Arterie des Keith-Flackschen Knotens.

2.) Bezüglich seiner Blutversorgung kann der rechte Schenkel des Hisschen Bündels in drei Teile eingeteilt werden: der *erste Teil* wird von einem anastomotischen Plexus aus versorgt, welcher gebildet wird durch: Endzweige der a) rami septi fibrosi; b) zweite hintere perforierende (Haascher ramus septi ventriculorum superior); c) ramus cristae supraventricularis (welcher in der gleichnamigen anatomischen Bildung verläuft) und d) die ersten perforantes anteriores. Der *zweite Teil* wird versorgt durch: a) den Grosschen ramus limbi dexter; b) eine Anzahl Arteriolen, welche dem schon weiter oben erwähnten plexus anastomoticus entspringen; c) Seitenäste anderer vorderer perforierender Arterien; d) Seitenäste hinterer perforierender Arterien. Alle diese Gefässe gehen unter sich Anastomosen ein. Der *dritte Teil* wird versorgt durch die Arterien, welchen die Versorgung der unspezifischen, dem M. papillaris anterior vorliegenden Herzmuskelgewebe zukommt. Auch diese gehen gegenseitige Anastomosen ein.

3.) Auch der linke Schenkel des Hisschen Bündels kann bezüglich seiner Blutversorgung in drei Teile eingeteilt werden: der *erste Teil* wird von einem durch folgende Arterien gebildeten plexus anastomoticus ernährt: a) Endzweige des ramus septi fibrosi; b) Endverzweigungen des ramus septi ventriculorum superior; c) Endzweige des ramus cristae supraventricularis; d) Endzweige einer besonderen vorderen, perforierenden Arterie, welche in 50% der Fälle gut westzustellen ist und für welche wir dann die Benennung ramus limbi sinistri vorschlagen; in den restlichen 50% wird sie durch ein Gebilde zahlreicher, feiner Arteriolen ersetzt. Der *zweite Teil*, welcher sich in dem mittleren und unteren Teil des Septums verzweigt, wird von den restlichen perforantes anteriores und posteriores versorgt, die ihrerseits zahlreiche Anastomosen unter sich eingehen. Der *dritte Teil* wird durch die Arterien des außerhalb des Septums liegenden unspezifischen Myokards ernährt, welche ihrerseits zahlreiche Anastomosen eingehen.

4.) Nach Verbesserung der klassischen Methoden für die Erforschung de Kranzaderkreislaufes und auf Grund verschiedener Untersuchungen konnte klar und eindeutig festgestellt werden, dass nicht nur Anastomosen zwischen den Arterien des ventriculären Reizleitungssystems (Tawarascher Knoten und Hisscher Bündel) stattfinden, sondern auch zwischen diesen und den Arterien des unspezifischen Herzmuskelgewebes. Infolgedessen ist es notwendig, nicht mehr wie bisher von einzigen Terminalarterien des ventriculären Reizleitungssystems zu sprechen sondern von Hauptarterien desselben. Der Durchmesser der Anastomosen beträgt ungefähr 50 Mikronen. Mit Rücksicht auf die grosse Anzahl der anastomotischen Gefässe darf angenommen werden, dass sie eine wichtige funktionelle Rolle spielen.

5.) Sowohl die Hauptarterien wie auch die Gefässanastomosen irgend eines Teiles des ventriculären Reizleitungssystems haben dieselbe Richtung wie die Reizwelle.