

adelante, para situarse junto a las fibras del vago desprendidas del cuerno interno.

A causa de las transformaciones descritas anteriormente, cuando aparece la sección del cuarto arco arterial aórtico (LAMINA XCII, Figuras 274 y 275), los elementos de nuestro estudio presentan las siguientes características: la cadena cromafínica se encuentra detrás del cuarto arco aórtico; a partir de esta cadena continúan saliendo intermitentemente conglomerados celulares, pero estos ya se orientan en doble sentido: unos que caminan por el margen externo del arco, entre este y la vena cardinal, cuyas células más anteriores se adosan a la cara posterior del nervio vago y también junto al margen interno de las fibras que se desprendieron del tronco de este nervio, que van a dar lugar en cortes inferiores a la rama cardiovagal superior. También la cadena cromafínica envía difusiones celulares que se sitúan entre la cara interna del cuarto arco aórtico y el asta lateral derecha de la faringe.

Las difusiones citadas de la cadena cromafínica, en mayor o menor concentración seguirán existiendo y ampliando el número de conglomerados, cuando este cuarto arco arterial, adoptando forma de herradura, tiende a dirigirse hacia adelante, para intentar unirse en la línea media anterior con el del lado contralateral (LAMINA XCIII, Figuras 276 y 277). En este área se observa netamente al cordón simpático detrás de la porción posterior del cuarto arco aórtico; próximo a él, por sus porciones laterales externa e interna, más avanzada la interna, dos gruesos conglomerados de células cromafínicas. También por el margen externo del arco aórtico y adosándose al margen posterolateral interno del vago, existen otros conglomerados celulares de igual tipo. Mientras tanto, las fibras del nervio cardiovagal superior van tomando una dirección hacia adelante y medialmente, tendiendo a dirigirse hacia la desembocadura de los cuartos arcos aórticos

en el saco aórtico, aunque aún le falta bastante trecho por recorrer.

En cortes sucesivos inferiores a partir del asta lateral faríngea se forma la cuarta bolsa, que se sitúa por debajo del citado arco (LAMINA XCIV, Figuras 278 y 279); siguen los conglomerados cromafínicos con la disposición siguiente: la cadena detrás de la aorta dorsal, más disminuida de tamaño; entre esta aorta dorsal y el brote del cuarto arco faríngeo están los conglomerados internos, bastante pronunciados y caminando hacia adelante. Hacia el margen externo de la aorta dorsal existen algunos pero escasos conglomerados celulares cromafínicos; en cambio, casi todas las células cromafínicas se encuentran alrededor del vago, hacia su margen posterointerno, adosadas en semiluna y con tendencia a dirigirse a planos anteriores. La rama cardiovagal superior, con algunos infiltrados cromafínicos, sigue su marcha descendente hacia adelante y hacia adentro.

Debajo de estos cortes y como ya se insinúa en la figura 279, (LAMINA XCIV), aparece el sexto arco aórtico, que en lado derecho está bastante atrófico, no así en el izquierdo. Cuando este arco se secciona por debajo (LAMINA XCIV, Figura 280) los conglomerados cromafínicos situados en el margen interno de la aorta dorsal tienden a hacerse anteriores, para unirse con los difusos externos de dicha arteria. No obstante por el margen posteroexterno de la aorta dorsal aparecen nuevos conglomerados de gran volumen procedentes de la cadena cromafínica, que en esta zona vuelve a aumentar de tamaño. Mientras tanto, el nervio vago inicia su penetración entre las dos ramas del sexto arco aórtico, la anterior muy atrófica, para dar lugar al nervio recurrente. A la par, la rama cardiovagal superior se ha situado hacia el margen lateral derecho del saco aórtico y la porción anterior del sexto arco aórtico va progresando hacia adelante para terminar en el tronco arterioso.

Cuando ha desaparecido totalmente el arco aórtico (LAMINA XCV, Figuras 281 y 282), el tronco del nervio vago se desfleca, dando la rama recurrente, que se dirige en tres direcciones fundamentales: hacia el mesénquima que rodea al tubo digestivo, la posterior; la central que camina hacia el peribronquial; y las ramitas anteriores, más difusas, que tienen tendencia a dirigirse hacia el espacio prebronquial. Mientras tanto, alrededor del nervio vago y sobre todo por su margen externo, entre este y la vena cardinal superior, existe un gran infiltrado de células cromafínicas, el cual envía regueros difusos donde caminan sus diferentes ramas. Las arborizaciones que da el nervio vago en esta zona se desflecan tanto, que hacen difícil seguir su trayecto, si bien se pueden precisar algunas ramas prebronquiales que se aproximan por el mesocardio arterial (LAMINA XCV, Figuras 283 y 284), a la zona cardiaca del origen de los grandes vasos. En esta zona, aunque difusas, se encuentran abundantes células cromafínicas y vestigios de ramas nerviosas terminales.

A partir de estos niveles y en cortes inferiores (LAMINA XCVI y XCVII, Figuras 285 y 286), las fibras del vago se van concentrando, quedando por su periferia algunos acúmulos de células cromafínicas; pero en el margen anterolateral derecho de la tráquea, siguen existiendo pequeños conglomerados cromafínicos y ramas nerviosas cortadas perpendicularmente. Estas ramas, las más mediales, son las de conexión con los elementos nerviosos izquierdos; las laterales derechas seguirán descendiendo en cortes inferiores, para incorporarse al plexo prebronquial una vez originadas las arterias pulmonares y desaparecido el meso arterial. A partir de esa zona no podemos seguir las fibras simpáticas aisladas; hecho que ocurriera al originarse el nervio recurrente. Solamente un poco antes de empezar a organizarse los mesos venosos (LAMINA XCVII, Figura 287), es cuando se desprenden del vago nuevos haces nerviosos del vago derecho, los cuales, en cortes sucesivos, se desflecan, y unos de ellos se lateralizan y

tienden a dirigirse hacia la próxima zona de división mediastínica del área de desembocadura del conducto de Cuvier derecho con el seno cardiaco; otras ramas se observan dirigirse hacia la porción lateral del plexo bronquial.

Cuando el citado meso ya se ha formado y se inicia la desembocadura del conducto de Cuvier en el seno venoso (LAMINA XCVIII, Figura 288), las ramas están tan difusas que no son posible seguirlas. En ese área se formarán los nódulos sinoatriales; áreas donde a veces se observa algunas células cromafínicas, pero muy difusas. El resto de las ramificaciones que iban a integrar el plexo prebronquial también se infiltran de conglomerados en la zona del mesocardio posterior (LAMINA XCVIII, Figuras 289 y 290). Estas áreas corresponderán, respectivamente, a la zona del futuro surco interauricular posterior, donde se origina el tabique interauricular, y más lateral hacia la izquierda, al origen de las venas pulmonares. En estas zonas indicadas el corazón recibe fibras mesenquimales y ectoblásticas de los mesos.

Ramos Cardiacos Vagales y Simpáticos Izquierdos:

Al igual que en el lado derecho, los elementos nerviosos, cadena cromafínica y ganglio inferior del vago, se encuentran en la porción lateral, en un plano posterior de la faringe. En situación más interna, la cadena simpática está detrás de la arteria cefálica; y exteriormente a estos elementos, el ganglio nodoso del vago, de estructura celular fundamentalmente, aunque por su porción lateral externa presenta un casquete fibrilar (LAMINA XCIX, Figuras 291 y 292).

Pero a partir del momento en que la arteria cefálica dorsal se va a unir a ésta próxima a unirse con la anterior para formar la cúspide del tercer arco aórtico (LAMINAS XCIX y C, Figuras 293 y 294), empiezan a salir difusiones de la cadena cromafínica. Estas difusiones se sitúan, las menos, por el margen interno de la cúspide del citado arco; y, las más, por el margen externo; estas últimas difusiones caminan hacia regiones anteriores marginando el ganglio nodoso, para formar conglomerados con el margen anterior de este ganglio.

Las citadas difusiones cromafínicas continúan aumentando en niveles inferiores (LAMINA XC, Figura 270; LAMINA C, Figura 295), y dan lugar a un grueso conglomerado que se sitúa en posición laterodorsal externa a la aorta dorsal, por debajo del tercer arco aórtico; en cambio, por el margen interno de dicha arteria solamente hay algunos elementos difusos. Mientras tanto, a partir de la faringe y por debajo del mencionado arco aórtico, se forma el espolón faríngeo correspondiente, que se sitúa anterior al ganglio nodoso, haciendo que este ganglio adopte forma de semiluna. Del ganglio nodoso, que en este área tiene escasas células y aumenta el elemento fibrilar, empieza a formarse, por su asta interna de la semiluna, un brote, precisamente en la zona en que antes se había localizado los acúmulos cromafínicos.

Si seguimos descendiendo, en el área en que se forma el IV arco arterial aórtico (LAMINA XCII, Figura 274; LAMINA C, Figura 296), observamos que el número de conglomerados celulares cromafínicos aumenta y tienden a dirigirse fundamentalmente hacia el margen externo del citado arco, entre este y el nervio vago, que va perdiendo su estructuración celular, siendo fundamentalmente fibroso. De estos conglomerados cromafínicos, parte de sus células se han unido al vago; otras van caminando entre este nervio y el cuarto arco aórtico, para avanzar hacia situaciones anteriores, finalmente, las más posteriores y superiores se unen al primer brote vagal o futuro nervio cardiovagal superior, ya aislado totalmente del tronco del vago. Por el margen interno del IV arco aórtico, entre este y la farínge, se observan escasos y difusos conglomerados celulares.

Por debajo del citado arco aórtico, cuando se forma el correspondiente brote faríngeo (LAMINA CI, Figura 297), los elementos arteriales quedan divididos en una porción dorsal y otra porción anterior, que tiende a unirse con la del lado contralateral. A este nivel de las difusiones originadas en la cadena simpática, las anteriores se han perdido en los elementos neurales antes dichos, vago y ramo cardiovagal anterior; en cambio, empiezan a formarse a partir de la cadena cromafínica otras nuevas efusiones, de mayor tamaño que las anteriores, que se sitúan en los márgenes dorsolaterales externo e interno de la aorta dorsal. La rama cardiovagal superior se va desplazando paulatinamente hacia adelante y adentro, y se confunde, en parte, con las concentraciones celulares originadas por la formación del brote faríngeo.

Cuando empieza a originarse, en planos inferiores, el sexto arco aórtico (LAMINA XCIV, Figura 278), las condensaciones cromafínicas antes dichas se van difundiendo paulatinamente hacia áreas más anteriores, siguiendo los márgenes externo e interno,

respectivamente, del citado arco (LAMINA CII, Figura 298). Las porciones más externas de las condensaciones cromafínicas anteriores se unen con el vago por su margen dorsal. Las condensaciones internas quedan entre el margen interno del arco y la faringe, limitadas anteriormente por restos de la citada bolsa faríngea. El nervio cardiovagal sigue aún descendiendo impreciso por entre las condensaciones celulares de la bolsa faríngea. Mientras tanto, las porciones anteriores de los cuartos arcos aórticos se han unido, para iniciar la formación del saco aórtico.

Cuando el sexto arco aórtico (LAMINA CII, Figura 299), inicia su estrangulación, continúan muy marcadas las efusiones celulares de la cadena cromafínica, tanto internas como las externas. Parte de las internas se entremezclan con las fibras del nervio recurrente, ya muy manifiesto, y algunas sobrepasan el nivel de este nervio, caminando entre él y el margen interno de la porción anterior del sexto arco. Las externas, parte de ellas se unieron con el tronco del nervio vago; no obstante, siguen aún existiendo gruesos conglomerados de células cromafínicas por los márgenes interno y externo de la aorta dorsal.

Finalmente, en la zona correspondiente a la porción inferior del sexto arco aórtico (LAMINA CII, Figura 300), ya se ponen bien de manifiesto las distintas ramas del recurrente originadas a partir del nervio vago; ramas que se desgajan en tres porciones, que se dirigen, respectivamente, hacia las áreas laterales del mesénquima peridigestivo, peritraqueal y petraqueal, enumeradas de atrás a delante respectivamente. En esta zona podemos observar como nuevas efusiones a partir de la cadena cromafínica van siendo muy escasas, y las superiores ya se han ido hacia planos anteriores, aunque quedan vestigios posteriores en el margen posterolateral externo de la aorta descendente. Las difusiones cromafínicas medias, en este área, están situadas en el margen

posterior al recurrente y entremezcladas con sus fibras; también encontramos células cromafínicas en el margen lateral externo del tronco del vago, entre este y la vena cardinal. Finalmente también se encuentra regueros de células cromafínicas por la parte lateral interna de la sección anterior del sexto arco aórtico, acompañando a las fibras del nervio recurrente, que se dirigen hacia la región pretraqueal; fibras que formarán parte del plexo del meso arterial. Así como también existen células cromafínicas delante de la porción arterial de esta sección del sexto arco aórtico, en la zona que corresponde a la región supraductal. Precisamente estas últimas condensaciones, analizadas a mayores aumentos (LAMINA CIII, Figura 301) se observan entremezcladas con las fibras del nervio cardiovagal superior. Estas últimas fibras del nervio cardiovagal superior tienden a unirse con las del recurrente en zonas más anteriores, para integrarse en el plexo del meso arterial, a partir de donde ya no las podemos seguir individualizadas. Igual le ocurre a los conglomerados celulares cromafínicos, que también pierden su individualidad. Por lo tanto, a partir de ahora cesamos en la descripción de estos elementos, ya se salen de nuestro estudio, al pertenecer al plexo del pedículo arterial.

A partir de entonces el nervio vago va condensando sus fibras (LAMINA XCVI, Figura 285), rodeado en un principio por células cromafínicas y no dará ramificaciones hasta que se forma la arteria pulmonar izquierda. En esta última área a partir del vago se formarán pequeños brotes, tanto de las porciones infrarecurrentes, como de su cara anterior. Estas ramas rodearán a dicha arteria, en cortes inmediatos inferiores sucesivos, por sus márgenes anterior y posterior.

Estas ramas junto con otras que migran del plexo del meso arterial y ramas procedentes del lado derecho formarán, al principio, un pequeño plexo pretraqueal, cuyos finos filetes, más

nuevas aportaciones del vago derecho (LAMINA CIII, Figura 302), seguirán descendiendo para formar el plexo prebronquial.

A partir de este área, el nervio vago no emitirá más filetes hasta áreas un poco superior es a aquellas en que se inicia el meso de la vena oblicua (LAMINA CIII, Figura 303). En dicha área se originan de él pequeños filetes escalonados que hay que observar a grandes aumentos, filetes que se sitúan en el mesenquima de las dos hojas del meso.

También en zonas un poco más inferiores (LAMINA CIV, Figura 304), se originan pequeños filetes que marginan a la arteria pulmonar derecha, por su cara lateral y anterior, para ir a formar parte del plexo prebronquial en planos más anteriores; filetes nerviosos (LAMINA CIV, Figura 305) que, conforme siguen su trayecto descendente y hacia adelante, son difíciles de seguir, sólo se observan con mayor claridad cuando forman parte del citado plexo prebronquial (LAMINA CIV, Figura 306), en donde se infiltran de células cromafínicas, formando parte del plexo del meso venoso. A partir de este plexo se suministran la inervación de las áreas cardíacas correspondientes al surco interauricular, región posterior de la vena pulmonar y desembocadura del seno coronario.

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XC

Figura nº 268.- Corte por encima del tercer arco arterial. Se observa el ganglio nodoso del vago, con un casquete fibrilar por su parte externa y rodeado posteriormente por la vena cardinal superior. Por el margen interno y en un plano anterior, la arteria carótida y por detrás de ella existen efusiones cromafínicas de la futura cadena simpática. (Preparación 44/1. Coordenadas 66,8-102. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1e/27).

Figura nº 269.- Sección a nivel del tercer arco aórtico. El ganglio nodoso del vago, y la vena cardinal conservan características similares al anterior corte. Las células cromafines de la futura cadena simpática aumentan en número y envían efusiones hacia el ángulo diedro situado entre el ganglio nodoso y el tercer arco. (Preparación 45/6. Coordenadas 30,8-102,8. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1e/30).

Figura nº 270.- Sección a nivel de la tercera bolsa faríngea, que queda aislada de esta. (Preparación 48/6. Coordenadas 26,6-101,5. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1a/7).

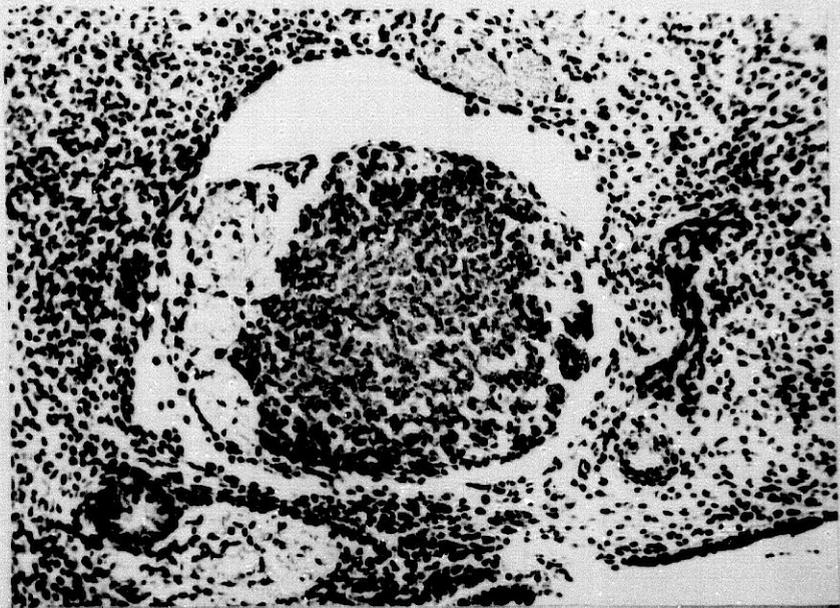


Figura nº 268



Figura nº 269

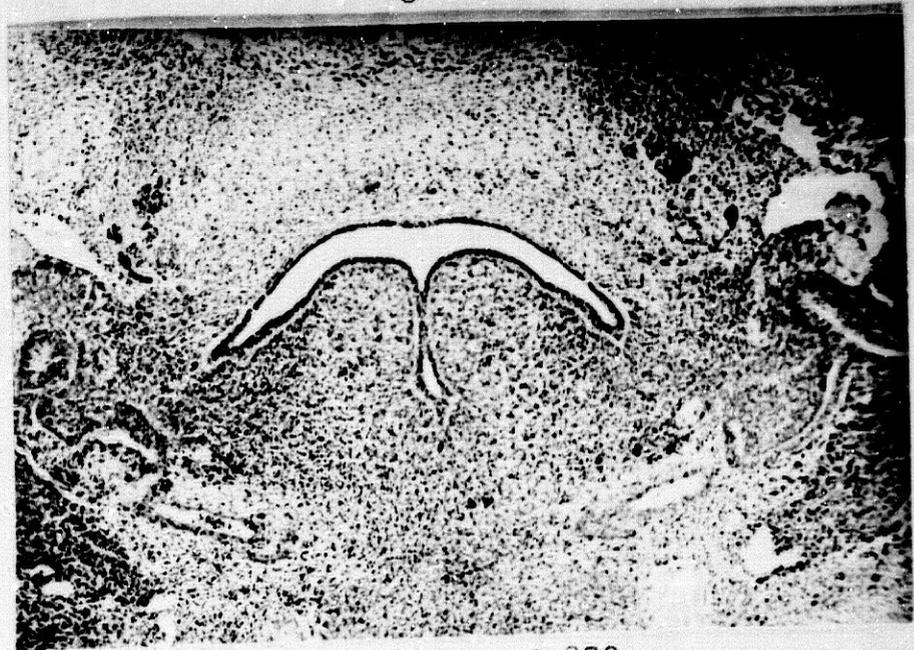


Figura nº 270

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCI

Figura nº 271.- Ampliación de la figura anterior. El ganglio nodoso adopta forma de semiluna alrededor extremo externo de la bolsa faríngea aislada. Las efusiones cromafínicas que se desprendieron de la futura cadena simpática se sitúan en la parte anterior y lateral externa de la aorta dorsal. (Coordenadas 30-102. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/1).

Figura nº 272.- Sección a niveles próximos inferiores a la figura nº 270. (Preparación 49/3. Coordenadas 54,5-101. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1a/9).

Figura nº 273.- Ampliación de la figura anterior. En ambas figuras se observa cambios de estructuras del ganglio nodoso, sustituyéndose los elementos celulares neuroblásticos progresivamente por tejido fibrilar. Por el margen anterointerno del vago aparece una yema nerviosa que en cortes sucesivos quedará aislada. La futura cadena simpática aumenta de grosor y sigue emitiendo efusiones celulares difusas. Las anteriores efusiones simpáticas cromafínicas han progresado hacia delante y están situadas próximas al brote desprendido del vago. (Coordenadas 54,6-101,5. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/3).



Figura n° 271



Figura n° 273

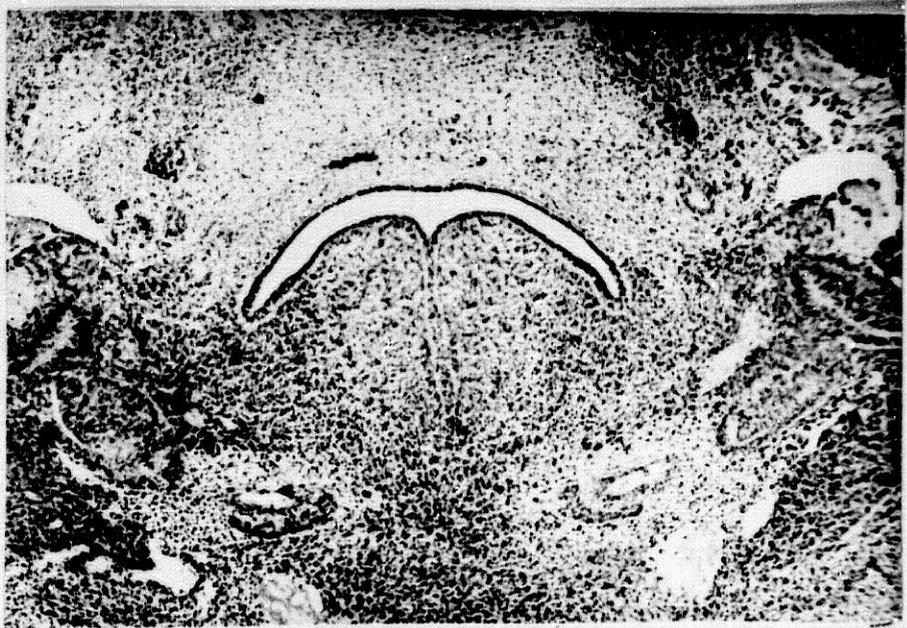


Figura n° 272

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCII

Figura nº 274.- Sección a nivel de la cúspide del cuarto arco aórtico. (Preparación 50/5. Coordenadas 36,8-101. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1a/16).

Figura nº 275.- Ampliación de la figura anterior. La cadena cromafínica, cromafínica, situada detrás del cuarto arco aórtico, emite intermitentemente conglomerados hacia los márgenes externo e interno del mencionado arco. Del nervio vago, en cuyo margen posterior e interno se observan conglomerados cromafínicos, se desprende la yema del futuro nervio cardiovagal superior, que también tiene asociadas células cromafínicas. (Preparación 50/7. Coordenadas 19,5-101,8. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/7).



Figura nº 274



Figura nº 275

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCIII

Figura nº 276.- Sección a nivel del cuarto arco aórtico, que tiende a unirse con el del lado contralateral. (Preparación 51/5. Objetivo 10/0,30. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 20/17).

Figura nº 277.- El futuro cordón simpático sigue detrás del margen posterior del cuarto arco aórtico. Próximo a él y por los márgenes laterales externo e interno, se observan dos nuevos conglomerados de células cromafínicas. El nervio vago y la vena cardinal detrás se sitúan en el margen lateral externo del arco, con infiltraciones neuroblásticas. El nervio cardiovagal superior avanza hacia delante y hacia la línea media con algunas infiltraciones neuroblásticas. Ampliación de la figura anterior. (Coordenadas 36,3-101. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/9).

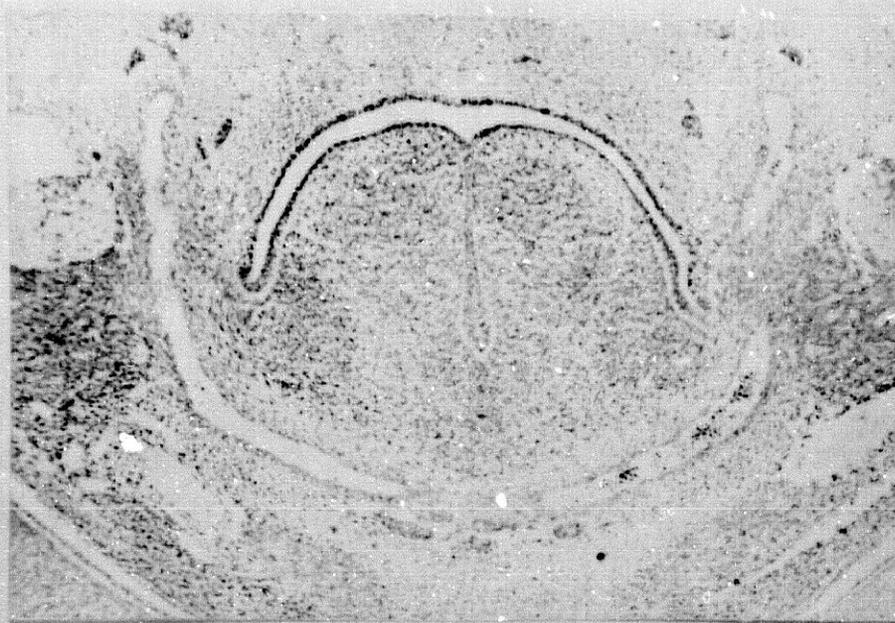


Figura nº 276



Figura nº 277

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCIV

Figura nº 278.- Sección a nivel de la cuarta bolsa faríngea.
(Preparación 52/5. Objetivo 10/0,30. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 20/13).

Figura nº 279.- Ampliación a nivel inmediato inferior.
Insinuándose el sexto arco aórtico. La cadena cromafínica, disminuye de tamaño, continua en igual posición. Los conglomerados cromafínicos internos están entre la aorta dorsal y el brote de la cuarta bolsa faríngea. Por el margen externo existen escasas concentraciones; en su mayoría se encuentran por el margen posterointerno del vago. Los nervios cardiovagal superiores, con conglomerados cromafínicos, sigue su marcha hacia delante y dentro. (Preparación 52/4. Coordenadas 44,5-102. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/11).

Figura nº 280.- Sección por debajo del sexto arco aórtico.
Aumento de volumen de la cadena cromafínica. Los conglomerados cromafínicos internos tienden a hacerse anteriores a la aorta dorsal, para unirse con los externos. Por el lado externo aparecen nuevos y gruesos conglomerados cromafínicos. El nervio vago tiende a penetrar entre las dos ramas del sexto arco aórtico para dar el nervio recurrente. La rama cardiovagal superior en el margen lateral derecho del saco aórtico. (Preparación 53/1. Coordenadas 69,8-102,4. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/12).



Figura nº 278



Figura nº 279



Figura nº 280

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCV

Figura nº 281.- Sección por debajo del sexto arco aórtico. Aparición del origen del recurrente que se trifurca. (Preparación 55/4. Coordenadas 45-101.5. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1a/21).

Figura nº 282.- Ampliación de la figura anterior. Trifurcación del recurrente en ramas: posterior, media y anterior. La cadena cromafínica disminuye su concentración celular pero sigue aumentada de volumen. Conglomerados cromafínicos escasos por el margen externo de la aorta posterior, y mayores en número y concentración por el margen interno y en dirección al nervio recurrente. (Coordenadas 45,2-102. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/17).

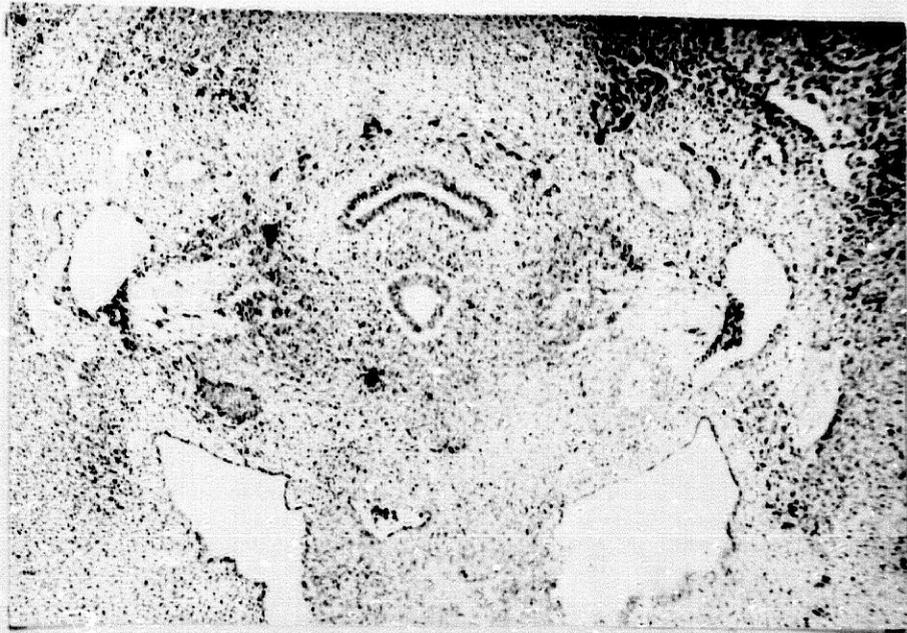


Figura nº 281



Figura nº 282

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCVI

Figura nº 283.- Sección a nivel del origen del nervio recurrente a nivel inferior a la figura anterior. (Preparación 56/3. Coordenadas 53-101,2. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1a/31).

Figura nº 284.- Ampliación de la figura anterior. La cadena cromafínica apenas da efusiones celulares. Los ramos anteriores del recurrente, tienden a aproximarse por mesocardio arterial a la zona de origen de los grandes vasos, donde se encuentran células cromafínicas difusas y vestigios de terminales nerviosos. (Coordenadas 53-101,5. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/26).

Figura nº 285.- Sección a nivel del ductus arterioso y origen de la arteria pulmonar derecha. Concentración de las fibras del nervio vago, finalizada la emisión del recurrente. (Preparación 57/2. Coordenadas 61-100. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1b/7).

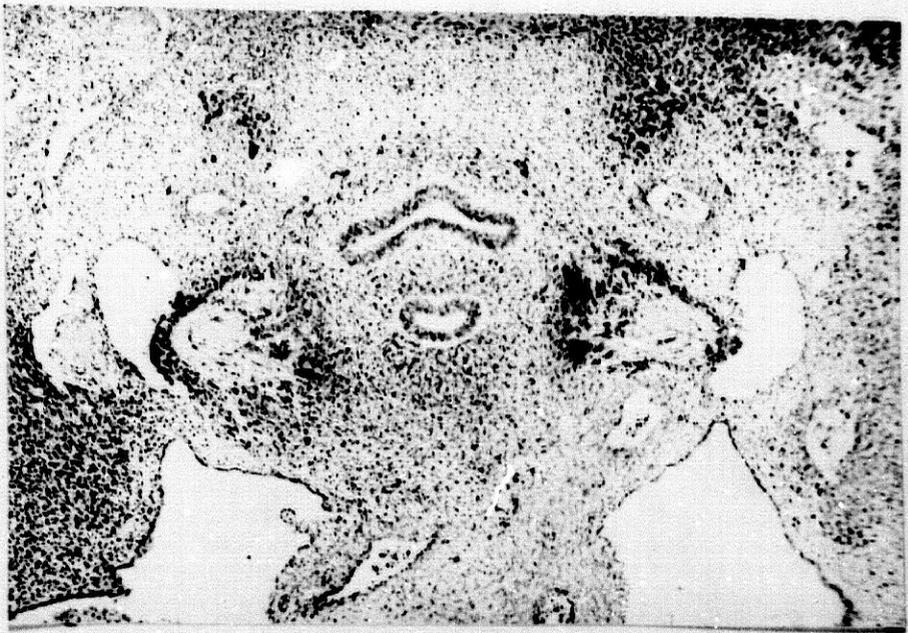


Figura nº 283

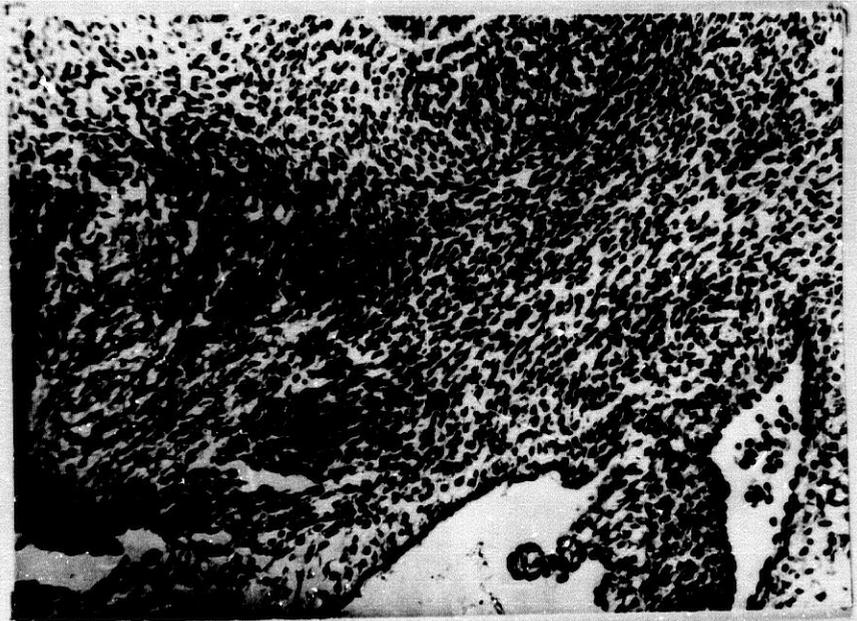


Figura nº 284



Figura nº 285

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCVII

Figura nº 286.- Ampliación de la figura 285. Se observan pequeñas ramitas seccionadas transversalmente de los nervios cardiovaginales, ya mixtos con infiltraciones neuroblásticas del plexo prebronquial. (Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1f/34).

Figura nº 287.- Sección inferior al área de desaparición del meso arterial y empiezan a organizarse los mesos venosos. A partir del vago derecho empiezan a originarse nuevos brotes vagales. Los superiores se han integrado en el plexo prebronquial. (Preparación 61/5. Objetivo 10/o,30. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 17/7).



Figura nº 286



Figura nº 287

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiovaginales y Simpáticos Derechos.

LAMINA XCVIII

Figura nº 288.- Area de desembocadura del conducto de Cuvier derecho en el seno venoso. Los ramos cardiovasculars inferiores, difíciles de seguir y con infiltraciones cromafínicas se encuentran en la zona nodular sinoatrial. Las superiores incluidas en el plexo prebronquial. (Preparación 66/7. Coordenadas 23-99. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1b/20).

Figura nº 289.- Sección a nivel de la bifurcación del árbol bronquial. Se observan pequeñas fibras nerviosas e infiltraciones cromafínicas en el mesocardio venoso posterior. (Preparación 69/7. Coordenadas 18,5-102,5. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1b/29).

Figura nº 290.- Aumentan las infiltraciones cromafínicas junto a las áreas cardiacas del futuro tabique interauricular y origen de las venas pulmonares. (Preparación 70/6. Coordenadas 29-102,5. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1b/31).

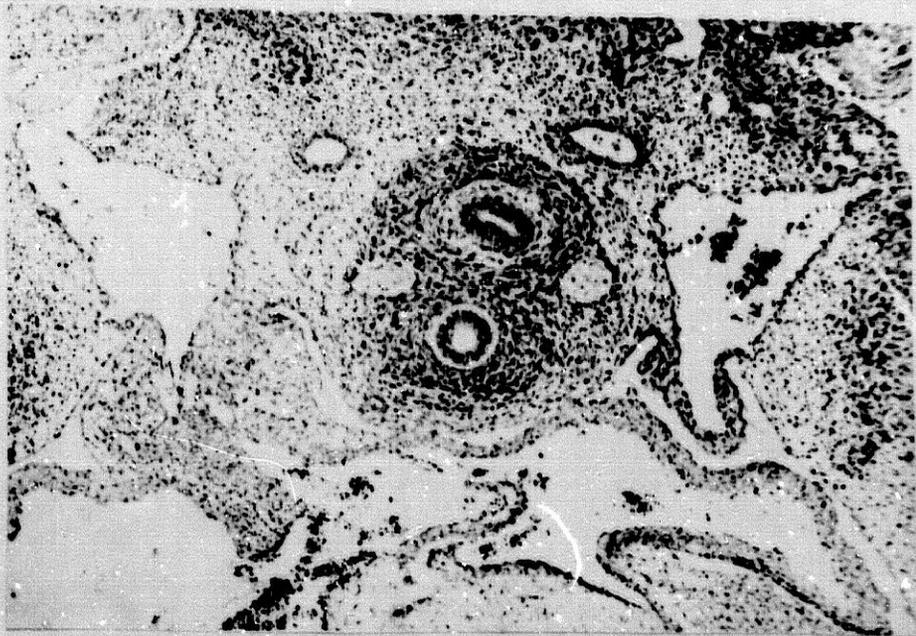


Figura n^o 288

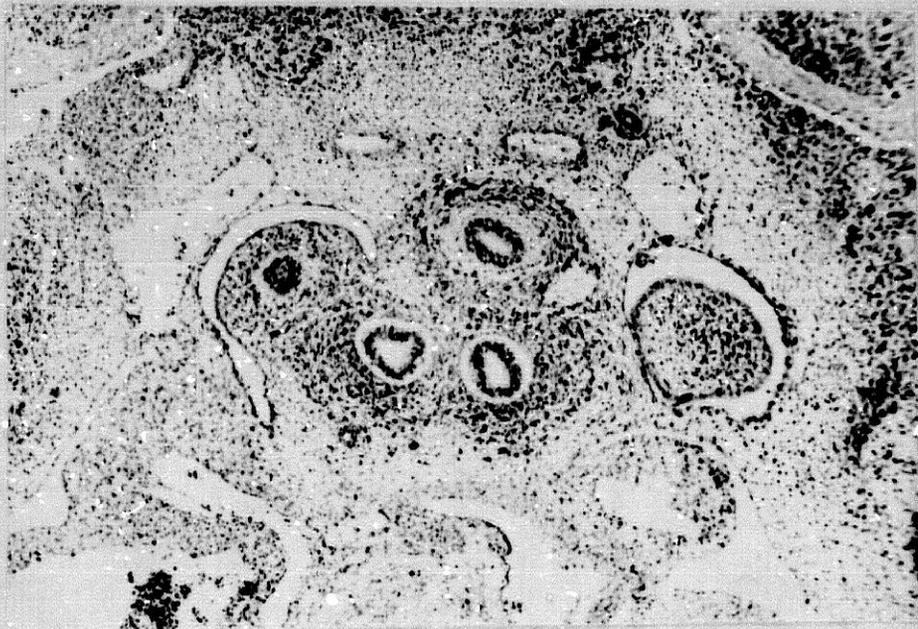


Figura n^o 289



Figura n^o 290

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiacos Vagales y Simpáticos Izquierdos.

LAMINA XCIX

Figura nº 291.- Sección del embrión a nivel de la faringe. En el ángulo izquierdo de esta y en plano posterior se observa un ganglio nodoso. En el margen interno de este, la arteria cefálica izquierda; y detrás pequeños conglomerados cromafínicos de la futura cadena simpática. (Preparación 44/2. Coordenadas 58-101. Objetivo 4. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/1).

Figura nº 292.- Visión a mayores aumentos de la figura anterior de los elementos citados en ella. (Coordenadas 58,5-100,8. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/2).

Figura nº 293.- Sección a niveles inmediatos inferiores a la figura anterior, que secciona la cúspide del tercer arco aórtico. El ganglio nodoso izquierdo presenta estructuras similares. A partir de la cadena cromafínica se ven salir difusiones celulares que se dirigen respectivamente a los márgenes externo e interno del citado tercer arco. (Preparación 45/2. Coordenadas 63,4-101. Objetivo 4. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/6).

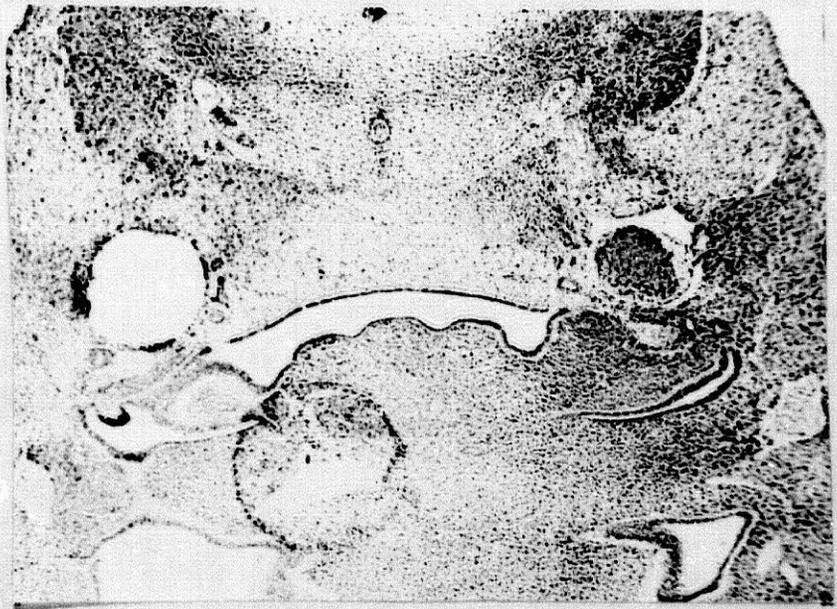


Figura nº 291



Figura nº 292

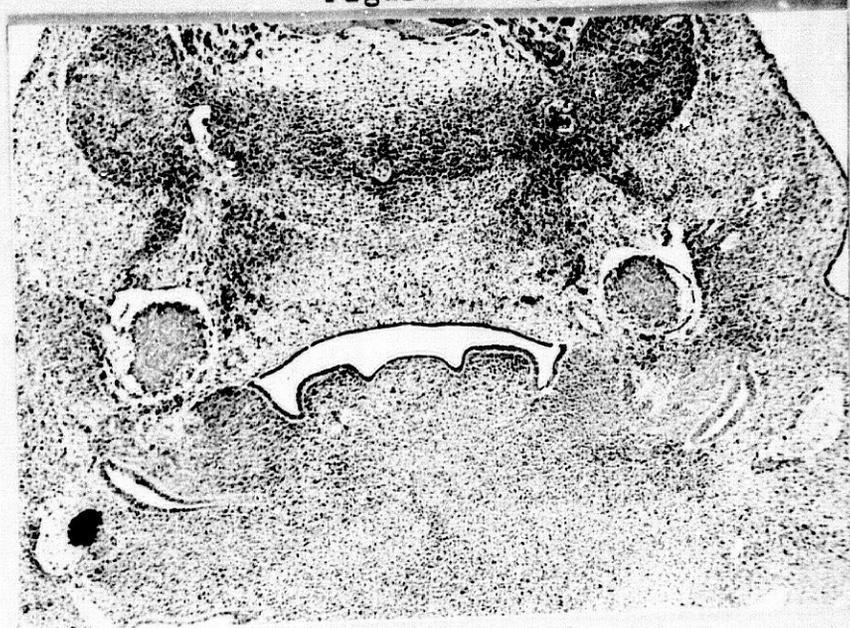


Figura nº 293

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardíacos Vagales y Simpáticos Izquierdos.

LAMINA C

Figura nº 294.- Ampliación de la figura anterior, para observar con más detalle los elementos nerviosos de nuestro estudio. (Coordenadas 65,5-100. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/7).

Figura nº 295.- Sección en plano inferior al tercer arco aórtico. Aumentan y se separan de la cadena las efusiones cromafínicas externa e interna, sobre todo las externas, que se dirigen hacia el vago. El ganglio nodoso adopta forma de semiluna sobre el espolón faríngeo del cuarto brote; la estructura de este es ya prácticamente fibrilar; y por su parte anterior e interna se forma un brote en zona con infiltraciones cromafínicas. (Preparación 48/6. Coordenadas 29,7-101. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/13).

Figura nº 296.- Sección a nivel del cuarto arco aórtico. La cadena cromafínica, de gran tamaño, sigue mostrando efusiones por los márgenes externo e interno de este arco en dirección al cardiovagal superior las externas y las internas al nervio recurrente. (Preparación 50/7. Coordenadas 19,2-100,8. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/17).

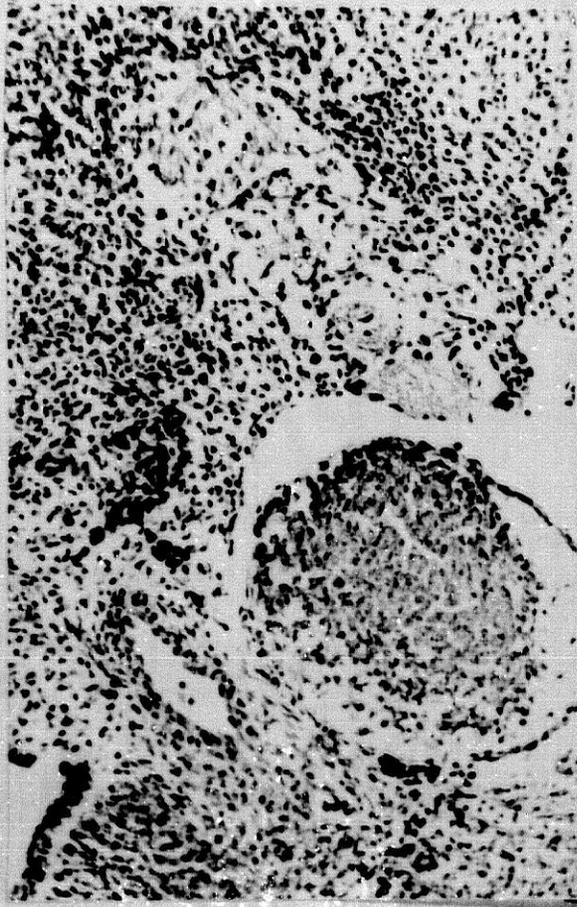


Figura nº 294



Figura nº 295



Figura nº 296

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiacos Vagales y Simpáticos Izquierdos.

LAMINA CI

Figura nº 297.- Sección en plano inferior al cuarto arco aórtico.

A partir de la cadena cromafín se forman nuevas efusiones externas e internas, de mayor tamaño que las anteriores, que se sitúan en ambos lados de la aorta dorsal. El vago continua en igual posición y las ramas cardiovagales y simpáticas superiores se confunden con las concentraciones del brote faríngeo. (Preparación 52/1. Objetivo 10. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 20/15).

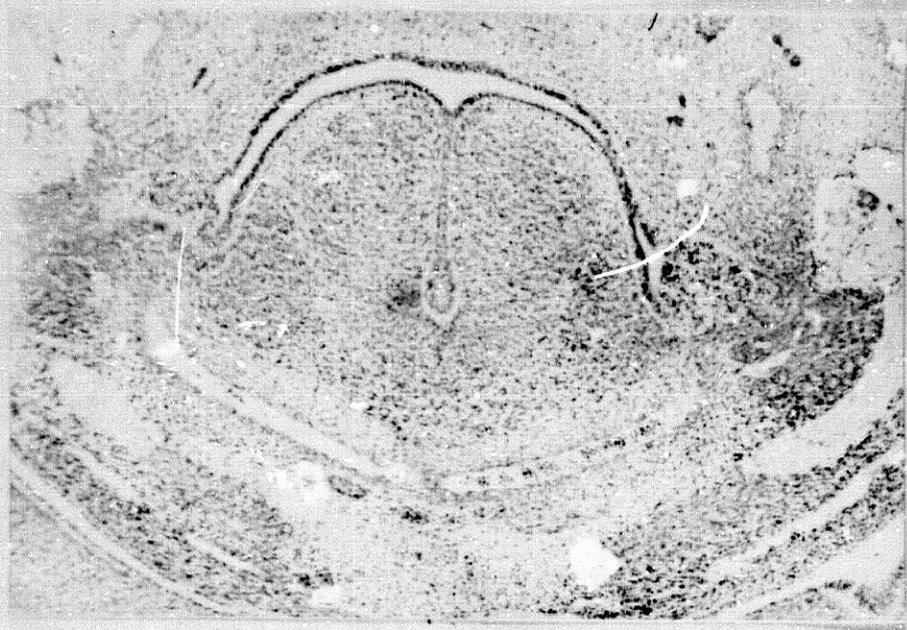


Figura nº 297

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiacos Vagales y Simpáticos Izquierdos.

LAMINA CII

Figura nº 298.- Sección a nivel del sexto arco aórtico. La cadena cromafínica sigue con gran tamaño; a partir de esta se originan nuevas efusiones celulares por los márgenes externo e interno de dicho arco. El nervio vago situado en el margen anteroexterno del sexto arco aórtico y el cardiovagal con las efusiones cromafínicas avanza hacia delante y adentro. (Preparación 52/4. Coordenadas 44,5-101,5. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/21).

Figura nº 299.- Sección tangencial a nivel del margen inferior del sexto arco aórtico. Iniciación del nervio recurrente a partir del vago. De la cadena cromafínica se siguen observando las grandes efusiones que avanzan hacia delante, las internas hacia el recurrente, y las externas hacia el vago. (Preparación 53/7. Coordenadas 19,8-102,3. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1c/24).

Figura nº 300.- Sección a nivel inferior del sexto arco aórtico. De la cadena cromafínica apenas se originan efusiones celulares. Las anteriores se fueron a planos anteriores: vago, recurrente y cardiovagal anterior. El nervio vago origina el recurrente que se trifurca en ramas anteriores, medias y posteriores. (Preparación 55/7. Coordenadas 20,5-101,2. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1a/24).

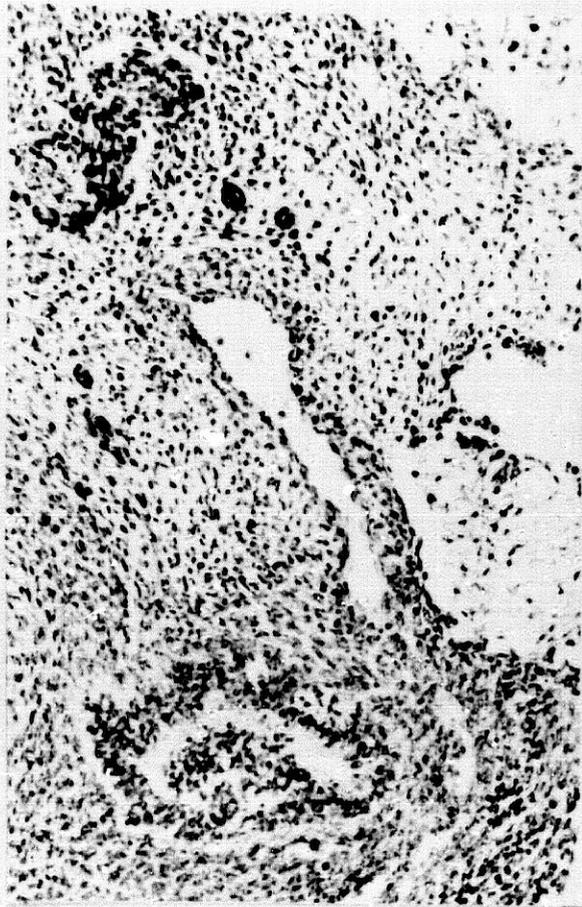


Figura nº 298



Figura nº 299

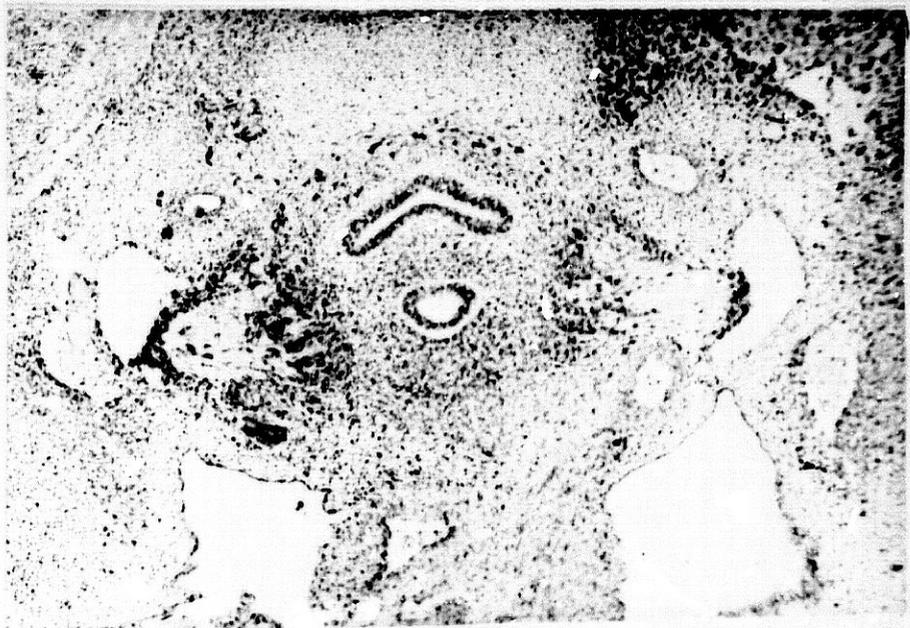


Figura nº 300

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiacos Vagales y Simpáticos Izquierdos.

LAMINA CIII

Figura nº 301.- Ampliación de la rama anterior del sexto arco, y hacia la parte interna el nervio cardio-vagal superior con infiltraciones cromafínicas. Del nervio recurrente salen ramas con infiltraciones cromafínicas para unirse a la anterior. En este área se inicia el plexo arterial con ramos procedentes del lado derecho. (Coordenadas 20,4-101. Objetivo 40. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1d/1).

Figura nº 302.- Area de desaparición del meso arterial. Iniciación del plexo pretraqueal mediante pequeñas secciones de nervios cardiovagales superiores y del plexo arterial. Del nervio vago se origina una yema infrarecurrente en dirección a la arteria pulmonar izquierda. (Preparación 60/2. Coordenadas 60,5-103. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1d/18).

Figura nº 303.- Area de desaparición del meso venoso izquierdo o de la vena oblicua; origen de filetes nerviosos escalonados para dicho meso y para la arteria pulmonar izquierda. (Preparación 63/3. Coordenadas 54-102. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1d/27).

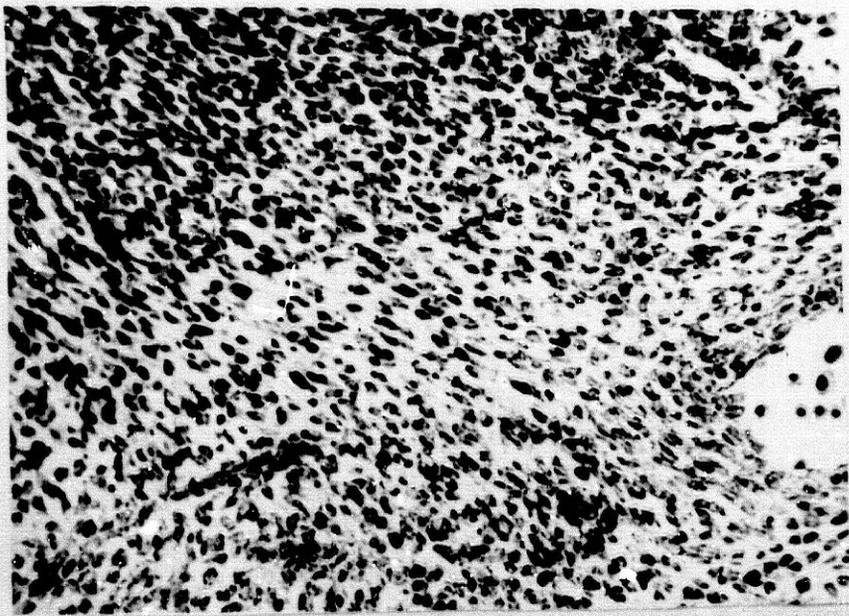


Figura n^o 301

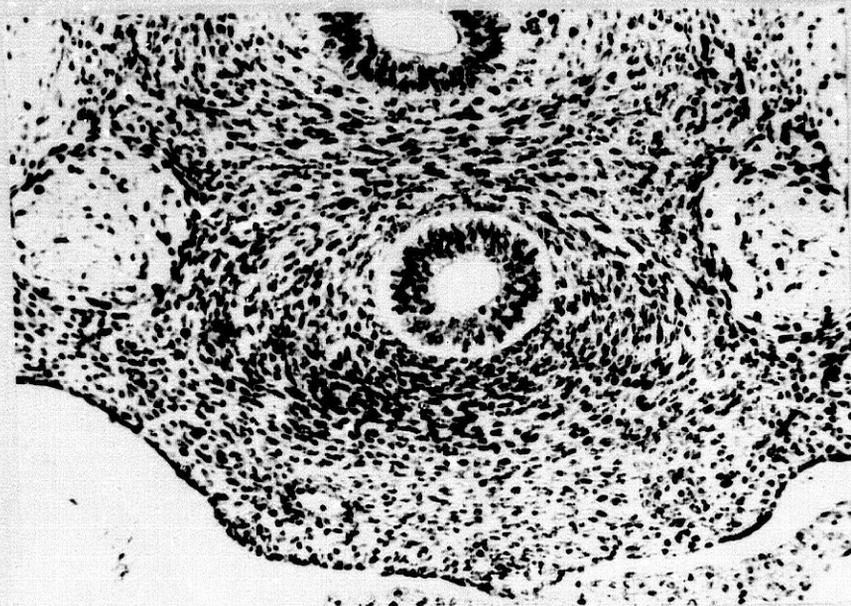


Figura n^o 302

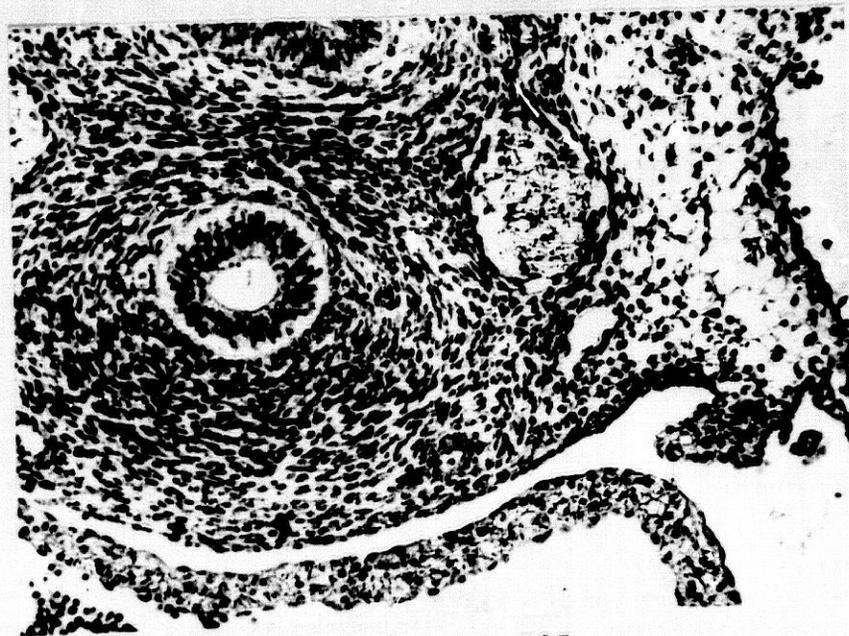


Figura n^o 303

EMBRION HUMANO JD-3 (10 mm.).

Ramos Cardiacos Vagales y Simpáticos Izquierdos.

LAMINA CIV

Figura nº 304.- Sección a nivel un poco más inferior al anterior corte, con ensanchamiento de la tráquea para generar los dos bronquios. Pequeños filetes nerviosos vagales por los márgenes externo e interno de la pulmonar izquierda. Plexo prebronquial con infiltración neuroblástica. (Preparación 67/7. Coordenadas 22,5-103. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1e/8).

Figura nº 305.- Los pequeños filetes nerviosos que marginaban la arteria pulmonar, se dirigen hacia delante y mediales para unirse al plexo prebronquial; y hacia delante y fuera caminando hacia el meso de la vena oblicua. (Preparación 68/7. Coordenadas 20-100,5. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1e/12).

Figura nº 306.- Plexo prebronquial con grandes infiltraciones neuroblásticas en las zonas de contacto del corazón con la pared posterior (región del surco interauricular y posterior de las venas pulmonares y seno coronario). (Preparación 60/6. Coordenadas 28,8-103,8. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1e/17).

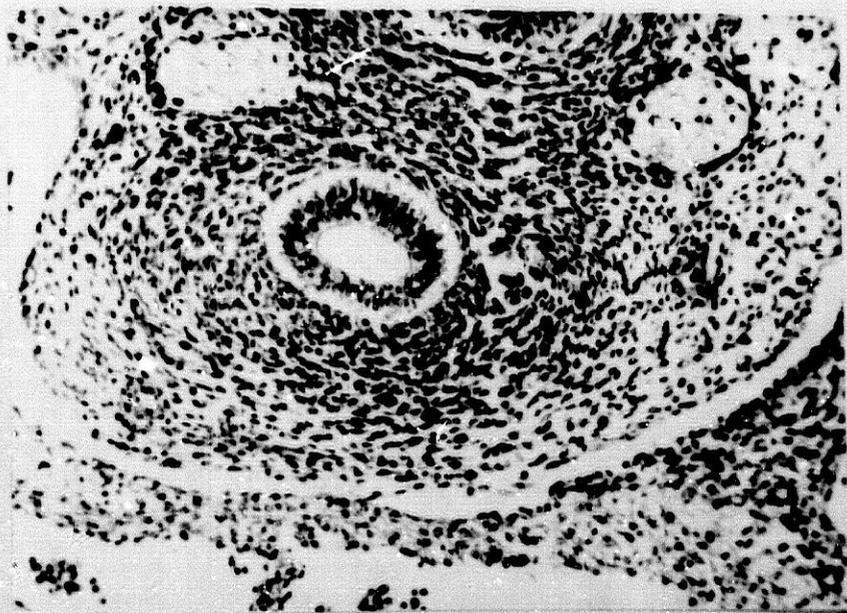


Figura n^o 304

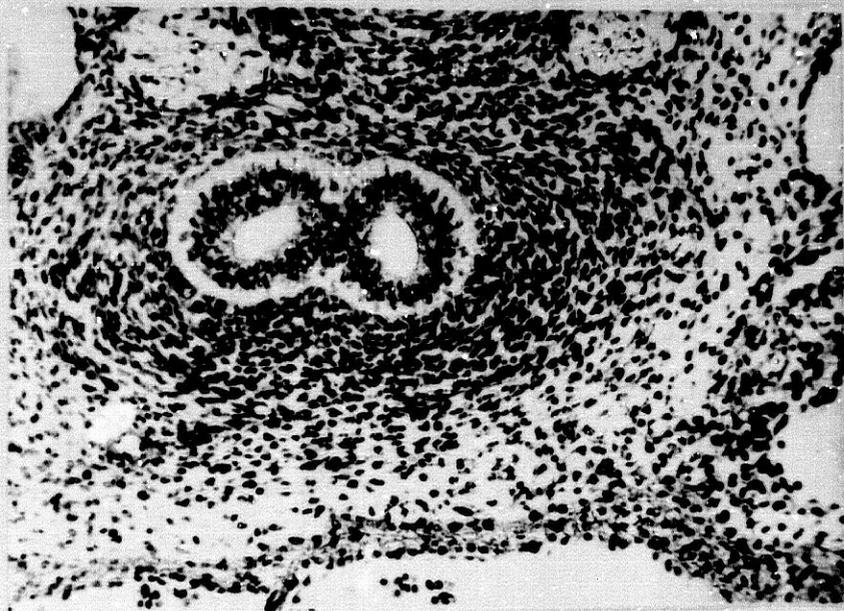


Figura n^o 305

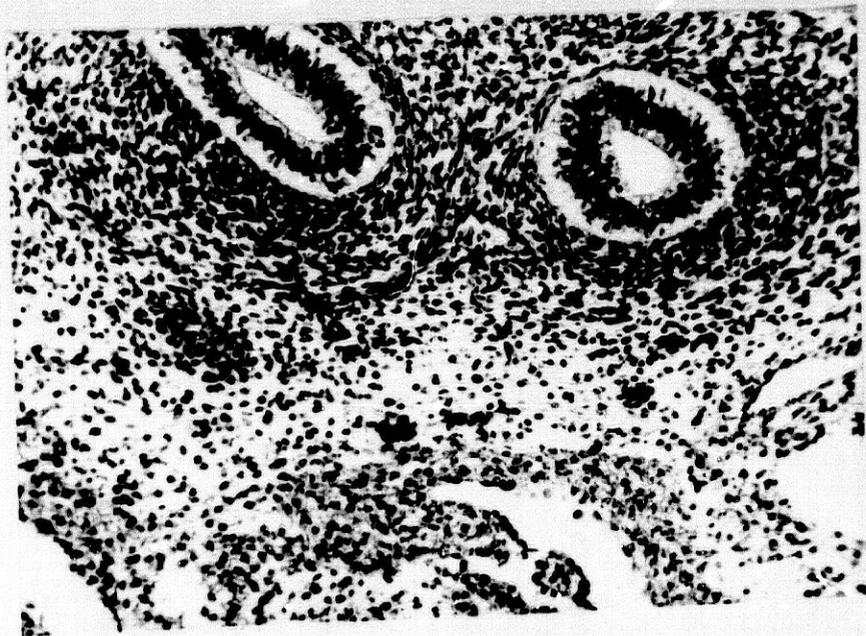


Figura n^o 306

EMBRION HUMANO JD-8.

CARACTERISTICAS GENERALES.-

Tamaño: 6 mm.

Edad aproximada: 32 días.

Estadio O'Rahilly: 14.

Cortes: Transversales de 14 micras.

Tinción: Hematoxilina - V.O.F.

En este embrión, de 6 mm. de longitud, han desaparecido los dos primeros arcos arteriales, el cuarto arco está muy desarrollado y el sexto arco es muy rudimentario, observándose sólo algunos esbozos arteriales.

En el tronco y cono cardiaco se aprecian, en este estadio, la formación de las crestas correspondientes para su bifurcación, pudiéndose delimitar las áreas de las futuras arterias aorta y pulmonar.

En el ventrículo primitivo empieza a aparecer las almohadillas endocárdicas dorsal y ventral, para la separación de este con las aurículas; por otra parte, con la septación iniciada en el estadio anterior, ya hay inicio de separación del ventrículo izquierdo del derecho y, con las almohadillas dichas, las comunicaciones aurículoventriculares correspondientes; no obstante, entre ambas almohadillas queda un espacio lineal. Se aprecia ya muy desarrollada la válvula venosa izquierda. El septum interauricular se halla también muy desarrollado y grueso.

En la aurícula derecha se observa la desembocadura de los vasos correspondientes a esta fase; y en la izquierda se inicia

la vena pulmonar primitiva como un grueso tronco.

En cuanto a la estructuración cardiaca, la capa endocárdica sigue muy delgada; la primitiva capa gelatinosa se encuentra fuertemente infiltrada de células; el epicárdico visceral se continua dorsalmente con el pericardio parietal.

El meso dorsal de este pericardio, roto ya en el estadio anterior, permite la aparición de dos mesos, uno en la zona truncal, en el área de aparición de los arcos arteriales; y otro dorsal en el área correspondiente al tabique interauricular y la salida de la vena pulmonar primitiva. Se observan también dos pequeños mesos laterales, no cardiacos, sino que unen a la vena cardinal un poco antes de su contacto con los cuernos derecho e izquierdo del seno venoso. Por la zona de los mesos cardiacos, entre las dos hojas epicárdicas, se observa penetra dentro de las estructuras cardiacas de las zonas limítrofes células mesenquimatosas indiferenciadas. Algunas células muy afines por los colorantes y elementos nerviosos del vago, como veremos.

Troncos y Ramas Vagales:

En este embrión, dado su enrollamiento, las secciones más cefálicas en que aparecen los ganglios vagales muestran un plano en que la parte dorsal secciona la médula espinal a un nivel cervical, precisamente en la zona en que se unen las arterias cefálicas a la aorta común, que aparece en bisel (LAMINA CV, Figura 307). En cambio, por la parte anterior nos encontramos los elementos de la base del cráneo, por debajo de la masa encefálica, y en la zona media la notocorda cefálica; lateralmente, a uno y otro lado, está el sistema de los nervios de los pares craneales V, VII, VIII, IX y X; pero además, este plano de sección anteroposterior muestra una ligera inclinación

lateral, de tal manera que cuando la vesícula ótica está desapareciendo en el lado derecho, en el izquierdo está más acentuada; por tanto, los elementos en el lado izquierdo están seccionados en un plano más superior a los del lado derecho.

Concretándonos a los elementos de nuestro estudio (LAMINA CV, Figura 307), nos los encontramos en la posición y con las diferencias siguientes: en el lado izquierdo la sección muestra el tronco del vago en el espacio comprendido entre los ganglios superior o yugular y el inferior (nodoso o plexiforme). Este tronco se encuentra en la parte lateral externa del arco de la vena cardinal superior; en tanto que delante de él y separado por dicho arco venoso, el cual forma una curvadura en S entre ambos elementos, se encuentra el ganglio inferior del IX par. En la derecha, el mencionado arco venoso está seccionado en dos porciones: por delante de la porción posterior se encuentra la sección de la parte más superior del ganglio nodoso, constituido por un núcleo de células neuroblásticas central, rodeado periféricamente por fibras nerviosas; en frente y anterior a él, por detrás de la porción anterior del arco de la vena cardinal está situado el ganglio inferior del glossofaríngeo, en su porción inferior, ya que en cortes sucesivos desaparecen los conglomerados neuroblásticos de este ganglio y son sustituidos por elementos fibrilares.

Con este desnivel de sección, en cortes más inferiores, cuando se secciona la porción superior del tubo digestivo anterior (LAMINA CV, Figura 308), en el lado izquierdo aparece la sección de aproximadamente la porción media superior del ganglio plexiforme; en cambio, en el derecho aparece su porción media inferior.

En cortes más inferiores (LAMINA CV, Figura 309), en el neumogástrico van desapareciendo los grupos neuroblásticos,

quedando una masa fibrilar más o menos compacta en ambos lados, aunque en el lado izquierdo siguen existiendo algunos conglomerados celulares. Este nervio va a estar limitado, por delante, por la vena cardinal superior y por detrás del segmento arterial del IV arco aórtico, que se sitúa detrás de la última bolsa faríngea.

Ahora bien, en la zona en que la cuarta bolsa faríngea se pone en contacto con la hendidura ectodérmica correspondiente (LAMINA CV, Figura 310), aunque los nervios neumogástricos poseen una situación topográfica similar a la indicada, los primitivos cordones nerviosos compactos en ambos lados empiezan a desdoblarse en varias ramas (LAMINA CVI, Figuras 311 y 312). Este hecho hace que, posteriormente, en cortes sucesivos inferiores, se vaya dificultando el seguimiento de vago, máxime debido a que también van a ocurrir proliferaciones celulares en los elementos branquiales ecto y endodérmicos para dar lugar a la correspondiente glándula, tiroides lateral y paratiroides IV.

En cortes más inferiores, cuando a partir del tubo digestivo se origina el desdoblamiento del brote bronquial (LAMINA CVI, Figura 313), y durante todo el trecho desde el anterior plano a este, las relaciones y estructuraciones del nervio vago van a ser similares a las indicadas: por la parte anterior se encuentra el margen posterior de la arteria del IV arco aórtico; por la parte posterior la vena cardinal posterior; y por dentro está el mesénquima condensado que rodea al tubo digestivo y brote bronquial. Precisamente en esta zona y para ir suministrando inervación a los elementos viscerales neoformados, el nervio vago queda desdoblado en múltiples ramas (LAMINA CVII, Figuras 314 y 315). Estas ramas a mayores aumentos aparecen como vesículas, en alguna de las cuales se observa la estructuración fibrilar. Por lo tanto, las primeras efusiones del neumogástrico aparecen a nivel del brote bronquial últimamente analizado.

En planos inferiores, cuando se ha separado el tubo digestivo del brote bronquial (LAMINA CVII, Figura 316), y el saco aórtico está próximo a recibir la llegada de los arcos braquiales III y IV, sobre todo el III, se puede considerar como zona de inicio del meso arterial cardíaco. A ambos lados, los nervios vagos se encuentran situados entre el extremo anterior de la porción posterior de la vena cardinal superior, por detrás y por delante la sección del IV arco, limitados por dentro por el espacio comprendido entre tubo digestivo y árbol bronquial. En esas zonas se encuentran los nervios vagos a cada lado, siguiendo desdoblados en múltiples ramas (LAMINA CVIII, Figuras 317 y 318), como anteriormente indicamos; entre estas ramas se observarán algunas infiltraciones de células cromafines, a partir de las cuales parece ser salen ramitas que se dirigen por la parte externa de la sección del IV arco aórtico, aunque la mayoría aún se quedan en la cara posterior, como hemos dicho.

Si se sigue descendiendo en cortes más inferiores (LAMINA CVIII, Figura 319), cuando ya se secciona el saco aórtico en el área de desembocadura del IV arco, y el pericardio delimita exteriormente a ambos elementos, el meso cardíaco se va haciendo más delgado. Los elementos nerviosos vagales se encuentran en una situación análoga (LAMINA CVIII, Figura 320 y LAMINA CIX, Figura 321), si bien podemos indicar que junto a ellos se encuentran mayores infiltraciones de elementos celulares cromafines (probables neuroblastos). Las ramas vagales se encuentran más concentradas y las ramas desprendidas para el corazón se sitúan en las áreas laterales externas de los IV arcos aórticos. Estos ramitos son muy difíciles de seguir por su pequeño calibre, apareciendo como pequeños tubos cortados transversalmente en las citadas áreas.

La zona anteriormente indicada se encuentra próxima a la desaparición del meso arterial. En cortes inferiores próximos

aparecen seccionados los pedículos laterales y el saco aórtico queda prácticamente independiente dentro de la cavidad pericárdica, unido al mediastino anterior por un pequeño meso que pronto desaparecerá. Ante tales circunstancias, los troncos principales de los nervios vagos de ambos lados (LAMINA CIX, Figuras 322 y 323), junto con infiltraciones neuroblásticas, quedan a los lados del bloque visceral mediastínico, en el límite aproximado de separación entre los mesénquimas peridigestivo y peritraqueal; en tanto que las ramitas de los nervios cardiacos están situadas en las márgenes laterales del saco arterial, con tendencia a irse hacia la zona anterior.

De esta manera, cuando en el tronco arterioso, con la aparición de los espolones espirales (LAMINA CIX, Figura 324) tiende a dividirse en los dos troncos arteriales pulmonar y aorta, la mayor parte de los elementos nerviosos se sitúan entre las venas cardinales y la arteria pulmonar. En estas secciones las ramas vagales principales, situadas como venimos diciendo en la zona bronquiesofágica, vuelven a concentrarse más, para iniciar sus ramificaciones un poco antes de la aparición de los mesos venosos.

Pues bien, una vez terminado el meso arterial, cuando empiezan a esbozarse las cavidades pleural (posterior) y pericárdica (anterior) (LAMINA CX, Figura 325), se forman unos mesos venosos laterales en los espacios comprendidos entre ambas cavidades, los cuales también están delimitados externamente y por la zona posterior por las venas cardinales superiores. Precisamente, próximamente a la zona de implantación de dichos mesos, áreas laterales del mediastino, es donde se concentran las fibras vagales (LAMINA CX, Figuras 326 y 327), delante de la citada vena cardinal, quedando el vago izquierdo más posterior y el derecho más anterior. Precisamente en este área se observan desflecamientos de las fibras vagales, de las cuales unas tienden

a situarse en el espacio comprendido entre el seno venoso y el pericardio, por su parte interna; y en ambos lados, además, algunas fibras avanzan por delante de las formaciones bronquiales con dirección hacia el espacio interbronquial, si bien en estas secciones aún no han alcanzado dicho espacio, quedando situadas las más anteriores frente a los márgenes anteroexternos de los bronquios.

De estos dos tipos de fibras indicados, las externas, que se situaban hacia el margen externo del seno venoso, constituirán, parte de ellas, fibras de tipo pericardial (pericardio visceral) y el resto (LAMINA CX, Figura 328 y LAMINA CXI, Figura 329), van a parar al corazón, cuando el conjunto de las venas cardinales anterior y posterior se fundan, dando lugar a los conductos de Cuvier, en la zona de desembocadura de estos en los cuernos correspondientes del seno venoso. En planos inmediatamente inferiores a dicha área comienza a formarse el meso venoso posterior, en el que los elementos nerviosos presentan las siguientes características:

Cuando se inicia el meso venoso (LAMINA CXI, Figura 330), este lo hace entre la zona correspondiente a la porción media del mesénquima prebronquial y la parte retroauricular de la zona de división de ambas aurículas derecha e izquierda; área cardiaca a partir de la cual se inicia el primitivo tabique interauricular. A este nivel los nervios vagos derecho e izquierdo se localizan entre el esófago y los bronquios correspondientes, si bien sus fibras no forman paquetes condensados. En el área del meso (LAMINA CXI, Figura 331) sólo se observan elementos vesiculares, los cuales pudieran ser ramificaciones nerviosas del plexo prebronquial; así como también existen junto a vestigios arteriales, probablemente del IV arco aórtico, algunas condensaciones de células más cromafines que las del resto de la zona, las cuales suponemos pueden ser de futuras masas

neuroblásticas. También se observa en el límite de aparición entre la aurícula y el tejido prebronquial como penetran en la zona del tabique cardiaco células indiferenciadas, así como algunas de las células neuroepiteliales dichas con mayor afinidad por los colorantes.

En zonas más inferiores (LAMINA CXII, Figuras 332 y 333), cuando a partir de la aurícula izquierda y dentro del citado meso venoso se inicia la formación de la vena pulmonar, el meso venoso que venimos analizando tiene tendencia a aumentar de volumen y dirigirse hacia la izquierda, abarcando toda la zona cardiaca correspondiente a dicha vena. En dicha zona nos encontramos con una estructuración similar a la analizada en el corte anterior, si bien las condensaciones neuroectodérmicas y los elementos vesiculares se hallan en mayor abundancia desviados hacia la izquierda, situados posteriormente al origen de la vena pulmonar.

En planos más inferiores, cuando el conducto de Cuvier izquierdo va a desembocar en el corazón, no hemos podido precisar masas neuroblásticas ni elementos fibrilares debido, en parte, al grado de indiferenciación de los tejidos y, sobre todo, a la dirección de la sección del corte que abarca órganos infratorácicos (Hígado).

Troncos y Ramos Simpáticos:

Si analizamos los troncos de la futura cadena simpática en sentido descendente y a partir del tercer arco arterial, nos encontramos que a nivel de dichos arcos (LAMINA CV, Figura 307), el tronco de dicha cadena está poco acentuado y el proceso migratorio a partir de ella es pequeño. Esto ocurre tanto en el lado derecho como en el izquierdo y menos acentuado en el lado izquierdo que en el derecho debido a la oblicuidad del corte, según indicamos anteriormente.

Conforme vamos descendiendo, la migración de las células cromafínicas aumenta y estas se van a colocar entre el tercer arco arterial y la vena cardinal superior, llegando hasta próximos al área del margen interno del vago, aunque sin contactar con él, y algunos se aproximan a la vecindad del IX par. Esto ocurre, fundamentalmente, en el lado derecho y la migración todavía es muy ténue.

Cuando aparece, a partir de las aortas dorsales, el origen del cuarto arco aórtico (LAMINA CV, Figura 308), aumentan progresivamente las concentraciones celulares cromafínicas, situándose los mayores conglomerados entre el origen del citado arco aórtico y la vena cardinal, fundamentalmente en el lado derecho y menos acentuado en el izquierdo. En cortes sucesivos inferiores sigue aumentando el proceso de concentración en ambos lados y además algunas células cromafínicas se sitúan por delante de la aorta común, si bien, al principio, de una manera difusa; la concentración mayor se localiza en el margen posterior de la sección del cuarto arco aórtico, en el espacio comprendido entre este y la aorta común, estando limitado por fuera por el margen interno de la vena cardinal.

A partir de esta zona y en secciones más inferiores, la

citada concentración celular disminuye y sigue avanzando hacia adelante entre la cara interna de la vena cardinal y la externa del arco aórtico; situación en que la seguimos observando en cortes inferiores; ello nos indica que no avanza hacia adelante, sino que este proceso migratorio celular desciende siguiendo el trayecto fundamental del margen posterior del cuarto arco aórtico.

En secciones más inferiores, cuando la porción anterior del cuarto arco aórtico se sitúa junto a la parte inferior del ganglio plexiforme del X par, por su margen interno, detrás del cuarto arco se observan algunas concentraciones celulares cromafínicas difusas (LAMINA CV, Figura 309), sobre todo en el lado derecho, puesto que en el izquierdo, como venimos analizando, se retrasa por la oblicuidad del corte; y hay zonas en que algunas células cromafínicas se aproximan mucho al nervio neumogástrico, cuando ya han desaparecido prácticamente las neuronas del ganglio inferior. Las congregaciones celulares situadas entre el cuarto arco aórtico y la vena cardinal tienen tendencia a concentrarse; y además se van formando otras nuevas agrupaciones celulares en el espacio comprendido entre la aorta dorsal y el cuarto arco aórtico.

En cortes más inferiores, la agrupación celular que se concentraba mucho hacia el margen dorsal del cuarto arco aórtico, sigue en forma de cordón y los restantes elementos celulares cromafínicos entre la aorta y el cuarto arco aórtico siguen estando difusas. El citado cordón aumenta o disminuye de volumen debido a la mayor o menor concentración celular. Todos estos cambios ocurren a un nivel aproximado en que la cuarta bolsa faríngea entra en conexión con la placoda epitelial correspondiente.

A partir del citado nivel algunas de las células cromafínicas

citadas avanzan hacia adelante, situándose hacia el margen interno del cuarto arco aórtico, casi contactando con la farínge hacia el lugar de origen del pedículo de la cuarta bolsa faríngea; no obstante, la condensación cromafínica celular posterior continua contactando con la rama del vago y en el margen posterior del cuarto arco aórtico.

En el área en que el nervio vago se ramifica (LAMINA CV, Figura 310 y LAMINA CVI, Figuras 311 y 312), se siguen observando los elementos cromafines, pero en forma más difusa, dando la sensación de que sus células forman pequeños cordones que se adosan al margen posterior del desdoblamiento del vago. La otra concentración celular indicada está situada entre el arco aórtico y la farínge.

A partir de la indicada zona y analizando niveles embrionarios inferiores, las características que presentan los elementos cromafínicos de nuestro estudio son las siguientes: en la zona posterior de la aorta se sigue observando la cadena en forma de cordón celular, con elementos fibrilares periféricos, como una masa compacta pero aún de mediano calibre (LAMINAS CVI y CVII, Figuras 313, 314 y 315). Lateral a la aorta las difusiones de células cromafínicas son escasas y un poco más acentuadas las que se encuentran en el margen anterior de dicha arteria. En cuanto a las difusiones de áreas más anteriores, los elementos cromafínicos se unen con las ramas del vago, y, en algunas zonas, al hacerse más difusas se hace bastante difícil su seguimiento. En cambio, se encuentran un poco más marcados los elementos cromafines situados entre la porción anterior de los arcos aórticos y la farínge. Estos últimos, en planos más inferiores, se sitúan en áreas más anteriores, aproximándose a las ramas del III arco y en el área comprendida entre este y el IV. En estas áreas indicadas empieza a desdoblarse el primitivo tubo digestivo del aparato respiratorio.

En secciones más inferiores, cuando ya se encuentra totalmente separado el tubo digestivo del sistema respiratorio y los arcos aórticos III y IV se van aproximando al saco aórtico (LAMINAS CVII y CVIII, Figuras 316, 317 y 318), siguen evolucionando los elementos cromafines que analizamos: las cadenas lateroaórticas aumentan de tamaño. Entre la aorta y el esófago se encuentran marcadas difusiones celulares cromafínicas, que en algunas áreas están más concentradas; difusiones que tienden a lateralizarse. Es más, comienza a partir de ellas y de la futura cadena simpática una nueva migración celular. El nervio vago, que está muy ramificado, parece recibir algunas células cromafines. Por la parte anterior del III arco aórtico, entre este y el cuarto, también se observan algunas difusiones cromafínicas próximas al saco aórtico.

En secciones inmediatas inferiores, cuando se funden los cuartos arcos aórticos de ambos lados, pero antes de unirse con el saco arterioso, el nervio vago da algunas ramificaciones que se difunden por la parte externa de dicho arco. En este área los terceros arcos aórticos no se observan.

Cuando se unen los cuartos arcos aórticos con el saco arterial, las células cromafines prearteriales se colocan junto a las fibras del vago por detrás del margen posterior del cuarto arco, y los restantes elementos presentan características similares. Hacia estos niveles empieza a desaparecer el meso arterial.

En cortes inmediatos inferiores, cuando ya ha desaparecido el meso arterial y se inicia la bifurcación del árbol respiratorio (tráquea y sus dos primitivos bronquios), los troncos cromafínicos simpáticos posterolateral se van haciendo cada vez más pequeños, e igualmente van siendo cada vez más escasas las difusiones celulares cromafínicas preaórticas. Los

nervios vagos se encuentran más concentrados y, por su parte interna, siguen observándose algunas células cromafínicas. Esto ocurre al principio, pero posteriormente el nervio empieza a dar ramas que se van hacia adelante por las partes laterales de los primitivos bronquios. A estas ramas se le agregan algunas células cromafínicas.

El vago se va ramificando más en estas áreas del primitivo desdoblamiento bronquial; ramas que se sitúan, unas, en zonas laterales y, otras, más anteriores.

En cortes un poco más inferiores, cuando la división bronquial está muy patente pero aún no se han iniciado las ramas secundarias de los bronquios y además se inician los mesos laterales, si nos referimos sólo ya a las ramas cardíacas y difusiones cromafínicas de nuestro estudio, se puede precisar que las ramas vagales se van haciendo, unas, más anteriores, y, otras, se quedan en posición lateral. Acompañando a dichas ramas se ven algunas difusiones de células cromafínicas, pero muy poco concentradas (LAMINAS CIX, CX, Figuras 324, 325, 326 y 327). De estas ramas nerviosas y difusiones cromafínicas, las más posteriores y laterales, siguen al meso de las venas cardinales; las anteriores, también junto con células cromafínicas, van avanzando para formar parte del plexo venoso.

Cuando en secciones embrionarias inferiores el asta derecha del seno venoso contacta con el conducto de desembocadura de las cardinales hacia el corazón, conducto de Cuvier, tiende a desaparecer el meso lateral (LAMINAS CX y CXI, Figuras 328 y 329) hasta que lo hace totalmente (LAMINA CXI, Figura 330). A partir de esos momentos, los ramos latero y prebronquiales que quedan, van a formar sólo parte del plexo prebronquial, que, al formarse el plexo venoso (LAMINA CXI, Figura 330) a través de este plexo inervará al corazón en las áreas correspondientes al surco

interauricular posterior (LAMINA CXI, Figura 331) y a la zona de origen de la primitiva vena pulmonar (LAMINA CXII, Figuras 332 y 333).

En estas últimas zonas anteriormente indicadas tiende a desaparecer la concentración de células cromafines laterales; en cambio en el área prebronquial se encuentran pequeñas células cromafínicas, muy difusas, integrando dicho plexo; células que llegan hasta la propia área cardiaca a través del pedículo venoso, invadiendo la zona de implantación del primitivo septum interauricular y la zona de origen de la citada vena pulmonar.

Conforme se desciende en las citadas áreas, el predominio de elementos nerviosos y células cromafínicas se va desviando desde el lado derecho del meso cardiaco, hacia el izquierdo, hasta agotarse en la zona en que el conducto de Cuvier izquierdo desemboca en la primitiva aurícula derecha.

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CV

Figura nº 307.- Sección de la base del cráneo y médula, a nivel de la zona de unión de las arterias cefálicas con la aorta común. . (Preparación 8-2/1. Coordenadas 70-108. Objetivo 4. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1/1).

Figura nº 308.- Sección a nivel de la porción superior del tubo digestivo. En lado izquierdo porción media superior del ganglio plexiforme. Lado derecho: Sección de la porción media inferior de dicho ganglio. (Preparación 9-1/9. Coordenadas 14,5-97. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1/10).

Figura nº 309.- Sección a niveles inferiores. Desaparición de los grupos neuroblásticos en ambos lados, aunque en el lado izquierdo quedan restos de conglomerados celulares. Los nervios quedan limitados entre la vena cardinal superior y el segmento arterial del cuarto arco. (Preparación 10/9. Coordenadas 13,5-97,4. Objetivo 10. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 1/30).

Figura nº 310.- Los nervios neumogástricos, con situación topográfica similar empiezan a desdoblarse en varias ramas. (Preparación 10-2/8. Coordenadas 20,5-108. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/1).

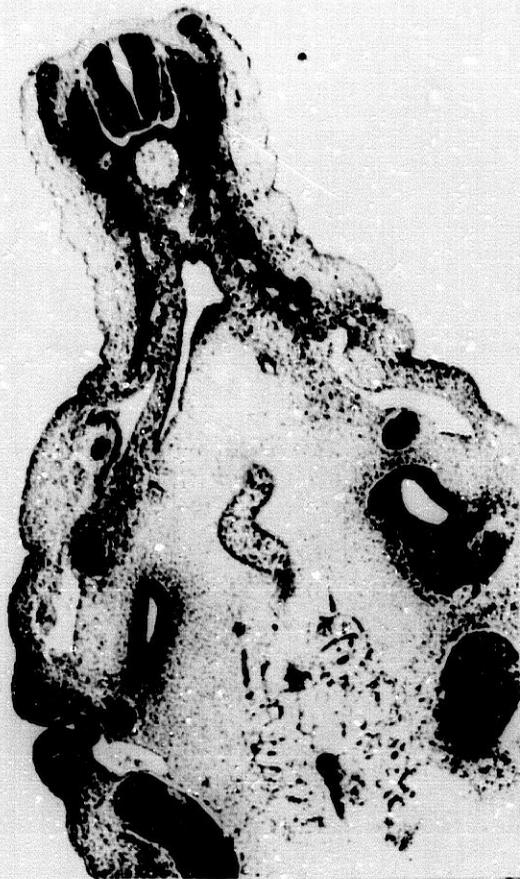


Figura nº 307

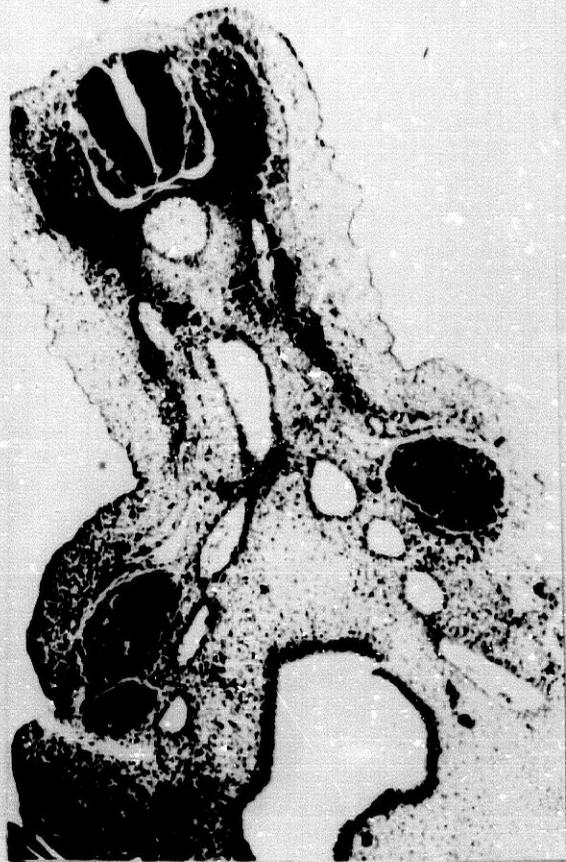


Figura nº 308

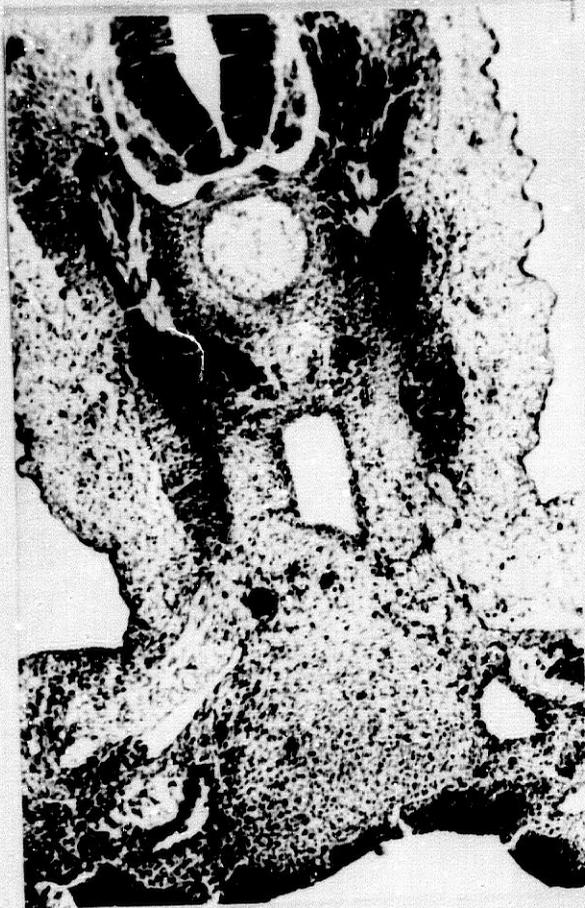


Figura nº 309

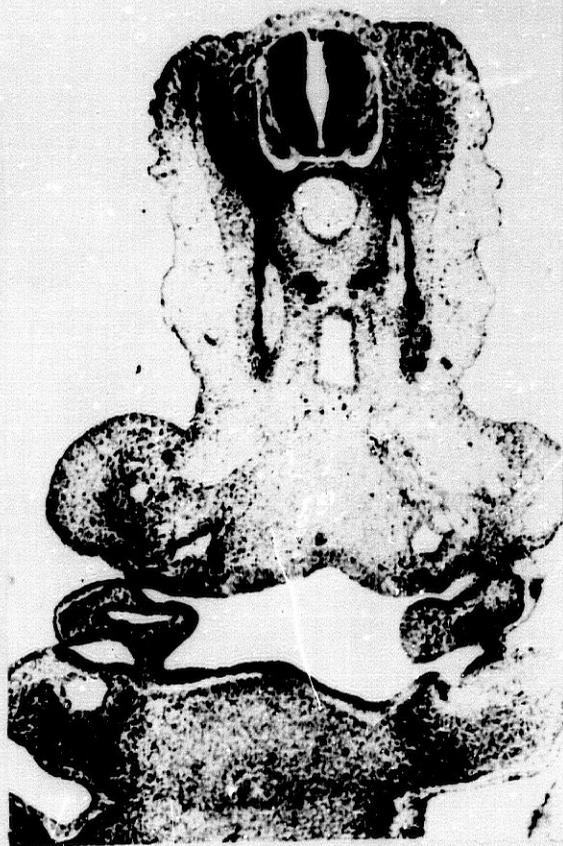


Figura nº 310

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CVI

Figura nº 311.- Ampliación del vago del lado izquierdo de la figura 310. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/2.

Figura nº 312.- Ampliación del vago del lado derecho de la figura 310. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/3.

Figura nº 313.- Sección a nivel del desdoblamiento del brote bronquial a partir del tubo digestivo. La topografía de ambos vagos es similar pero su desdoblamiento se acentua. (Preparación 11-2/2. Coordenadas 65,7-106,5. Objetivo 10. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/6).

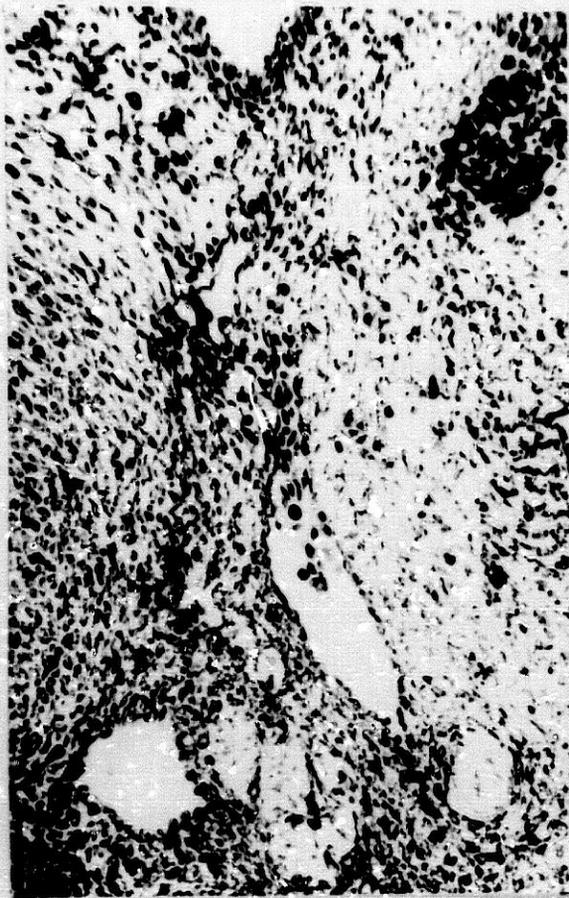


Figura nº 311



Figura nº 312

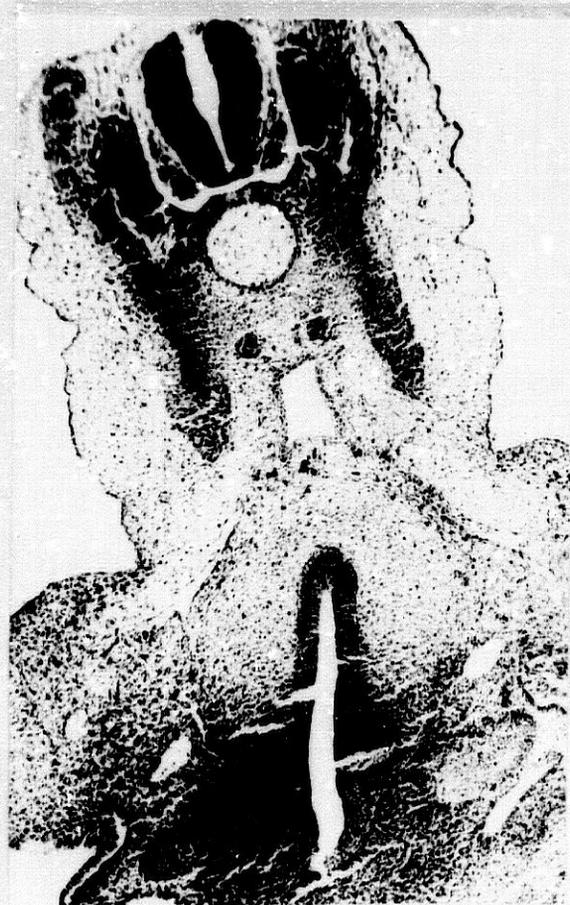


Figura nº 313

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CVII

Figura nº 314.- Aspecto multifascicular del nervio vago izquierdo de la figura 313, a mayores aumentos. (Objetivo 25. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/17).

Figura nº 315.- Aspecto fascicular del nervio vago del lado derecho de la figura 313, a mayores aumentos. (Objetivo 25. Cámara 2.5:2. Tubo vario 1.0. Film C 2/18).

Figura nº 316.- Sección a nivel de la separación del tubo digestivo del respiratorio. Los nervios vagos continúan en igual situación topográfica que en cortes anteriores, pero mayor su multiplicación en ramas. (Preparación 12-1/4. Coordenadas 50,2-97. Objetivo 10. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/31).



Figura nº 314



Figura nº 315

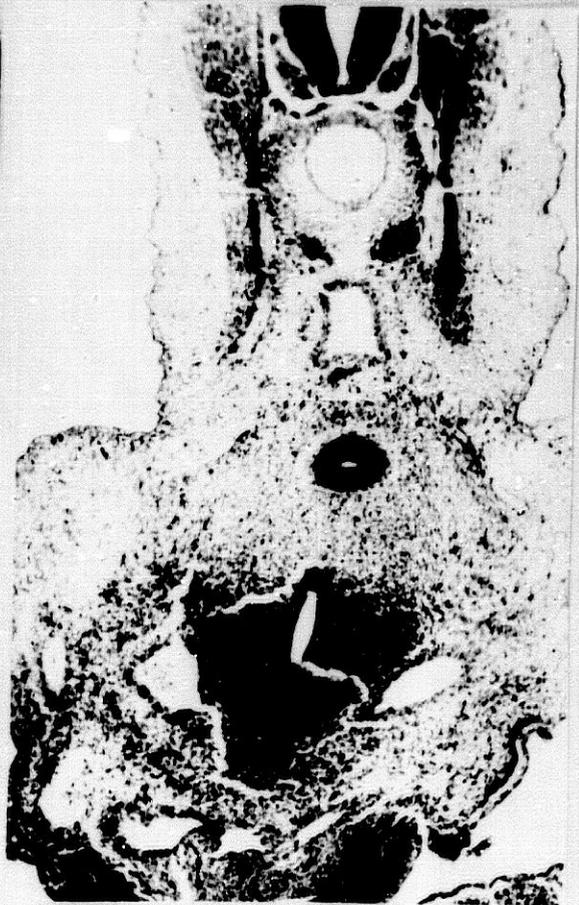


Figura nº 316

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CVIII

Figura nº 317.- Visión a mayores aumentos de las ramificaciones del vago izquierdo de la figura 316. Junto a las ramitas del nervio vago se ven abundantes concentraciones cromafínicas. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/32).

Figura nº 318.- Visión a mayores aumentos del nervio vago del lado derecho ramificado y con infiltraciones cromafínicas. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 2/33).

Figura nº 319.- Sección del área de desembocadura del cuarto arco en el saco aórtico. La situación de los vagos es similar y aumenta el infiltrado de células cromafínicas en ambos lados. (Preparación 12-2/3. Coordenadas 58-109. Objetivo 10. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 3/7).

Figura nº 320.- Visión a mayores aumentos del vago del lado izquierdo de la figura 319. Se observa entre ramificaciones del vago la mayor infiltración de células cromafínicas. (Objetivo 25. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 3/8).



Figura nº 317



Figura nº 318



Figura nº 319



Figura nº 320

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CIX

Figura nº 321.- Visión a mayores aumentos del vago del lado derecho de la figura 319. Hay infiltrado cromafínico y las ramas del vago se hacen más difusas. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 3/9).

Figura nº 322.- Zona próxima a la desaparición del meso del pedículo arterial. Area topográfica de localización del vago derecho. (Preparación 12-2/7. Coordenadas 28,5-109. Objetivo 25. Cámara 2.5:1. Tubo vario 1.0. Film C 3/14).

Figura nº 323.- Igual área de la figura anterior, mostrando la localización del vago izquierdo. En ambos lados derecho e izquierdo, junto con infiltraciones neuroblásticas quedan a los lados del bloque visceral mediastínico. (Preparación 12-2/7. Coordenadas 28,5-109. Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 3/15).

Figura nº 324.- Desaparición del pedículo arterial. El árbol respiratorio se divide en los dos bronquios principales. Los vagos de ambos lados se sitúan entre las venas cardinales y arteria pulmonar. (Preparación 14-1/4. Coordenadas 51-96,7. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 3/28).

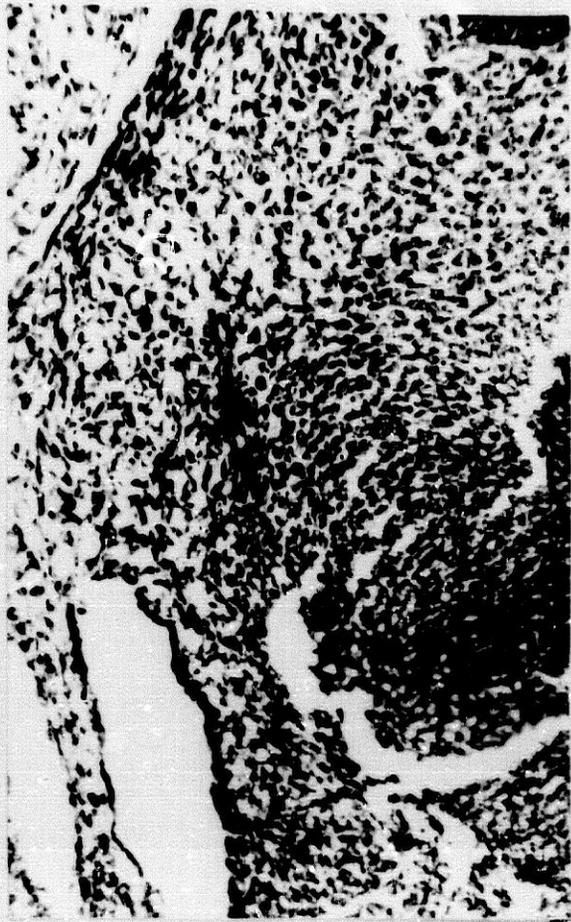


Figura nº 321

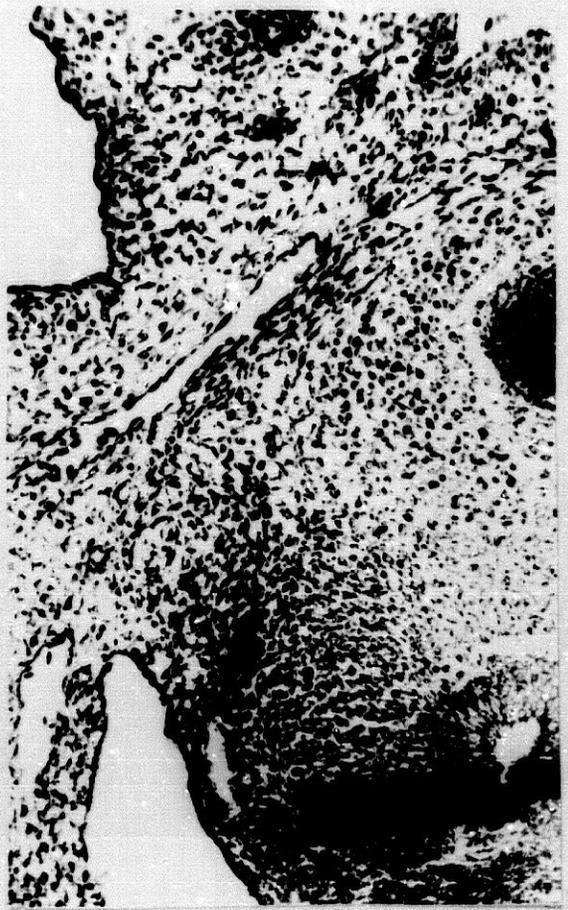


Figura nº 322



Figura nº 323

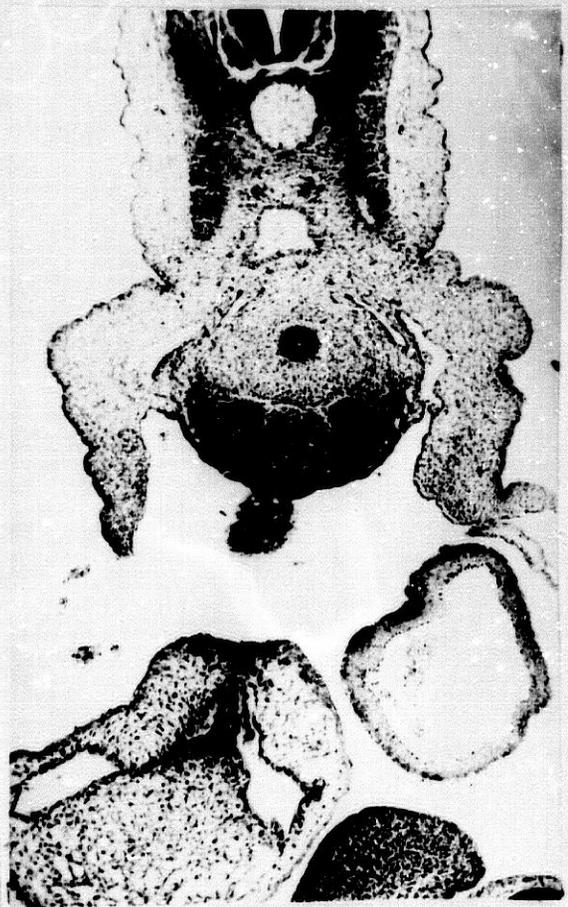


Figura nº 324

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CX

Figura nº 325.- Aparición de los mesos venosos laterales.
(Preparación 14-2/2. Coordenadas 64,3-106,5.
Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C
3/33).

Figura nº 326.- Visión a mayores aumentos del meso lateral izquierdo. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/29).

Figura nº 327.- Visión a mayores aumentos del meso lateral derecho. Las fibras vagales de ambos lados se concentran próximo a la zona de implantación de dicho meso. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/30).

Figura nº 328.- Zona próxima a la desembocadura de la vena cardinal derecha en el seno venoso (conducto de Cuvier). Algunas ramitas del nervio vago se dirigen hacia la zona de conexión venosa. (Preparación 15-1/2. Coordenadas 64,5-98. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/1).

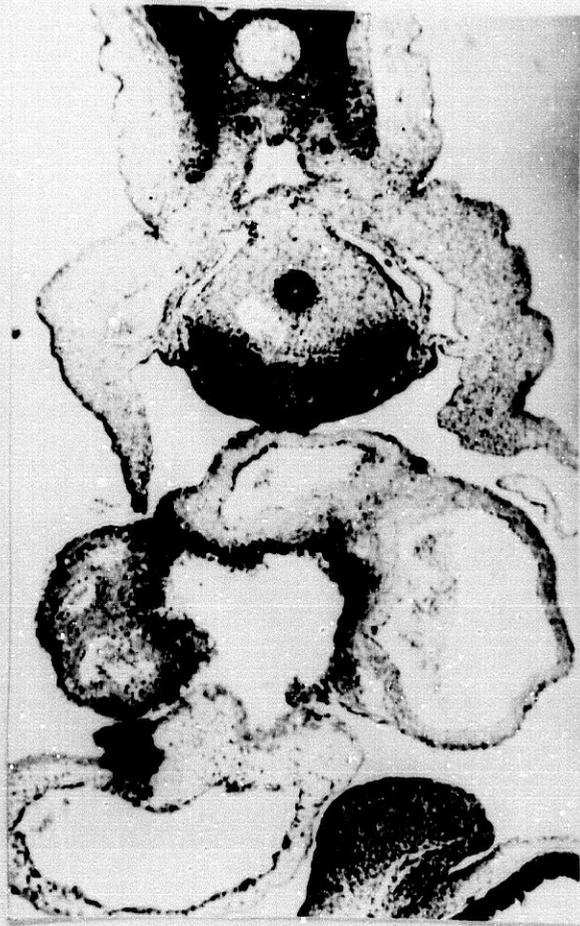


Figura nº 325

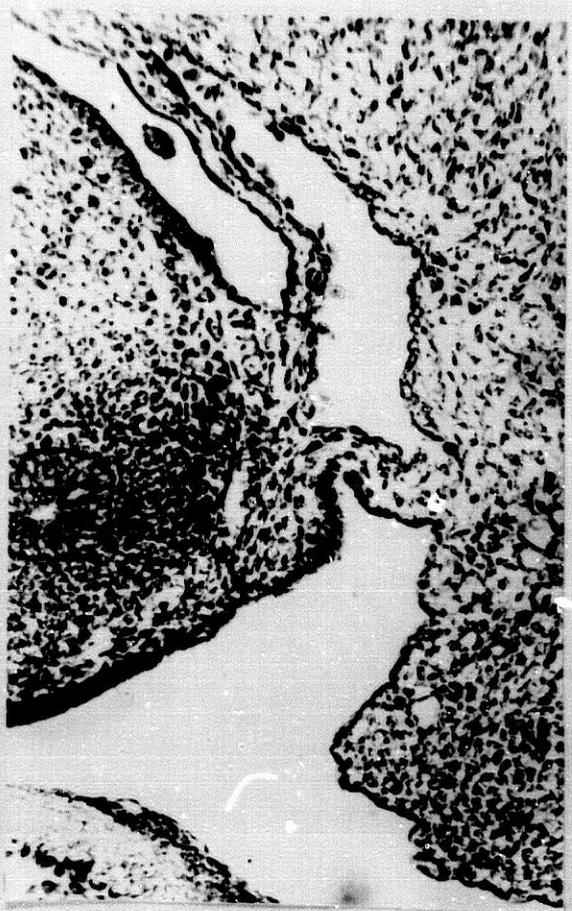


Figura nº 326



Figura nº 327



Figura nº 328

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CXI

Figura nº 329.- Visión a mayores aumentos de la zona de conexión indicada en la figura anterior. También ramitas se dirigen hacia el plexo prebronquial. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/2).

Figura nº 330.- Sección a nivel del meso venoso posterior. (Preparación 15-1/8. Coordenadas 19,6-99. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/8).

Figura nº 331.- Visión a mayores aumentos del área del meso posterior de la figura anterior. Introducción de células mesenquimales y cromafínicas a través de este meso en las estructuras sectales. (Preparación 15-1/7. Coordenadas 19,8-99. Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/2).



Figura nº 329

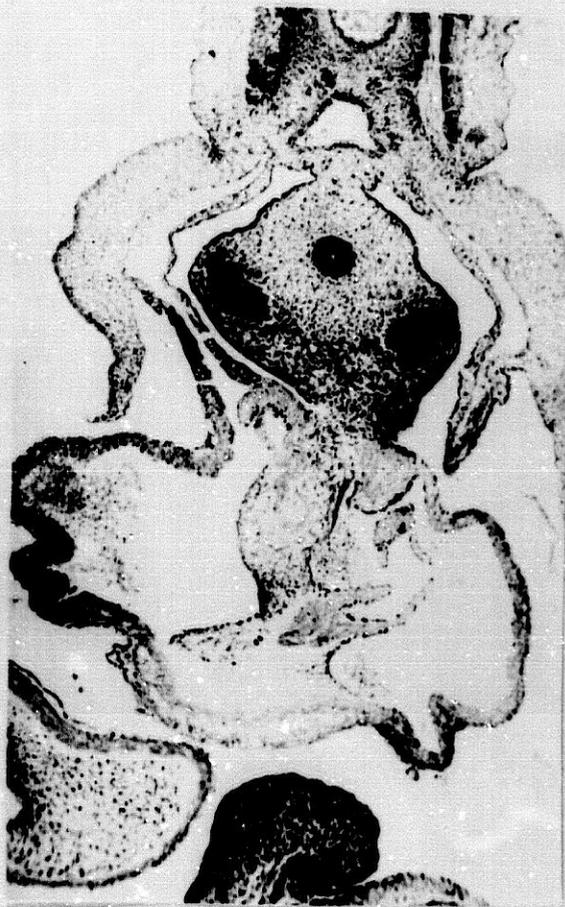


Figura nº 330

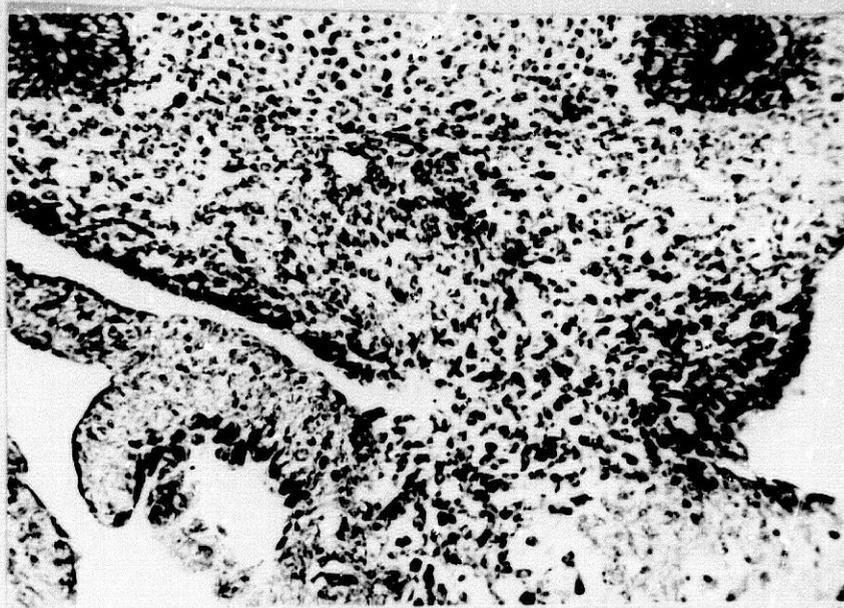


Figura nº 331

EMBRION HUMANO JD-8 (6 mm.).

Troncos y Ramos Vagales.

LAMINA CXII

Figura nº 332.- Sección del corazón a nivel del origen de las arterias pulmonares. (Preparación 15-2/6. Coordenadas 34-108,5. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/11).

Figura nº 333.- En el área de la figura anterior vista a mayores aumentos, se observa algunas infiltraciones neuroblásticas pero todavía no bien definidas. (Coordenadas 34-108,2. Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/12).

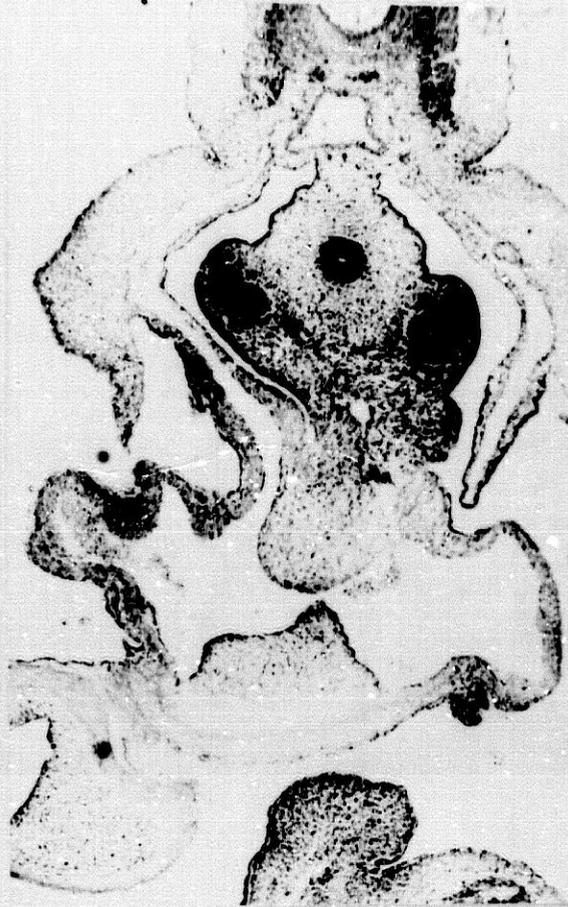


Figura nº 332

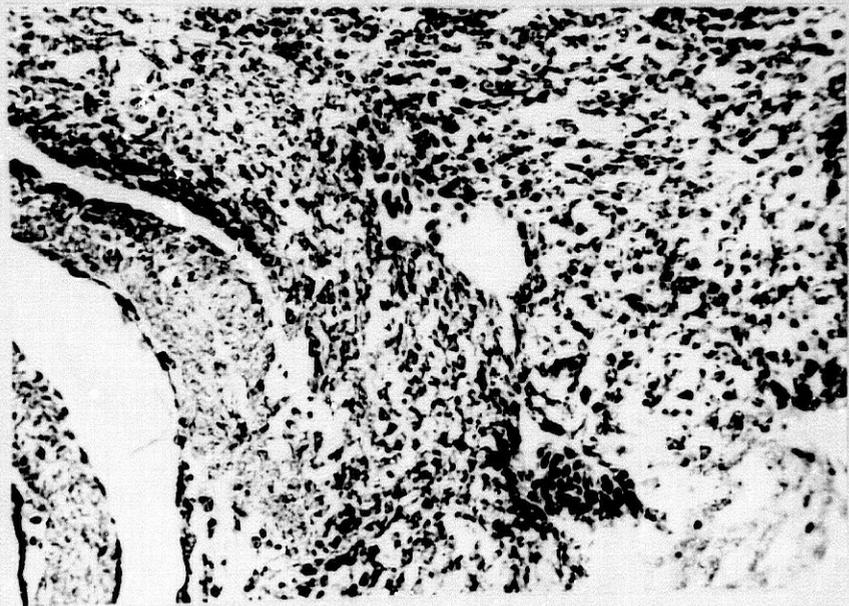


Figura nº 333

EMBRION HUMANO MA-4

CARACTERISTICAS GENERALES.-

Tamaño: 5 mm.

Edad: 28 días.

Estadio O'Rahilly: 13

Cortes: Transversales de 8 micras.

Tinción: Hematoxilina - eosina de Harris.

El corazón de este embrión se halla en un momento de la organogénesis donde aún se mantiene en línea la circulación. En él distinguimos el tronco arterioso, con la aparición de los arcos aórticos primero y segundo, mientras que el tercero se halla aún en fase de formación. Se observa la organización de las crestas del mencionado tronco arterioso y el comienzo de la formación del septum espiroideo a su nivel. Observamos también la manifiesta torsión del bulbo del cono y la comunicación entre el bulbo y ventrículo mediante el agujero ventriculobulbar primario, cuyos márgenes se corresponden, en la superficie, con el surco ventriculobulbar; este surco se insinúa en la luz del asa cardiaca formando un relieve o plica. El canal ventriculobulbar queda subyacente y a la derecha de la comunicación auriculoventricular común, orientada en sentido cráneocaudal, observándose en ella el alto grado de desarrollo adquirido por las almohadillas endocárdicas, de tal manera que el atrio común desemboca, en estos momentos del desarrollo, en el ventrículo primitivo exclusivamente. En dicho atrio común se distinguen ya los márgenes anterior y posterior del septum primum, en el momento en que se va a prolongar con las almohadillas endocárdicas homónimas. Entre ambos cuernos del septum primum discurre el foramen subseptal, y la parte derecha del atrio común

se interpone entre el cono bulbis y el tronco arterioso. Dorsal al atrio encontramos al seno venoso con ambos cuernos, derecho e izquierdo, el último de los cuales se halla más reducido de tamaño.

Por el grado de madurez de este embrión, podemos situarlo entre los estadios 12 y 13 de O'RAHILLY (1971).

En este embrión se observa ya la parte más superior de la masa preganglionar del X par, y, por detrás de esta, algunas reicillas correspondientes al nervio accesorio (LAMINA CXIII, Figura 334). En sucesivos cortes inferiores va engrosándose la citada masa preganglionar, aunque sin mantener conexiones con el tubo neural. En estos primeros cortes forma una masa más o menos esférica, al principio, que poco a poco, en cortes más inferiores, va adoptando una forma ovoidea. En el nivel en que a partir de este ganglio se inicia el pedículo de unión con el neuroeje (LAMINA CXIII, Figuras 335 y 336), aparecen los primeros esbozos del arco anterior de la vena cardinal superior izquierda; el nervio vago está situado delante de ella.

En cortes sucesivos inferiores se va alejando el ganglio del tubo neural, adoptando una forma ovoidea y haciendo hernia sobre la parte anterior de la mencionada vena; (LAMINA CXIV, Figura 337), posteriormente el ganglio disminuye de tamaño al disminuir el número de células, y las que quedan se van concentrando en la porción posterior próxima a la vena; en cambio, en la parte anterior predominan los elementos fibrilares, o por lo menos los espacios que estos deben ocupar, pues la trama fibrilar aún no es muy clara (LAMINA CXIV, Figuras 338 y 339).

En cortes inmediatamente inferiores (LAMINA CXIV, Figura 340) continua el ganglio con el aspecto indicado pero situado sobre el margen externo del arco de la vena cardinal; el ganglio

se extiende hasta los dos tercios anteriores de este arco, aumentando en tamaño y con abundantes células muy cromafines; esto hace suponer que este nuevo ganglio sea el plexiforme.

A la par cuando el arco de la vena cardinal se desdoble en dos porciones, anterior y posterior (LAMINA CXIV, Figura 341), se sitúa el ganglio plexiforme, pero ya reducido de tamaño, sobre el margen anterior de la vena cardinal descendente (LAMINA CXV, Figura 342), estando constituido entonces por unas cuantas células muy cromafines y de mayor tamaño, y por espacios rodeados de pequeñas células, probables tubos de elementos fibrilares. Precisamente en estos cortes se insinúa la hendidura del conducto auditivo externo. La topografía del nervio en esta zona, es en un espacio comprendido por dentro, por el arco de la aorta cefálica; por detrás, por el margen anterior de la vena cardinal superior; por fuera, por condensaciones dérmicas; y anteriormente y por fuera, se insinúa la hendidura auditiva externa.

En igual situación topográfica continua en cortes inferiores, con la única variación de que el arco de la arteria cefálica se va a desdoblar en sus dos ramas, anterior y posterior (LAMINA, CXV, Figura 343), quedando el nervio hacia el margen externo de la porción anterior de la arteria cefálica.

Si continuamos analizando a niveles inmediatamente inferiores (LAMINA CXV, Figura 344), la topografía es similar, pero se hace más difusa su demostración. El nervio se va situando más posterior, intentando acercarse a la vena cardinal, al interponerse entre el nervio y la hendidura del conducto auditivo externo, un nuevo canalículo endodérmico, el receso tonsilar.

En dicha posición continua en cortes sucesivos (LAMINA CXV y CXVI, Figuras 345 y 346), durante los cuales la porción distal tubárica se ha engrosado y tiende a unirse con la farínge; además

el seguimiento del nervio es muy difícil dada la concentración mesodérmica; la arteria cefálica ha ido pasando a un plano más anterior, situándose por delante de la trompa e incisura del oído medio. En esta zona el nervio se diferencia difícilmente, como hemos dicho, del mesodermo que lo circunda; sólo se puede distinguir por estar constituido por un empaquetamiento de células indiferenciadas, rodeadas periféricamente por una capa celular; en tanto que las células de las áreas vecinas tienen una orientación más anárquica.

En cortes inferiores este empaquetamiento celular se va acercando más hacia el margen anterointerno de la vena cardinal; ahora bien, conforme se desciende, la dificultad de visualización es mayor. Esto ocurre próximo a las áreas de formación del meso arterial (LAMINA CXVI, Figuras 347 y 348).

Al seguir al nervio en niveles inferiores y cortes sucesivos, tanto de este meso como en las áreas que debía localizarse entre el tubo digestivo y brotes traqueobronquiales, no hemos podido definir con certeza una formación nerviosa concreta, pues si bien en algunas secciones y en la zona de localización que debía ocupar había formaciones de aspecto nervioso, estas no presentaban una solución de continuidad para ser tenidas con certeza como tales.

También hemos insistido en el análisis de las zonas de desembocadura de los conductos de las venas cardinales en el corazón, zona prebronquiales y áreas del meso venoso. Tampoco hemos encontrado formaciones definidas, sólo pequeñas zonas de menor densidad celular, como probables cavidades donde podrían pasar nervios; y en la zona del meso, además, hemos visto una solución de continuidad entre las estructuras mesodérmicas del meso y las cardíacas, precisamente en el área de implantación del septum primum, en la zona en que aproximadamente ocurrirá el

futuro surco interauricular desde su parte posterosuperior, pues la capa epimiocárdica se continuaba con el pericardio parietal, quedando al descubierto la zona gelatinosa, por donde parecían introducirse una serie de células indiferenciadas dentro de esta gelatina; sólo presentaba solución de continuidad la capa tubular endocárdica.

EMBRION HUMANO MA-4 (5 mm.).

LAMINA CXIII

Figura nº 334.- Area de aparición de la primera masa preganglionar del X par craneal. (Preparación 7-3/1. Coordenadas 22,5-110:8. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 4/3).

Figura nº 335.- Ganglio conjunto del X par craneal y su conexión con el tubo neural. (Preparación 7-4/11. Objetivo 10/0,30. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/5).

Figura nº 336.- Visión a mayores aumentos de la citada masa preganglionar de la figura anterior, con su conexión neural (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/6).

Figura nº 337.- Separación de la masa preganglionar del neuroeje, haciendo hernia sobre el arco de la cardinal superior izquierda. (Preparación 7-5/5. Coordenadas 39-126,8. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/8).

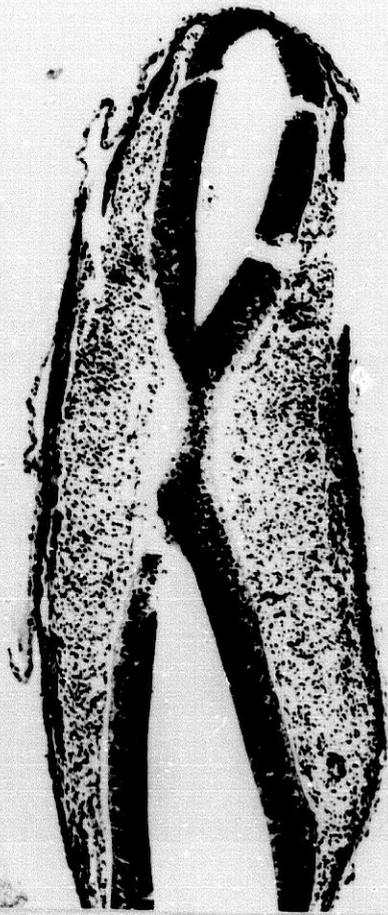


Figura n° 334

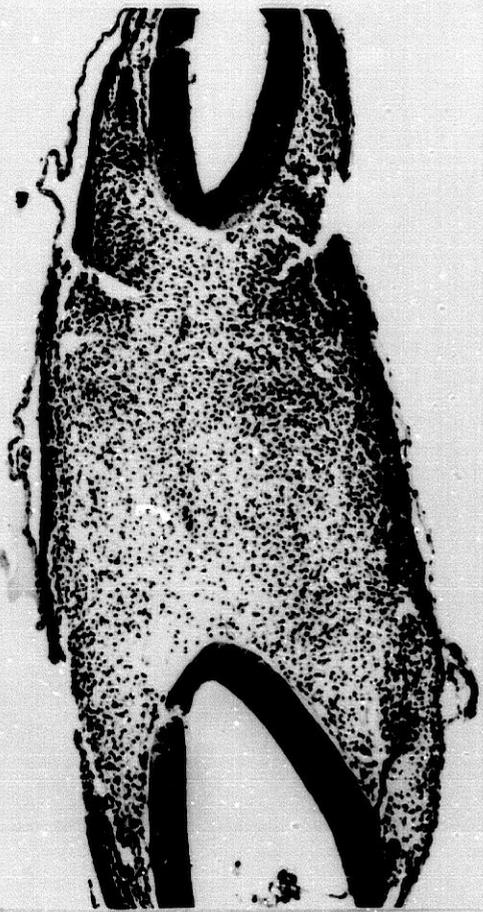


Figura n° 335



Figura n° 336

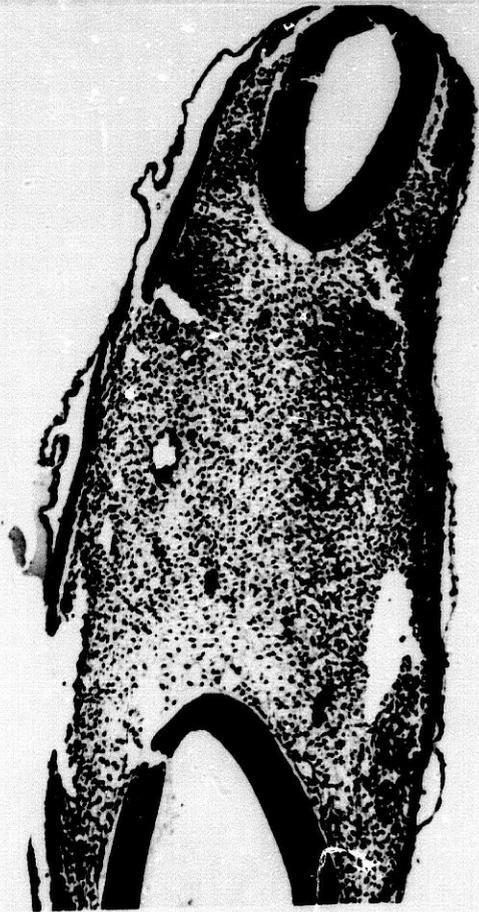


Figura n° 337

EMBRIÓN HUMANO MA-4 (5 mm.).

LAMINA CXIV

Figura nº 338.- Avance de la masa preganglionar, situándose entre el ectodermo periférico del embrión, y el margen externo de la cardinal. (Preparación 7-5/11. Coordenadas 71-126. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/12).

Figura nº 339.- Visión a mayores aumentos de la citada masa preganglionar. (Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/13).

Figura nº 340.- Sección del embrión en zona próxima inmediata al de la figura 338. La masa pregangliónica se sitúa en los dos tercios anteriores externos del arco de la cardinal. (Preparación 6-1/6. Coordenadas 45,8-98,8. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/16).

Figura nº 341.- Desdoblamiento del arco de la vena cardinal en dos porciones, anterior y posterior. El ganglio plexiforme, reducido de tamaño, se sitúa entre las dos porciones de dicho arco. (Preparación 6-1/9. Coordenadas 61,4-99,3. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/18).



Figura nº 338



Figura nº 339

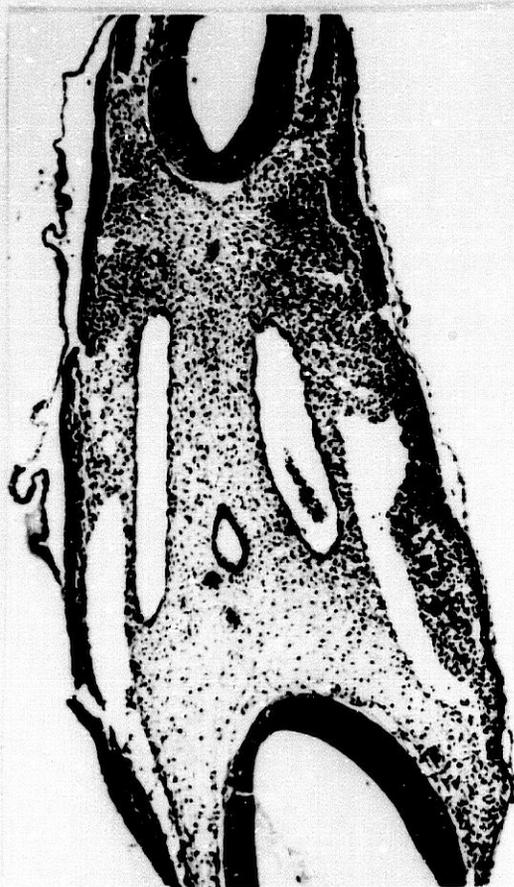


Figura nº 340

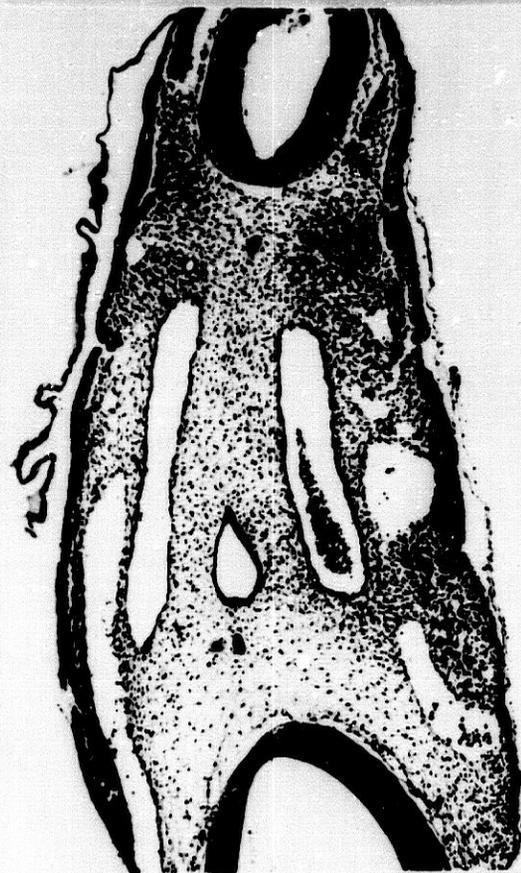


Figura nº 341

EMBRION HUMANO MA-4 (5 mm.).

LAMINA CXV

Figura nº 342.- Sección a mayores aumentos de la figura anterior.

El ganglio se va reduciendo de tamaño estando constituido por escasas células cromafines y espacios rodeados por pequeñas células, probables tubos de elementos fibrilares. (Preparación 62/1). Coordenadas 20,4-105. Objetivo 25. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/21).

Figura nº 343.- Sección a nivel inferior de la arcada de la

arteria cefálica. El ganglio reducido de tamaño queda en el margen anterior de la cardinal ascendente y margen externo de la porción anterior de la arteria cefálica por dentro y por fuera la hendidura del conducto auditivo externo. (Preparación 6-2/2. Coordenadas 25,5-106,5. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/23).

Figura nº 344.- Sección inmediata inferior al corte anterior. La

topografía preganglionar sigue siendo similar, pero apenas quedan células y se va haciendo difícil de observar. (Preparación 6-2/4. Coordenadas 35,5-106,8. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 5/26).

Figura nº 345.- Sección a nivel de la unión de la tuba con la

faringe. El nervio se va haciendo posterior situándose sobre el margen anterior de la vena cardinal. (Preparación 6-2/11. Coordenadas 71,5-107,4. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 6/3).



Figura nº 342

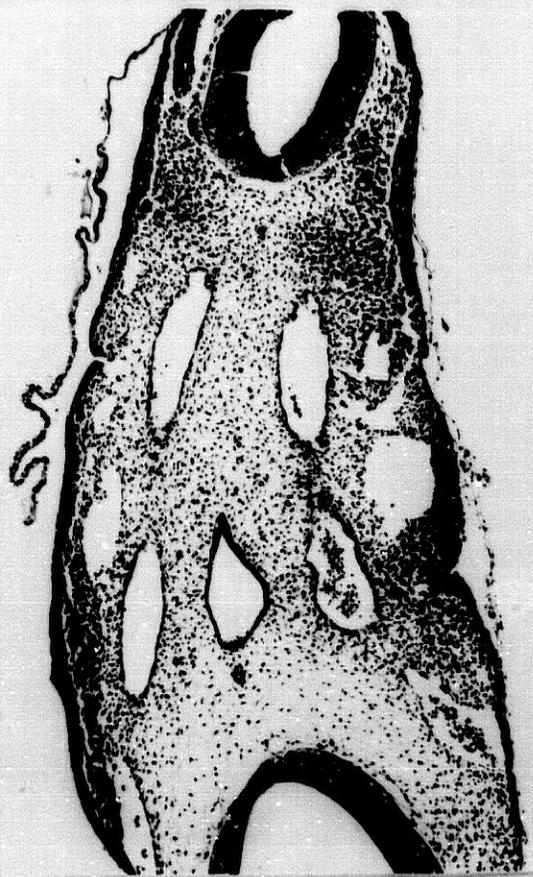


Figura n 343

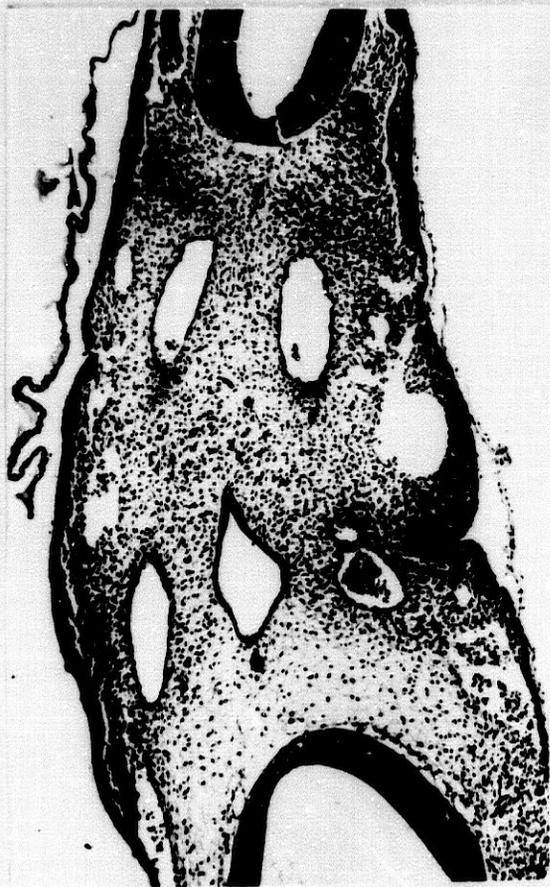


Figura nº 344



Figura nº 345

EMBRION HUMANO MA-4 (5 mm.).

LAMINA CXVI

Figura nº 346.- Visión a mayores aumentos del nervio vago.
(Objetivo 25. Cámara 3.2:1. Tubo vario 1.0. Film
C 6/5).

Figura nº 347.- El nervio vago en áreas próximas a la formación
del meso arterial la topografía es similar pero
al perder las células neuroblásticas cada vez se
hace más difuso. (Preparación 6-3/11. Coordenadas
71,3-117. Objetivo 10. Cámara 2:1. Tubo vario
1.0. Film C 6/19).

Figura nº 348.- Ampliación de la figura anterior, para observar
la difusión de las fibras vagales. (Objetivo 25.
Cámara 2:1. Tubo vario 1.0. Film C 6/20).



Figura nº 346

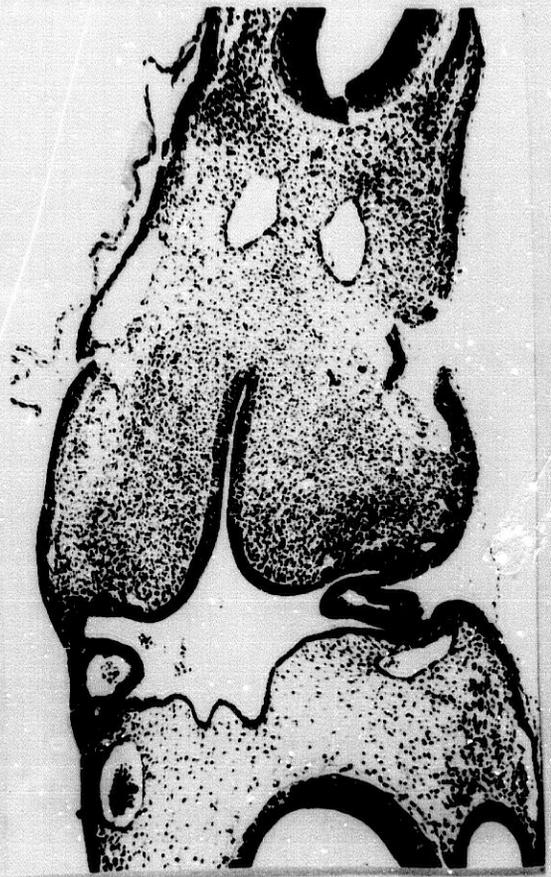


Figura nº 347



Figura nº 348

CONSIDERACIONES

Y

DISCUSION

En capítulos precedentes se ha demostrado, por una parte, la necesidad de "una completa reinvestigación" de la inervación extrínseca del corazón "en relación con el curso preciso y distribución de tales nervios" a "fin de obtener ideas más claras sobre el significado del control nervioso de la actividad cardiaca y circulación coronaria" (PICK, 1970).

Por otra parte, y refiriéndonos al tema de nuestro estudio, en el capítulo de "Resumen histórico", se han expuesto brevemente, los hallazgos fundamentales obtenidos en cada época y hasta el presente, sobre el desarrollo de la inervación extrínseca del corazón, utilizando diferentes procedimientos de estudio.

Finalmente también hemos expuesto los resultados obtenidos por nosotros sobre el particular.

A pesar de ello conviene volver a resumir brevemente los hallazgos de otros investigadores (aunque ya en forma más concreta y puntualizando ciertos detalles sobre todo, de los que han utilizado técnicas análogas). También conviene resumir nuestros resultados a fin de compararlos con los obtenidos por los investigadores que nos precedieron, discutir resultados y dar

una idea de conjunto del problema. Esto lo hacemos así porque, si tenemos en cuenta que el dispositivo nervioso extrínseco en el adulto es muy complejo y en las primeras fases embrionarias se presentan en su expresión más simple, los estudios embrionarios podrán aclarar ciertas dudas sobre la individualización de alguno de los elementos en concreto; hecho que podría permitir, en estudios posteriores, poder averiguar mejor su función.

Si nos referimos a los estadios embrionarios en que aparecen los primeros esbozos cardiacos y las fases más precoces de evolución, los resultados obtenidos son los siguientes:

En el siglo pasado, **HIS y ROMBERG (1890)** y **HIS Jr. (1891)** describieron ya dos grupos de nervios, los cuales dicen son embriológica y funcionalmente diferentes: unos abastecen la base venosa del corazón y otros la base arterial. Estos grupos de nervios van adquiriendo, progresivamente, una disposición compleja y plexiforme y, entre las mallas de dicho plexo se encuentran abundantes células nerviosas. Tales estudios los realizan en embriones humanos y de pollo y concretan que: el acceso de los nervios al corazón en el embrión humano se realiza hacia el estadio de 11 mm. (sexta semana); y en el de pollo hacia el octavo día de incubación. También indican que las células nerviosas no alcanzan el corazón hasta que previamente se halla formado una vía de fibras nerviosas.

A principio de este siglo **KUNTZ (1910)**, en su estudio sobre el desarrollo del Sistema Nervioso Simpático en los mamíferos, llega a las siguientes conclusiones: en embriones de cerdo 6-9 mm. se observan células vagales en el corazón, las cuales dan origen al primordio del plexo cardiaco. A los 12 mm. se observan las primeras fibras de conexión entre estas células con el nervio vago; las terminaciones cardiovagales se localizan hacia los conductos venosos de Cuvier y el conducto arterial cardiaco. En

el hombre el desarrollo de los ganglios y nervios es muy similar al del cerdo y los nervios alcanzan a los ganglios en un estadio prácticamente igual.

Para **PATON (1911)**, en el "pez *Seyllium canicula*", la iniciación de los movimientos cardiacos ocurre en el embrión de 4 mm. y los nervios alcanzan el corazón en el estadio de 6 mm.

ABEL (1912) en el pollo, fija el momento de penetración de los elementos nerviosos en el corazón hacia el quinto día. Igualmente describe células nerviosas en el corazón hacia los días 4,5 a 5, señalando, además, que estas células nerviosas migran desde los ganglios del vago y glossofaríngeo y desde el cerebro posterior.

TELLO (1924), en embriones de ratón, observa se origina el nervio depresor, a partir del laríngeo superior y del tronco del vago, en el estadio de 8 mm.; a los 12 mm. describe sus terminaciones nerviosas en los cuartos arcos aórticos.

PERMAN (1924) en material humano y de pollo, indica que en embriones humanos de 10 mm. existe un conglomerado de células ganglionares entre la arteria aorta y pulmonar; y hacia los 19 mm. aparece otro grupo celular en la pared dorsal del atrio. Que los nervios extrínsecos alcanzan el corazón del embrión humano hacia la sexta semana (11 mm.); y que las terminaciones nerviosas cardiovagales se dirigen hacia los conductos de Cuvier y al conducto arterioso, en dirección a los grupos ganglionares aórtico-pulmonares y a los de las paredes dorsales atriales indicadas, formando conjuntamente plexos nerviosos, los cuales se extienden caudalmente hacia el surco aurículo-ventricular.

FUKUTAKE (1925) afirma que los elementos nerviosos extrínsecos alcanzan el corazón humano hacia la sexta semana (11

mm.); y que a los 25 mm. alcanzan la parte superficial de los ventrículos. No encuentra en el corazón humano neuronas subepicardiales, en el atrio, antes del estadio de 17 mm.; hacia el estadio de 25 mm. las neuronas invaden el cuarto superior del corazón; y que en el estadio de 40 mm. los nervios penetran ya en el septum interventricular.

FRANCILLON (1928) realiza una meticulosa topografía de los ganglios cardiacos, pero en fases fetales (embrión de 240 mm.) que se salen de nuestro análisis. A grandes rasgos podemos indicar que los localiza en ciertas áreas de los atrios derechos e izquierdos; septum y surco interatrial; y en determinadas zonas de los ventrículos, tales como orígenes de las arterias pulmonar y aorta, plexo coronario, surco coronario y vecindad de los nódulos aurículo-ventricular y haz de His.

TSCHERNJACHIMSKY (1928), en embriones de ratón blanco, observa la existencia de nervios que alcanzan la pared atrial izquierda en estadio de 10 mm.; y terminaciones nerviosas que llegan a los ventrículos a los 14 mm. También encuentra ganglios intracardiacos de pocas células, en embriones de 10 mm. En estadio de 12 mm. describe varios grupos celulares en las paredes ventriculares. Las terminaciones nerviosas las describe en estadios posteriores, y estas alcanzan las paredes atriales izquierdas y las ventriculares.

IDHIMA (1929) estudia estadios embrionarios y fetales humanos. Indica que no pudo teñir nervios en el corazón humano hasta el estadio de 16 mm. En embriones de 20 mm. encuentra nervios en el septum interventricular y, además, describe la existencia de un pequeño número de células nerviosas en la cara superior o base del corazón. También en embriones, pero sobre todo en fetos humanos, detecta dos tipos de células nerviosas: esféricas y ovales, que se suponen son uni y bipolares

respectivamente.

SHANER (1929, 1930) estudia embriones de ungulados (vaca) donde se precisa mejor los nódulos del sistema de conducción. Describe la existencia de nervios cardiacos formando un plexo primitivo alrededor del nódulo sinoatrial, antes que este último se desarrolle. Señala que los ganglios cardiacos no aparecen en esta zona hasta algún tiempo después de que los nervios alcancen el corazón. Además realiza un patrón embriológico sobre la inervación cardiaca en esta especie.

SZEPSEWOL y BRON (1935-36), que estudian la inervación del corazón en embriones de pollo y pato, indican que ésta comienza aparentemente al final del tercer día de incubación (en el pollo a las 68 horas y en el pato a las 90 horas); observan entonces fibras que se originan en el ganglio torácico del vago y alcanzan la porción distal del tronco arterioso, vía arcos aórticos, no existiendo aún elementos simpáticos. Las fibras simpáticas comienzan a acompañar a las del vago en estadíos de 80 a 94 horas en el pollo, y 98 horas en el pato, al formarse una anastomosis entre el ganglio torácico del vago y el ganglio simpático cervical superior. Las ramas vagales para las porciones auriculares del corazón las observan llegar a su lugar de destino a final del cuarto día de incubación en el pollo, y hacia el quinto día en el pato.

WAHLIN (1935) estudia el desarrollo del sistema de conducción nerviosa en el corazón de los vertebrados. Como otros investigadores describe la aparición de elementos nerviosos del embrión humano hacia la sexta semana de gestación (11 mm.).

ESCOLAR (1945-47) estudia series embrionarias de cobaya y humanas. Sus resultados sobre la inervación extrínseca concuerdan con las de los investigadores antes citados. Además subraya la

íntima fusión que realizan los elementos nerviosos cardíacos simpáticos y vagales, antes de dar lugar a las formaciones plexiformes yuxtacardiacas.

Bajo la dirección de Escolar, **ANDRES LUJAN (1949)**, y **MARTIN RECUERDA (1949)**, que estudian, respectivamente, el desarrollo simpático-vagal yuxtacardiaco y el aparato neuromuscular del corazón en embriones y fetos humanos y de cobaya indican: que la cresta vagal se observa en embrión de 4 mm., y las manchas simpáticas en el de 5 mm.; que hacia el estadio de 9 mm. la cresta vagal se diferencia insensiblemente en ganglios; que el simpático toma aspecto ganglionar entre los 9 y 14 mm., diferenciándose una primera masa cervical, que tiende a acercarse al neumogástrico; y que el ganglio de Wrisberg aparenta derivar morfológicamente del vago, pero sin poder excluir el simpático.

KRAMER (1950), en el pollo, concreta los estadios sobre inervación del corazón desde el 4,5 día de incubación hasta los 10 días. En el estadio de 4,5 días observa células ganglionares parasimpáticas próximas al ganglio nodoso, pero ninguna cerca del corazón. Al quinto día las observa a lo largo de las ramas cardíacas del vago, extendiéndose hasta el bulbo aórtico, donde las fibras adoptan un dispositivo plexiforme. Desde los días 5 a 10 las células ganglionares parasimpáticas se extienden hasta el surco cardíaco. También en este periodo del 10º día observa fibras postgangliónicas simpáticas que desde la cadena simpática se aproximan al vago homolateral, pero no las observa dentro de las paredes cardíacas .

KUNTZ (1953) en su libro sobre el sistema nervioso autónomo, resumiendo trabajos propios y de otros investigadores, indica que el primordio vagal se desarrolla tempranamente a partir de las células de la capa del manto del cerebro posterior; estas células migran hacia abajo desde la cresta neural y a través de los

vagos. En embriones de 7 y 9 mm describe nervios en la base del corazón. En periodos fetales (7 a 9 meses) diferencia muchos tipos de células ganglionares: multipolares en su mayoría, y además formas mono y bipolares.

HOGG (1957) indica, en la rata blanca, que los ganglios asociados con los vagos no establecen conexión con el miocardio hasta el quinto día postfecundación. Posteriormente, las fibras nerviosas penetran rápidamente en la estructura cardiaca, estando en contacto con la superficie de las células cardiacas, de aspecto aún indiferenciado. El vago izquierdo invade el tejido de unión aurículo-ventricular y almohadilla endocárdica. La rama cardiaca del vago derecho sigue a la pared media del asta derecha del seno

GOMEZ (1958), en la rata, a los 11 días postcoito no encuentra fibras nerviosas en el corazón. A los 12 días (8,9 mm.) observa fibras que se extienden desde el vago y simpático hacia la base del corazón, pero sin alcanzar esta; así como también halla neuroblastos primitivos cerca de la base cardiaca. A los 13 días (9,8) encuentran algunas delgadas fibras próximas a elementos musculares del atrio derecho, en la entrada de la vena cardinal común; el plexo cardiopulmonar está mejor desarrollado y ramas de este plexo se extienden dentro de la pared atrial; el tronco pulmonar y el seno venoso están también acompañados por fibras nerviosas. Sobre el día 14 (11, 12 mm.) ocurren los cambios más prominentes en la inervación cardiaca: en el atrio derecho aparecen los primeros nervios intracardiacos y se encuentran plexos ganglionados en la pared del asta derecha del seno; también está bien desarrollado el nervio depresor, que sus fibras terminan en el arco aórtico y arteria subclavia. A partir de estos días va aumentando y perfeccionándose el abastecimiento nervioso, concluyendo su estadio en la rata recién nacida.

VOLCHER (1963), que estudia el Sistema Nervioso Periférico en el embrión humano (8 mm.), indica que la llegada de los nervios cardiacos al corazón debe realizarse sobre el estadio de 11 mm.

NAVARATNAM (1965) dice que en el embrión humano de 11 mm. es el primero en que se identifican las fibras nerviosas. Observa los primeros nervios en el mesocardio venoso formando tres grupos: nervios del asta derecha del seno, nervios que acompañan a la vena pulmonar y nervios del asta izquierda del seno. En el embrión de 13,5 mm. aparecen los nervios del mesocardio arterial que penetran en el espolón aórtico pulmonar, pasando los nervios derechos hacia la coronaria izquierda y los izquierdos hacia la coronaria derecha. En embriones de 22 mm. se desarrolla el plexo nervioso coronario, como una extensión del mesocardio arterial. También en este estadio se puede identificar células nerviosas en relación con el atrio, incluyendo las regiones nodales, y en las raíces de las grandes arterias. Finalmente en el embrión de 40 mm. se unen las diferentes series de nervios, para formar el plexo cardiaco profundo; sólo los nervios del extremo dorsal del ductus arterial forman un plexo separado, el cardiaco superficial.

HOAR y HALL (1970) realizan sus estudios en cobayas. Indican que, sobre el 25 día postcoito, un gran tronco alcanza la pared periférica del atrio, el cual puede observarse entre los grandes vasos de la superficie superior cardiaca; igualmente se observan gran número de células redondeadas en la extremidad de crecimiento de dicho tronco. Hacia el día 26 el anlage del ganglio cardiaco ha penetrado en las paredes atriales; también es visible en este estadio un plexo perivascular, alrededor de los vasos arteriales. El día 27 aparece el plexo fundamental atrial; y hacia el 28 se observan haces musculares entre el miocardio atrial; y hacia el día 29 en el ventricular. A partir del día 30

se van perfeccionando los elementos nerviosos cardiacos.

SMITH (1970, 71) estudia el desarrollo de la inervación cardiaca humana en estadios embrionarios y fetales. Concretándonos sólo al periodo embrionario indica: que en el embrión de 10 mm. no se identifican fibras y células nerviosas en el corazón. Hacia los 15 mm. se observa la aparición de pequeños haces nerviosos en la cara superior del atrio; además también observa acúmulos de 20 a 25 células, presumiblemente neuroblastos, entre las arterias aorta y pulmonar. Desde los estadios de 15 a 20 mm. dice que el único grupo de neuroblastos claramente definible es el aórtico-pulmonar. También observa fibras nerviosas en la pared pulmonar atrial y adventicia aórtica, avanzando hacia el corazón. Hacia el estadio de 25 mm. se detectan neuroblastos, distribuidos en pequeños grupos sobre la cara postero-superior del atrio, junto a la línea media.

Finalmente, en los primeros estadios fetales, embrión de 35 mm., observa más ganglios en el atrio posterosuperiormente y en el surco interatrial posterior. También existen grupos aislados de células en el surco atrioventricular; el ganglio aórtico-pulmonar está mejor desarrollado.

ERSHOVA (1973), en el pollo, indica que al final del octavo día y al principio del noveno de incubación, se observan por primera vez rudimentos de ganglios cardiacos en el mesénquima del epicardio atrial. Que el carácter y distribución de los ganglios empieza a ser aparente hacia el 14 día. En la segunda mitad de la embriogénesis todos los ganglios aumentan de tamaño, por el incremento del número de neuronas en desarrollo y por la diferenciación de estas.

NANOT, BERMON y Le DOUARIN (1973) indican que la inervación del corazón embrionario de ratón alcanza el miocardio auricular

el 12 día postcoito y el de los ventrículos hacia el 14.

KIRBY, McKENZIE y WEIDMAN (1980); KIRBY, WEIDMAN y McKENZIE (1980) indican que los nervios simpáticos cardiacos surgen en el embrión de pollo a partir de los primeros ganglios simpáticos torácicos, hacia el día 7 de incubación; estos crecen lateral y después ventralmente con respecto a los pulmonares en vías de desarrollo, hasta unirse a los vagos. Se encuentran en la región bulbar del corazón y atrio hacia el día 10 de incubación. Células fluorescentes y sin prolongaciones marcan el curso de los nervios simpáticos cardiacos; estas células se encuentran en la región bulbar a partir del día 10 del desarrollo.

Finalmente entre nosotros; **GARCIA, SOLER, MERIDA, RODRIGO y BARRANCO (1985)** estudian la organización neuroganglionar del plexo extracardiaco autónomo humano. Observan que en embriones de 10 mm. de longitud, existe un nido celular, falto de diferenciación específica, localizando en la implantación del mesocardio dorsal; este es el anticipo o anlage pregangliónico extracardiaco. Hacia el periodo de 13 mm. pueden observarse en las proximidades del corazón desprenderse de los vagos diferentes ramas nerviosas. Hacia los 15 mm. de longitud se observan los nervios cardiacos, y las neuronas pregangliónicas inician su diferenciación. Antes de que acabe el periodo embrionario (22-24 mm.) se observan varias formaciones ganglionares infraaórticas junto al pedículo arterial. Durante el periodo fetal dichos ganglios maduran y se esparcen por la zona vascular, estando intimamente ligados a las formaciones nerviosas, formando el plexo vegetativo extracardiaco autónomo.

Estos son, pues, los datos más objetivos que hemos entresacado de la bibliografía que, en extracto, describimos en el capítulo de "Resumen Histórico". También son los que están más relacionados directamente con el enfoque de nuestro trabajo. En

un resumen muy sintético podemos concretar que las fechas de aparición de los nervios y ganglios cardiacos y su evolución primitiva, según los diferentes autores y en las distintas especies analizadas son las siguientes:

En el hombre para **HIS** y **ROMBERG (1980)** y **HIS Jr. (1891)** los primeros esbozos de la inervación cardiaca se observan en el estadio de 11 mm. **KUNTZ (1910)** lo halla en estadio similar, al igual que ocurre en el cerdo. **PERMAN (1924)** indica observar los ganglios del pedículo arterial a los 10 mm.; los ganglios dorsales del atrio a los 19 mm. y los nervios al corazón a los 11 mm. **FUKUTAKE (1925)** igualmente los describe a los 11mm.; y a los 25 mm. indica aparecen los que inervan los ventrículos; las neuronas subepicárdicas del atrio las sitúan en el estadio de 17 mm. y a los 25 encuentra neuronas y nervios en el cuarto superior del corazón. **IDHIMA (1929)** observa por primera vez a los nervios a los 16 mm.; a los 20 describe nervios y neuroblastos en el septum interventricular. **WAHLIN (1935)** indica aparecen a los 11 mm. (6 semanas). **KUNTZ (1953)** entre los 7 a 9 mm. los de la base del corazón. **VOLCHER (1965)**, a los 11 mm. **NAVARATNAN (1965)** en el estadio de 11 mm., identifica a los nervios del mesocardio venoso; a los 13,5 mm. los del plexo arterial, a los 22 mm. observa se inicia el desarrollo del plexo nervioso coronario. **SMITH (1970, 1971)**, indica que a los 10 mm. no existen; a los 15 mm. halla fibras y células nerviosas en el atrio y pedículo arterial; y que hacia los estadios desde 15 a 20 mm. se forman los neuroblastos definitivos en ambas zonas.

En el cerdo los primeros esbozos de la inervación cardiaca aparece, como hemos dicho y según **KUNTZ (1910)**, en embriones de 6 a 9 mm.

En la vaca, **SHANER (1929,30)**, en sus estudios sobre los nervios del nódulo sinoatrial, indica que la inervación aparece

en él antes que este nódulo se desarrolle.

En el cobaya, **HOAR y HAL** (1970), a los 25 días postcóito, observan nervios y ganglios en la periferia del atrio; a los 26 días penetran en la pared atrial; a los 27 días se forma el plexo fundamental atrial; a los 28 aparece la inervación del miocardio atrial y en el día 29 se ha desarrollado la inervación del miocardio ventricular.

En la rata, **HOGG** (1957) indica se inicia la inervación cardiaca hacia el 5 día postfecundación. **GOMEZ** (1958) la describe hacia los 13 días (9,8 mm.) e indica que las fibras en tal fecha están próximas al atrio; y a los 14 días (11,2 mm.) aparecen nervios intracardiacos y plexos ganglionados.

En el ratón **TELLO** (1924), concreta la fecha de origen del nervio depresor hacia el estadio de 8 mm. **TSCHERNJACHIMSKI** (1928) observa nervios en el atrio a los 10 mm. y en los ventrículos a los 14 mm., los ganglios atriales los halla hacia los 10 mm. y los del ventrículo a los 12 mm. **NANOT, BERMON y LE DOUARIN** (1973) concretan la fecha de aparición del esbozo cardiaco hacia el 12 día en el atrio, y el 14 día en los ventrículos.

En el pollo, **HIS y ROMBERG** (1890) y **HIS Jr.** (1891) indican aparece la inervación hacia el 8 día de incubación. **ABEL** (1912) hacia el 5 día de incubación. **SZEPSENWOL y BRON** (1935-36) indican que el tercer día de incubación (68 horas) existen fibras del vago y que las simpáticas aparecen hacia las 80-84 horas. **KRAMER** (1950) indica que hacia el 5 día se observan esbozos nerviosos en el bulbo aórtico; y del 5 al 10 días se extienden hasta el surco cardiaco. **ERSHOVA** (1973) observa nervios y ganglios al 9 día de incubación en el epicardio atrial; y a los 14 días inician su distribución parietal. **KIRBY, MCKENZIE y WEIDMAN** (1980) y **KIRBY, WEIDMAN y MCKENZIE** (1980), en el atrio y región arterial,

encuentran nervios y ganglios a los 10 días de incubación.

En el pato, según **SZEPSENWOL y BRON (1935-36)**, hacia las 90 horas de incubación, se observan fibras cardiacas del vago y las fibras simpáticas hacia las 98 horas.

En el pez, finalmente, según **PATON (1911)**, en el estadio de 6 mm. aparecen los esbozos nerviosos cardiacos del "Seyllium canicula".

Según se demuestra en el anterior resumen y refiriéndonos a la especie humana, la mayor parte de los investigadores coinciden que la aparición de los primeros esbozos de la inervación del corazón se inician hacia el estadio de 10-11 mm.; sólo **IDHIMA (1929)** y **SMITH (1971)** atrasan la fecha de aparición hacia los estadios de 17 y 15 mm. respectivamente; y **KUNTZ (1953)** adelanta el inicio de la inervación cardiaca a fases más tempranas (estadios de 7 a 9 mm.).

En lo que se refiere a la fecha de aparición de los nervios cardiacos vagales y simpáticos, a partir de sus troncos principales, y la evolución que siguen estos elementos durante el periodo embrionario, dejando aparte los investigadores primitivos, su estudio en épocas recientes se ha descuidado bastante. Sólo hemos encontrado escasas publicaciones: los trabajos de **LICATA (1954)**, **GARDNER y O'RAHILLY (1956)** y **ORTS LLORCA, DOMENECH y PUERTA (1978)**.

Además, los citados investigadores concretan sus estudios a fases embrionarias determinadas: **LICATA** estudia la inervación extrínseca del corazón en la novena semana del desarrollo (embriones humanos de 25 y 31,5 mm.); **GARDNER y O'RAHILLY** en el de 31 mm.; **ORTS LLORCA y Cols.** en el estadio de 23 mm. Estos estadios corresponden sólo a los finales de la embriogénesis sin

que existan trabajos previos sobre las fases primeras e intermedias en donde se puede seguir su evolución.

Nosotros, como además de las primeras fases embrionarias, estudiamos también las de los investigadores citados, haremos un resumen más amplio de los resultados obtenidos por tales investigadores a fin de compararlos con nuestros hallazgos. Así:

Para **LICATA (1954)**, los elementos nerviosos extrínsecos cardíacos que se demuestran en la novena semana del desarrollo son los siguientes:

A partir del nervio vago dos grandes ramos cardíacos abandonan cada nervio; el derecho y el izquierdo. Estos son los ramos cardíacos cervicales superior e inferior, que participan juntos en la formación del plexo troncoconal (superficial). La rama cervical superior izquierda pasa por detrás del arco de la aorta, al igual que ocurre con las ramas cardíacas cervicales superior e inferior derechas. Estos nervios cardíacos convergen por detrás de los grandes troncos arteriales, donde distribuyen fibras para la aorta ascendente, tronco pulmonar y primordio del ganglio de Wrisberg, formando un plexo del que algunos filamentos penetran en la plica caval. Dentro del receso subaórtico, justo a la derecha del ductus arteriosus y tronco pulmonar, se muestra una masa de tejido neuroblástico, primordio del ganglio de Wrisberg, cuyo camino más probable de emigración es a lo largo del vago izquierdo y de su rama recurrente. La rama cardíaca cervical inferior izquierda pasa ventral al arco aórtico y, antes de atravesar la mencionada condensación ganglionar, distribuye fibras que penetran en un plexo en relación con el cayado aórtico y conducto arterioso. Fibras nerviosas y neuroblastos abandonan esta masa ganglionar para descender por el espacio comprendido entre la aorta ascendente y el tronco pulmonar, terminando en un

plexo en relación con el cono arterial y con las arterias coronarias. Los neuroblastos se reparten a lo largo de la rama cardiaca cervical inferior, y una gran masa de neuroblastos se encuentra asociada con dicha rama cuando pasa delante del cayado aórtico. El nervio cardiaco superior derecho distribuye una rama comparable con la que pasa ventrolateralmente al cayado de la aorta y distribuye fibras para la aorta ascendente.

Algunas ramas cardiacas más pequeñas están relacionadas al plexo troncoconal por el nervio recurrente izquierdo, junto con los ramos que vienen de los nervios del seno derecho e izquierdo.

Las ramas cardiacas que dejan los vagos a nivel del tórax constituyen la mayor contribución al plexo cardiaco sinoauricular (profundo). La rama cardiaca torácica más importante parte del mediastino, para penetrar en el pliegue de Marshall, donde se distribuye en varias pequeñas ramas; a esta rama se designa como nervio sinal izquierdo. Algunas de sus fibras alcanzan a las dos venas pulmonares izquierdas, mediante el ramo izquierdo del mesocardio venoso; otras terminan en la pared cardiaca, en el punto de inserción mesocárdico; y otras se extienden hasta el seno coronario donde se ponen en relación con células ganglionares terminales. Una rama cardiaca torácica similar abandona el vago derecho a un nivel un poco más alto, constituyendo el nervio sinal derecho, que inerva el seno venoso. Ramos de este nervio pasan a través del mesocardio venoso de esta región y aquí se relacionan con las células ganglionares situadas a lo largo del surco interauricular, a partir del cual fibras nerviosas penetran la pared cardíaca, alcanzando el tabique interauricular y, por dentro, las bases de las válvulas venosas. Una rama del nervio sinal derecho sigue por la adventicia de la vena cava superior para alcanzar la vertiente derecha del nódulo sinoauricular, al cual penetra. Otra rama parte aproximadamente

del mismo nivel para ir al ganglio de Wrisberg y a la arteria pulmonar izquierda. A niveles torácicos más bajos, una rama cardiaca bastante sólida penetra el pliegue de la cava en su inervación parietal pericárdica.

Practicamente todas las ramas del vago se acompañan de fibras simpáticas, y, en algunos puntos, se hacen indistinguibles de ellas. Sus exactas distribuciones, en esta época, no está aún claramente establecida. A nivel cervical hay tres ramas cardiacas que abandonan los ganglios simpáticos. A nivel torácico, el número y distribución de los nervios cardiacos simpáticos es difícil de distinguir. Las principales ramas cardiacas simpáticas acompañan a los nervios sinales derecho e izquierdo y tienen una distribución similar a los de la pared cardiaca.

En esta época, los neuroblastos emigrantes están practicamente repartidos por toda la extensión de ambos vagos y de sus ramas, y sus concentraciones locales están intimamente supeditadas a los grandes vasos. Una masa particularmente prominente se halla entre las carótidas externa e interna -primordio del cuerpo carotídeo- Hay dos áreas en la pared dorsal del corazón donde pueden encontrarse facilmente concentraciones de células ganglionares terminales; Una es el surco interauricular; y la otra es la depresión que existe entre el seno coronario y el abultamiento de la pared auricular, causado por la entrada de las venas pulmonares. Desde estas dos áreas los neuroblastos que han invadido la pared cardíaca se encuentran en el fondo del septum secundario, entre la inserción basal más baja del septum primario y la de la válvula venosa izquierda. Más allá de esta región los neuroblastos alcanzan el primordio del nódulo auriculoventricular. Una congregación de tejido neuroblástico se encuentra en el punto en que la rama sinoauricular abandona el nervio sinal derecho, distribuyéndose los neuroblastos a lo largo del curso de este nervio, para pasar por el mesocardio de la vena

cava superior y alcanzar el primordio del nódulo sinoatrial, en su lado medio, así como la pared lateral del nódulo S-A. La pared dorsal de la vena cava inferior es rica en células ganglionares. Superficialmente, otras células ganglionares pueden encontrarse repartidas por el epicardio, particularmente por el territorio de las arterias coronarias y sus ramas.

Para **GARDNER y O'RAHILLY (1976)**, que realizan su estudio en el embrión humano de 31 mm., la disposición de los elementos nerviosos cardiacos simpático y parasimpático en tal estadio es el siguiente:

En el lado derecho el abastecimiento nervioso toma su origen de varios filamentos cervicales vagales y simpáticos los cuales se encuentran interconectados y son ganglionados. Los nervios pueden ser considerados, por tanto, como vagosimpáticos y aferentes.

A nivel del origen del nervio recurrente derecho surgen dos filamentos, que forman una rama, la cual cruza el plano medio y penetra en el ganglio aórtico-pulmonar. A partir de este ganglio se origina una amplia distribución para las estructuras venosas y arteriales (ductus arteriosus, tronco pulmonar, aorta ascendente, arterias coronarias y venas pulmonares). Los filamentos que toman su origen en el nervio vago derecho, por debajo el origen del nervio recurrente, forman principalmente el nervio del seno derecho. Este nervio primeramente da filamentos que penetran en el nódulo sino-atrial y después desciende por la parte posterior del septum interatrial, donde se observan pequeños nervios y células ganglionares; estas últimas células forman pequeños conglomerados, que podían ser seguidos a través del plano medio, hacia conglomerados similares sobre el lado izquierdo; estos últimos se relacionan claramente con las venas pulmonares. Encuentran células ganglionares y pequeños filamentos nerviosos

en el septum interatrial, hasta la zona del seno coronario; desde esta última zona pudieron seguir su rastro hasta la cara posterior del nódulo aurículo-ventricular; sin embargo ninguno parecía penetrar en el mismo nódulo.

No se observa ninguna rama cardíaca tomar origen del ganglio simpático derecho o tronco, por debajo del nivel del asa de la subclavia.

En el lado izquierdo: el abastecimiento nervioso toma origen, igualmente, de varios filamentos ganglionados cervicales, vagales y simpáticos, y de varios filamentos torácicos vagales. Los filamentos cervicales vagosimpáticos, incluyendo varios del nervio recurrente, se dirigen principalmente hacia el ganglio aórtico-pulmonar, desde donde se distribuye ampliamente.

Las dos ramas cardíacas vagales torácicas más superiores descienden a la izquierda del arco aórtico y abastecen principalmente la terminación arterial del corazón, existiendo numerosos ganglios pequeños en su área de distribución.

Otras ramas cardíacas torácicas del nervio vago lo abandonan a un nivel inmediatamente rostral al origen del nervio recurrente, se unen junto con un filamento del ganglio aórtico-pulmonar y forman el nervio sinal izquierdo de la siguiente manera: el filamento del ganglio aórtico-pulmonar desciende en el lado izquierdo del mesocardio venoso, donde células ganglionares forman colecciones, las cuales frecuentemente se continúan, en el plano medio, con aquellas relacionadas con el nervio sinal derecho. El filamento descendente se divide: un ramo penetra en el pliegue de la vena cava y se une al filamento derivado de los ramos cardíacos torácicos vagales izquierdos, para formar el nervio sinal izquierdo, que acompaña a la vena oblicua del atrio izquierdo,

dividiéndose en varios filamentos más pequeños. Las venas y los nervios pueden ser seguidos casi hasta el seno coronario.

La otra rama del filamento que desciende desde el ganglio aórtico-pulmonar, continua su descenso en el lado izquierdo del mesocardio venoso, para terminar en células ganglionares que están estrechamente relacionadas a las venas pulmonares, cuando estas entran en el atrio izquierdo.

Finalmente **ORTS LLORCA, F.; DOMENECH MATEU, J.M. y PUERTA FONOLLA, J. (1979)**, en su trabajo sobre la inervación del nódulo sinoatrial y regiones vecinas, indican que en el embrión humano de 23 mm., aparecen los siguientes ramos: en la sección a nivel de la convexidad del arco aórtico, emerge una pequeña rama desde el nervio vago derecho, que avanza ventromedialmente entre la tráquea y la vena cava superior; en dirección caudal, esta rama se sitúa sobre la cara ventral de la tráquea. Más caudalmente, se observa la emergencia de otra rama del vago derecho; este nervio aumenta de espesor y entonces los dos nervios pueden ser vistos descender por la cara ventrolateral de la tráquea.

Observan a la izquierda y ventrolateralmente a la tráquea, la gran masa ganglionar aórtica-pulmonar (Wrisberg), entre la aorta ascendente y la descendente, lateral al nervio vago izquierdo y medial al recurrente homónimo. El ganglio recibe ramas, principalmente de los nervios vago y recurrente izquierdos.

Las ramas provenientes del simpático izquierdo, descritas por Gardner y O'Rahilly en su embrión de 31 mm., no existen en este embrión.

En dirección caudal, los nervios descritos anteriormente disminuyen en diámetro y reciben un nuevo abastecimiento del vago

derecho, precisamente cuando la sección pasa a través del sexto arco arterial izquierdo.

Más caudalmente, cuando la vena cava superior entra en contacto con la cara posterior del atrio derecho, medial a la citada vena se observan los nervios sinusales. Una pequeñísima rama del nervio sinusal diverge hacia la izquierda por delante de la arteria pulmonar derecha, dando lugar a un pequeñísimo plexo. Así pues, esta rama anastomótica se incorpora a las ramas pretraqueales del lado izquierdo, dando una rica inervación para la parte proximal de las arterias pulmonares.

Un poco más caudalmente, cuando se seccionan los dos bronquios principales, se observa claramente al nódulo sinoauricular; y una rama del nervio sinusal pasa a través de la pared de la vena cava superior y se distribuye en multitud de pequeñas ramas entre las células del nódulo.

Si la rama nerviosa principal es seguida en dirección caudal, se observa emerger una rama que, pasando a través de la pared del atrio derecho, se distribuye en un pequeño número de ramas por la superficie posterior del atrio derecho, a nivel de la válvula izquierda del seno venoso.

Más caudalmente, el nervio principal, del que procedía la anterior rama atrial, ocupa el ángulo formado por la vena pulmonar derecha con el atrio homónimo, y termina dando una riquísima inervación para la porción intrapericárdica de la vena cava inferior.

Hay una disposición plexiforme de los nervios que descienden delante de la tráquea, los cuales son independientes de las ramas que abastecen el nódulo sinoauricular, atrio derecho y vena cava inferior, salvo la rama anastomótica. Estos nervios terminan por

inervar la zona proximal de las venas pulmonares. Microganglios se ven a este nivel. La inervación procede, casi totalmente, del lado izquierdo.

Estos son pues los trabajos básicos de otros autores encontrados por nosotros sobre el particular.

Si resumimos ahora los hallazgos obtenidos por nosotros, a partir de los embriones más jóvenes y hasta los últimos estadios, nos encontramos los siguientes dispositivos nerviosos:

EMBRION HUMANO DE 5 mm.

En este embrión se ha podido seguir el trayecto del nervio vago desde su origen cefálico (LAMINA CXIII, CXIV y CXV, Figuras 335 a 342), así como el de sus grupos ganglionares yugular y nodoso. Cuando en cortes más inferiores, desaparecen las células del ganglio, aparece el vago como un tronco de estructura fibrilar (LAMINA CXV, Figura 343) precisamente este tronco se observa en la zona de la hendidura del conducto auditivo externo.

A partir de la citada zona sólo pudimos seguir el trayecto del vago durante un corto espacio; pues al iniciarse condensaciones celulares a su alrededor, sobre todo a partir de la aparición de las bolsas endodérmicas, fué ya difícil seguir su trayecto final. Tal hecho ocurría en zonas próximas a las áreas del meso arterial.

En las áreas del meso arterial o en aquellas otras en que debería de localizarse entre el tubo digestivo y brotes traqueo-bronquiales, tampoco pudimos definirlo con certeza, aunque en algunas áreas aparecían formaciones de aspecto nervioso. Igualmente hemos insistido en su localización en las áreas de

desembocadura de los conductos de Cuvier al corazón, o zona de los mesos venosos laterales, y en las zonas prebronquiales, en áreas del meso venoso medial, con resultados prácticamente negativos.

No encontramos ramas cardiosimpáticas.

Por lo tanto, y concretando, en esta fase si existen, no pudimos demostrar ramas cardíacas vagales algunas ni acúmulos celulares cromafínicos yuxtacardiacos, con los medios ópticos y de tinción empleados.

Menos aún ramas simpáticas, ya que la cadena cromafínica está en fase de iniciación.

EMBRION HUMANO de 6 mm.

La estructuración de los nervios cardíacos vagales en este embrión se hace difícil. No obstante, al seguir el trayecto del vago, desde la porción cefálica a la caudal encontramos ciertas zonas de dicho nervio con desflecamientos; zonas que en embriones más superiores son las que corresponden a donde se originan las ramas cardíacas.

El primer desdoblamiento de los nervios vagos aparece al nivel en que la cuarta bolsa faríngea se pone en contacto con la correspondiente hendidura ectodérmica (LAMINA CV, Figura 310).

En planos más inferiores, (LAMINA CVII, Figura 316), cuando el saco aórtico está próximo a recibir los arcos tercero y cuarto, los nervios vagos se encuentran entre el extremo anterior de la porción posterior de la vena cardinal superior y la sección del cuarto arco aórtico.

Los vagos siguen desdoblados en muchas ramas (LAMINA CVIII, Figura 317 y 318) y, entre ellas, hay infiltraciones de células cromafínicas. De estas ramas, algunas se dirigen hacia la parte externa del cuarto arco aórtico.

Cuando se secciona el saco aórtico en el área de desembocadura del cuarto arco (LAMINA CVIII, Figura 319), se observa mayor infiltración de elementos cromafines entre las ramificaciones vagales y las ramas desprendidas para el corazón (LAMINAS CVIII y CIX, Figuras 320 y 321) se sitúan en las áreas laterales externas de los cuartos arcos aórticos. Hay también ramitas internas para el plexo pretraqueal. Ambos tipos de ramitas son difíciles de seguir por su pequeño calibre y aparecen como tubitos cortados perpendicularmente. Este área citada se encuentra próxima a la desaparición del meso arterial.

En la zona de los mesos venosos laterales (LAMINA CX, Figuras 326 y 327) se ven desprenderse del vago pequeñas ramificaciones que penetran en estos mesos y se dirigen a los conductos de Cuvier (LAMINA CXII, Figura 332) cuando estos desembocan en el corazón. Las fibras del plexo pretraqueal, transformadas en plexo prebronquial son difíciles de seguir por su estructuración, pero ya al iniciarse este meso, como en zonas más inferiores de él, como la del origen de las venas pulmonares, existen entre las fibras nerviosas infiltrados cromafínicos.

Los pequeños ramitos que en estadios superiores siguen a las arterias pulmonares, en los plexos pretraqueales, no se pueden precisar en este estadio.

Sobre los ramos simpáticos se puede indicar que es el primer embrión en que la cadena cromafínica se perfila un poco más y a partir de ella se pueden observar algunas migraciones de células. A nivel del tercer arco aórtico el tronco de dicha cadena está

poco acentuado y el proceso migratorio es muy débil en ambos lados. Hacia el origen del cuarto arco aórtico (LAMINA CV, Figura 308), las concentraciones cromafínicas aumentan progresivamente, situándose los mayores conglomerados entre el origen del citado cuarto arco aórtico y la vena cardinal.

A partir de dicha zona y en cortes inferiores, los conglomerados cromafínicos siguen descendiendo, aunque sin avanzar hacia delante. A nivel del cuarto arco aórtico ya se observan algunas concentraciones difusas (LAMINA CV, Figura 309), en las zonas posteriores a este arco aproximándose las externas al neumogástrico y las de la parte interna se sitúan entre el cuarto arco y la faringe.

Finalmente, en la zona que el nervio vago se ramifica (LAMINA CVI, Figuras 311 y 312), se siguen observando los elementos cromafínicos, pero en forma más difusa y dando la sensación que sus células forman pequeños cordones que se adosan al margen posterior del desdoblamiento del vago; la concentración cromafínica interna se sitúa entre el arco aórtico y la faringe.

A partir de dicha zona y en áreas más inferiores, las concentraciones celulares se van haciendo más difusas y escasas; los elementos cromafínicos cordonaes externos se han unido a las ramas cardíacas del vago y es difícil hacer su seguimiento; los internos se encuentran entre la porción anterior del arco aórtico y faringe. Estas efusiones, en planos más inferiores, se van a encontrar en zonas más anteriores (LAMINA CVIII, Figura 316), entre las ramas del tercer y cuarto arco aórtico, intentándose aproximar, finalmente, al saco aórtico (LAMINA CVIII, Figuras 319 y 320). A partir de este momento se encuentran en otras áreas pequeñas efusiones cromafínicas, pero difusas, no pudiendo precisar si proceden directamente de la cadena.

Por lo tanto, según lo anteriormente expuesto, en este estadio de 6 mm. ya se evidencian los primeros esbozos de la inervación cardíaca. Estos esbozos penetran en el corazón por las siguientes zonas: mesocardio arterial o superior, y, por los mesocardios venosos laterales (primitivos conductos de Cuvier) y mediales (zona de aparición del surco interauricular y venas pulmonares).

Estos primeros esbozos constan de fibras nerviosas y de células cromafínicas; ahora bien, la estructuración de ambos elementos es muy simple, apareciendo en algunas zonas las ramitas nerviosas como simples lagunas. En cuanto a las futuras células neurales, las situadas próximas a las áreas cardíacas no han llegado aún a tomar la estructuración suficiente para que adopten una tinción muy profunda, como las situadas en la cadena, pero se pueden observar los rastros que a partir de esta cadena se van organizando y como se van adosando a las ramas cardiovagales para llegar al corazón.

Ante las circunstancias citadas nuestros resultados se aproximan más a los de **KUNTZ (1953)** que describe a estos elementos a partir de los estadios de 7 mm., aunque los reconocemos en períodos más jóvenes. Las causas de estas divergencias, y las más pronunciadas aún con los restantes investigadores citados, creemos podrán deberse, por una parte, en que el proceso de medición de la longitud es algo aleatorio, pues depende muchas veces del estado de fijación o no, en que el embrión llegue al centro de estudio; y, por otra parte, a los procedimientos de tinción y óptica empleados para su análisis.

EMBRION HUMANO DE 10 mm.

Hacia este estadio es donde la mayoría de los

investigadores, según hemos indicado, concuerdan en que aparecen los primeros esbozos de la inervación cardíaca. Nuestros resultados, analizando aisladamente las ramas cardíacas vagales y simpáticas derechas e izquierdas, son los siguientes:

De los ramos cardiovaginales Derechos, el superior empieza a desprenderse del vago a nivel de la sección del cuarto arco arterial. En este área el nervio vago ha recibido conexiones de la cadena cromafínica (LAMINA XCII, Figuras 274 y 275). A partir de esta zona el nervio cardiovagal superior se dirige hacia delante y medialmente, siguiendo el borde externo de dicho arco en dirección hacia la desembocadura de los cuartos arcos aórticos en el saco aórtico; hecho que realizará en cortes más inferiores.

Mientras tanto el nervio vago continúa su descenso hasta llegar al área del sexto arco aórtico (LAMINA XCIV, Figura 280), y cuando este arco se secciona totalmente (LAMINA XCV, Figura 281), el vago empieza a emitir el nervio recurrente, que da ramificaciones para las distintas vísceras mediastínicas. A partir de las ramificaciones recurrentes más anteriores y del propio tronco vagal se originan algunos hacecillos que tienden a dirigirse hacia el saco aórtico y al plexo pretraqueal. Los primeros intentan seguir la dirección del cardiovagal superior, hacia un concentrado de células cromafínicas que se encuentra en la región pretraqueal medial; conglomerado que y en niveles inferiores poco a poco se va desviando hacia la izquierda (LAMINA XCVI, Figura 283), en dirección al ductus arterioso. Las ramitas nerviosas en estas zonas, son difíciles de seguir, por la indiferenciación estructural.

A partir de la citada zona y hacia áreas inferiores, las fibras del vago se van concentrando (LAMINA XCVI, Figura 285) y no se le observa ninguna nueva efusión. Lo que si se sigue observando en la porción final del meso arterial, junto a las

arterias pulmonares y en el área prebronquial, son algunos infiltrados de células cromafínicas.

En cuanto se van a iniciar los mesos venosos laterales, un poco antes de la desembocadura del conducto de Cuvier derecho en el seno venoso, aparece una nueva efusión vagal (LAMINA XCVII, Figura 287), de la cual parte de las fibras se dirigen hacia el plexo prebronquial, y otras hacia la zona de desembocadura de dicho conducto en el seno; zona donde se formará el nódulo sino-atrial.

También, como en anteriores casos, las arborizaciones terminales de estas yemas pronto se nos pierden, siendo difícil seguir su trayecto.

Finalmente, en cortes más inferiores, cuando la tráquea se desdobra en los bronquios, en el área correspondiente al meso venoso medial (LAMINA XCVIII, Figuras 289 y 290), aunque no se pueden diferenciar la estructuración fibrilar del plexo prebronquial, si se observan, junto al corazón, infiltrados cromafínicos, donde en fases más avanzadas se encuentran las masas neuroblásticas.

Con las ramas cardiovagales izquierdas va a ocurrir algo similar a las derechas, en cuanto a la dificultad de observación de las difusiones finales de los brotes del vago.

El primer brote vagal, o futuro nervio cardiovagal superior, se inicia por el margen antero-interno del vago a nivel del cuarto arco aórtico. A partir de esta zona (LAMINA CI, Figura 297) se dirige hacia delante y medialmente, confundiéndose, en parte, con las condensaciones celulares originadas por la formación del brote faríngeo. Casi desde su inicio este brote vagal ha recibido infiltraciones de células cromafínicas

simpáticas.

Cuando se secciona el sexto arco aórtico (LAMINA CII, Figuras 299 y 300) se inicia la formación del nervio recurrente. Mientras tanto, la rama cardiovagal superior se ha dirigido hacia delante, situándose en la región del ductus arterioso (LAMINA CII, Figura 300), en donde termina ramificándose por entre las condensaciones de células cromafínicas de los futuros ganglios supraductales (LAMINA CIII, Figura 301). En este área es donde también terminan los nervios cardiovagales superiores y ramas cardíacas del nervio recurrente izquierdo, para formar conjuntamente el plexo del pedículo arterial. Las finas arborizaciones más anteriores de este nervio cardiovagal superior, debido a su pequeño calibre, son difíciles de precisar y esto sólo se puede hacer a grandes aumentos.

En la indicada zona (LAMINA CII, Figura 300) donde el nervio vago da el recurrente a partir tanto del tronco del vago, como del mismo nervio recurrente, se originan nuevas ramificaciones que, además de hacer las conexiones con el plexo arterial dichas, siguen descendiendo por la zona prebronquial, junto con las conexiones que el plexo del pedículo arterial le da a este último plexo. A partir de estos niveles el vago se condensa y no empieza a emitir nuevos brotes hasta un área un poco superior al meso venoso lateral izquierdo, o de la futura vena oblicua (LAMINA CIII, Figura 302); brote parte de cuyas fibras, en cortes inferiores, se van por el citado meso, y el resto por el meso prebronquial.

Finalmente vuelven a originarse nuevos brotes del vago un poco antes de comenzar el desdoblamiento de la tráquea en sus dos bronquios. En esta zona las difusiones fibrilares caminan por los márgenes externo e interno de la arteria pulmonar, para cuando la tráquea se desdobra en los dos bronquios (LAMINA CIV, Figura

305), dirigirse hacia el plexo prebronquial.

En un principio el plexo prebronquial, dada la delgadez de sus fascículos, es difícil ponerlo de manifiesto; pero en la zona del meso venoso medial resalta más, al aparecer en él las infiltraciones de las células cromafínicas. Estas células, junto con las fibras nerviosas, empiezan a invadir las áreas cardiacas de la zona. (Región septal del seno y área de origen de las venas pulmonares).

Por lo tanto, en este embrión, queda apuntado el esquema general de la inervación vagal, con los conglomerados cromafínicos en las áreas en que después se localizarán los neuroblastos primero y neuronas después, pero esto ocurre solo en estadios fetales.

En cuanto a los futuros elementos nerviosos simpáticos las ramas derechas empiezan a originarse, de la cadena cromafínica en cortes comprendidos entre el ganglio nodoso, por encima, (LAMINA XC, Figura 268) y el tercer arco (LAMINA XC, Figura 269) y se sitúan entre el citado ganglio y el tercer arco arterial. En cortes inferiores las efusiones se sitúan laterales y anteriores a la aorta dorsal, fundamentalmente por su margen posteroexterno, y van a formar una especie de plexo de conglomerados celulares, que descienden por la zona indicada, hasta el área de sección del cuarto arco aórtico (LAMINA XCII, Figuras 274 y 275); en este área los conglomerados celulares, antes dichos, avanzan por los márgenes externo e interno del citado arco, incorporándose, parte de los externos al nervio vago y los restantes se hacen más anteriores, intentando fundirse con las ramas cardiovagales superiores que en esta zona empiezan a formarse. Los ramos internos se hacen laminares y siguen descendiendo y avanzando hacia delante, hacia el recurrente. A partir de esta zona y en dirección caudal, la cadena cromafínica disminuye de volumen

(LAMINA XCIV, Figuras 278 y 279) y las efusiones celulares son menos marcadas, estando las externas casi confundidas con el nervio vago y las internas formando pequeños conglomerados detrás del margen lateroexterno de la aorta dorsal entre esta y la bolsa faríngea. Esto ocurre cuando aparece el sexto arco aórtico que, en este lado, está bastante atrofiado.

Cuando se secciona el sexto arco aórtico (LAMINA XCIV, Figura 280) por debajo de la curvatura, la cadena cromafínica aumenta de volumen y los conglomerados internos tienden a hacerse externos, rodeando la porción posterior del cuarto arco aórtico, formándole a este como un anillo. También en esta zona existen gruesos conglomerados externos que han surgido de la cadena cromafínica, aumentada de tamaño. Ya en cortes inferiores, cuando se secciona el nervio vago a nivel del recurrente, la cadena cromafínica vuelve a disminuir de volumen y prácticamente cesa de emitir efusiones o estas son muy escasas. Las efusiones simpáticas superiores están ya fundidas con las ramas cardiovagales superiores o se encuentran difusas, bien dentro del vago o en áreas próximas al pedículo arterial (LAMINA XCVI, Figura 283).

El panorama que presentan las ramas cardiacas simpáticas en el lado izquierdo es similar al derecho. En la aorta dorsal y zona superior al tercer arco aórtico, los conglomerados celulares están situados detrás de esta arteria y junto al ganglio nodoso (LAMINA XCIX, Figuras 291 y 292). En este área empiezan ya a surgir efusiones; pero las que avanzan hacia delante se inician en la cúspide del tercer arco aórtico (LAMINAS XCIX y C, Figuras 293 y 294).

Estas efusiones bordean a dicho arco por sus márgenes externa e interna, y siguen avanzando hacia delante (LAMINA C, Figura 296), para contactar con el vago. A nivel del cuarto arco

aórtico parte de las efusiones externas se han adosado al vago y a la rama cardiovagal superior, que se origina en esa zona; las efusiones internas avanzan hacia delante, por el margen interno del mencionado arco.

Nuevos brotes celulares empiezan a iniciarse en la cúspide del sexto arco aórtico, también por los márgenes externo e interno (LAMINA CII, Figura 298). Parte de las efusiones o cordones se funden con el nervio recurrente y las más posteriores tienden a dirigirse hacia delante, para unirse con las externas. En esta zona la cadena cromafin ha vuelto a aumentar de volumen.

Ya, a partir del sexto arco aórtico, no se observan salir nuevas efusiones celulares y las superiores se encuentran unas bordeando al vago, y el resto se sitúan por los márgenes externos, superiores e internos del ductus arterioso (LAMINA CII, Figura 300), para formar parte del plexo del pedículo arterial.

Por lo tanto y resumiendo, en esta fase ya se han esbozado las diferentes ramas nerviosas que, posteriormente, se denominará ramas cardíacas simpáticas. No obstante conviene precisar que tales ramas simpáticas, en este embrión de 10 mm., están constituidas por conglomerados celulares que se extienden formando fascículos; pero no se observa en ellos una estructuración fibrilar en parte alguna.

A partir de esta fase, una vez esbozadas las ramas cardíacas vagales y simpáticas, en los embriones sucesivos, como veremos, los datos más salientes son una mejor definición de las distintas ramas, y un mejor seguimiento de estas desde su origen en los troncos principales, hasta su área de terminación, pudiendo precisar mejor las formaciones plexiformes que el conjunto de éstas realiza antes de llegar al corazón, así:

EMBRION HUMANO DE 13 mm.

Las ramas cardiovagales derechas empiezan a esbozarse las superiores, a nivel del cuarto arco aórtico, cuando este empieza a estrangularse en sus porciones anterior y posterior. En ese área empieza a originarse del vago una gruesa yema, que ya recibe infiltraciones neuroblásticas de la cadena cromafín. Esta infiltración cromafínica hace que, en un principio, se precise poco y sea difícil de delimitar de las estructuras vecinas; y se encuentra situada en el margen posteroexterno del extremo anterior del citado cuarto arco aórtico.

Conforme desciende la rama cardiovagal superior tiende a dirigirse de fuera a dentro y de atrás a delante (LAMINA LXXVI, Figura 234), paralela al borde interno de la porción anterior de dicho arco, aunque en posición posterior a este y por delante de la cuarta bolsa faríngea. En esa posición sigue descendiendo, avanzando hacia adelante y medialmente, aunque por su estructuración, según hemos indicado, a veces se hace difícil de precisar.

En áreas inferiores, en las cuales se secciona el sexto arco aórtico (LAMINAS LXXVI y LXXVII, Figuras 236 y 238), este filete nervioso se encuentra localizado hacia el margen lateral derecho del cono aórtico, aunque posterior a este, junto con conglomerado de células neuroblásticas; precisamente a este nivel el ramo derecho da la rama recurrente.

Ya en dicha zona la porción principal del ramo cardiovagal superior continua su avance en sentido medial para unirse con los elementos del lado izquierdo y originar el plexo arterial. No obstante, algunos filetes se dirigen hacia la parte anterior del cono aórtico, si bien dado el pequeño calibre y difusión de estos, es muy difícil seguirlos en esta zona.

Los nervios cardiovagales infrarecurrentes derechos empiezan a iniciarse por debajo del sexto arco aórtico (LAMINAS LXXVI y LXXVII, Figuras 236 y 237). En este área se observa como el vago se muestra desflecado, dando tres tipos de filetes recurrentes: posteriores, medio y anterior; pues bien, de las ramas anteriores algunos pequeños filetes se dirigen hacia adelante y medialmente, intentando unirse con los nervios cardiovagales superiores. Estos filetes, por la infiltración celular en su origen, son también difíciles de precisar, observándose como se dividen en varias ramas.

A partir de esa zona y hacia abajo las fibras del nervio vago derecho se condensan y no se le observa dar nuevos filetes nerviosos hasta la zona de transición entre el meso arterial y los mesos venosos laterales.

En estas áreas de transición (LAMINA LXXVIII, Figuras 241 y 242), cuando ya se seccionan las arterias pulmonares, se observa salir del vago derecho unas yemas, que se dirigen hacia la línea media para formar parte del plexo prebronquial.

En zonas más inferiores, cuando la cava superior derecha desemboca en el seno, se vuelve a observar otra nueva yema (LAMINAS LXXIX y LXXX, Figuras 245 y 246) que, en parte, se dirige al meso venoso lateral derecho; y, en parte, también, se dirige en sentido anterior y medial, para formar parte del plexo prebronquial. Las primeras ramitas indicadas, las que se dirigen al meso lateral derecho, abordan el corazón por dicho área pudiéndose observar, seccionadas, (LAMINA LXXX, Figura 247) en las zonas cardiacas que corresponderán a las del nódulo sinoauricular pero infiltradas de células neuroblásticas.

El resto de las fibras del plexo pretraqueal abordarán al corazón por el área del meso venoso medial.

En este embrión se hace difícil seguir el trayecto de los nervios, sobre todo en sus porciones terminales, dada su pequeñez y su infiltración de células cromafínicas; pero en realidad las fibras presentan una morfología similar a las de series embrionarias más avanzadas.

De las Ramas cardiovagales izquierdas las superiores o suprarecurrentes se originan del margen anterointerno del vago, aproximadamente a nivel del cuarto arco aórtico y dentro de una zona de gran infiltración de células cromafínicas. En cortes más inferiores (LAMINA LXXXIII, Figura 253) las fibras se dirigen hacia delante y medialmente, hasta adosarse en la periferia anteroexterna de la porción anterior del sexto arco aórtico (LAMINA LXXXIV, Figura 256). En esta zona se encuentran las infiltraciones cromafínicas supra y periductal; y también es donde, el nervio cardiovagal superior izquierdo se divide en múltiples ramificaciones. De estas ramas, las más anteriores intentan llegar al corazón por el área pedicular; y las posteriores o principales, pasan por encima del ductus arterioso, para unirse con ramas recurrentes cardíacas izquierdas y ramas cardiovagales superiores derechas. Todas ellas, infiltradas de células cromafínicas y en conjunto forman el plexo del pedículo arterial.

Los Ramos cardiovagales infrarecurrentes izquierdos se originan los superiores (LAMINA LXXXV, Figura 257), a partir del recurrente y del propio tronco del vago, en secciones en que ya se corta la arteria pulmonar izquierda, mediante varios ramitos que tienden a rodear esta arteria por sus márgenes posterior y anterior (LAMINA LXXXVI, Figura 259). En esta zona empieza a desaparecer el meso arterial siendo el área de transición entre dicho meso y los mesos venosos laterales y en ella se observan fibras de conexión del pedículo arterial con el plexo pretraqueal.

Pero en la zona donde se van a originar a partir del vago yemas más gruesas (LAMINAS LXXXVII y LXXXVIII, Figuras 261 y 262), es la que corresponde a la iniciación del meso venoso lateral izquierdo (de la futura vena oblicua). De estos brotes parte de las fibras se dirige hacia el plexo prebronquial; pero otras se dirigen al meso de la citada vena (LAMINA LXXXVIII, Figura 264).

Finalmente, cuando se inicia la división de la tráquea en los dos bronquios principales, aparecen nuevos brotes, que rodean a la arteria pulmonar izquierda por sus márgenes externo e interno, para finalmente, llegar al plexo prebronquial. Durante su trayecto todas las ramas izquierdas que van del plexo pretraqueal primero y prebronquial después, se unen con las homólogas del lado opuesto, para abastecer al meso venoso medial (área del septum interauricular y origen de las venas pulmonares).

Los ramos simpáticos derechos se originan de la parte superior de la cadena cromafínica, a partir de lo que después será la porción inferior del ganglio cervical superior (LAMINA LXXV, Figuras 230 y 231), próximo al ganglio nodoso. Se inician en forma de pequeños brotes que se dirigen hacia los márgenes externo e interno de la arteria cefálica. Durante su recorrido descendente se le van uniendo otros nuevos.

A nivel de la sección del cuarto arco aórtico, los brotes que se originan de la cadena simpática son más gruesos, y tanto los externos como los internos siguen avanzando hacia adelante: los externos en busca del neumogástrico y tendiendo a fundirse algunos con él; y los internos también avanzan hacia adelante con tendencia a buscar, en cortes inferiores, las ramas del recurrente. De estos conglomerados unos se incorporan a las fibras de dichos nervios, otros siguen su marcha anterior y descendente, para unirse, los externos, al nervio cardiavagal

superior (LAMINA LXXV, Figura 233). Los internos se van haciendo laminares y se dirigen hacia planos más anteriores; esto ocurre cuando el cuarto arco aórtico empieza a estrangularse en su porción anterior y posterior; área en donde en la cadena cromafín los conglomerados celulares se encuentran más difusos, por lo cual suponemos sea el futuro tronco de esta cadena.

En cortes más inferiores la cadena cromafín (LAMINA LXXVI, Figuras 234 y 235) se engruesa y emite nuevas efusiones, externas e internas, que tienden a rodear la aorta dorsal; efusiones que poco a poco van avanzando hacia delante uniéndose con el vago y recurrente. Estos hechos van a ocurrir hasta que se secciona el sexto arco aórtico (LAMINA LXXVI, Figuras 235 y 236); a partir de este momento las efusiones celulares se hacen más escasas, no observándose, por el momento, salir nuevas efusiones cromafínicas a partir de la cadena. Sólo se observan conglomerados alrededor del saco aórtico.

En este embrión pues, los nervios cardiovagales derechos, en principio están bien manifiestos, pero después se enmascaran y es difícil seguir su recorrido. Algo similar ocurre con las efusiones simpáticas, que se funden con tales ramas cardiovagales.

Las ramas cardiosimpáticas izquierdas se originan de la cadena simpática en áreas más superiores a las del lado derecho, si bien se ponen mejor de manifiesto en los cortes indicados para el lado derecho (LAMINAS LXXV y LXXXV, Figuras 230 y 248). A partir de dichas áreas y en cortes inferiores, se observan pequeños brotes, los cuales tienden a rodear, por las caras externa e interna, a la aorta dorsal, fundiéndose entre sí los originados a distintos niveles (LAMINA LXXXI, Figura 250). Las ramas así formadas descienden por los márgenes laterales externo e interno de la citada arteria en forma de conglomerados

celulares más o menos independientes, intentando aproximarse, los externos al nervio vago, al cual se le incorporan algunas fibras.

En la estrangulación del cuarto arco aórtico, cuando se divide en su porción anterior y posterior, continúan las efusiones externa e interna, si bien parte de los conglomerados se han fundido con los nervios vago y recurrente, y, de los externos, la porción más anterior se funden con los nervios cardiovagales superiores, que el vago emite a partir de ese área.

A nivel de la sección del sexto arco aórtico se emiten otros nuevos brotes a partir de la futura cadena simpática, que en esa zona aumenta de volumen, con gran cantidad de conglomerados. Las efusiones celulares que venimos analizando, gran parte de ellas se han situado por la porción posterior de dicho arco avanzando hacia adelante y, cuando se produce la estrangulación de él (LAMINA LXXXIV, Figura 255), rodean a la porción posterior formándole como una especie de anillo. A partir de esa zona, y ya en cortes inferiores, no se van a originar más efusiones de células cromafínicas de la futura cadena simpática; sólo se observan (LAMINA LXXXIV, Figura 256) los que rodean al ductus arterioso por sus caras anteroexterna, posterointerna y superior.

Como hemos visto en este estadio de 13 mm. están esbozadas prácticamente todas las ramas cardíacas vagales y simpáticas, así como sus áreas de terminación. En un principio estas ramas se les puede seguir bien, pero al arborizarse e introducirse por entre estructuras compactas, sobre todo sus porciones preterminales, es más difícil seguir su recorrido por tratarse de pequeños canalículos. Después, en las formaciones plexiformes y en las áreas de terminación cardíaca, vuelven a ponerse en evidencia, debido, por una parte, al aumento de estas y, por otra, a las infiltraciones de células cromafínicas de los plexos yuxtacardiacos.

Por los hechos antes dichos consideramos a este estadio de 13 mm. y a los próximos hasta los 15 ó 16 mm., como los claves para mostrar un esquema simple de la inervación total del corazón.

A partir de los estadios citados, cada vez se van perfilando más, como veremos, los elementos vagales, simpáticos y ganglionares de nuestro estudio; y los análisis que haremos de ellos nos van a servir, además de para seguir su evolución, para ver las diferencias anatómicas que existen en especímenes de la misma especie, sobre todo en el modo de organizarse las ramas cardiacas a partir del tronco del vago o de la cadena simpática, ya que su distribución visceral, a través del meso arterial y los mesos venosos laterales y medial va a ser idéntico. Así:

EMBRIÓN HUMANO DE 19 mm.

Ramos cardiovagales derechos. El nervio cardiovagal superior se origina por dos ramitas, en el límite de transición entre cuello y tórax. La primera ramita lo hace por encima del origen del recurrente (LAMINA LVII, Figura 176) y la segunda yema a nivel del recurrente (LAMINAS LVII y LVIII, Figura 178 y 179). Ambas ramitas, que próximo a su origen y durante su trayecto reciben conexiones simpáticas, caminan primero independientemente pero pronto se funden y siguen la cara externa del tronco braquiocefálico, y después, cuando este va a desembocar en la aorta (LAMINA LVIII, Figura 181), se desdoblan en ramos anteriores y postero-internos. Las ramas anteriores por el margen anteroexterno del cayado de la aorta y terminan en las zonas de origen del pedículo arterial y proximidades. Los ramos de posición posterointerna se dirigen, situándose en el fondo de saco aórtico-traqueal, hacia el área del ductus arterioso (LAMINAS LIX y LX, Figuras 184 y 185), para formar parte del

plexo arterial, junto a las ramas del lado izquierdo y habiendo recibido previamente ramas de la segunda rama cardiovagal.

Las ramas cardiovagales segunda y tercera (LAMINA LIX, Figuras 182 y 183) nacen próximas a un nivel donde se secciona el cayado de la aorta. Ambas siguen dirección anteromedial y se conexionan entre sí; pues la tercera da ramas de unión a la segunda y esta última se desdobra en dos ramas una izquierda y otra derecha. La derecha es la que recibe conexiones de la tercera y esta se lateraliza tendiendo a aproximarse hacia la porción principal del primer nervio cardiovagal. El resto de lo que queda de la tercera rama, al separarse del vago, se sitúa en posición anterotraqueal derecha y sigue recibiendo pequeños filetes del nervio vago por lo cual tiende a engrosarse.

La cuarta rama cardiovagal se origina por una gruesa yema, cuando este nervio está situado en el margen anterolateral derecho de la tráquea y a un nivel en que se secciona el ductus arterioso. Como las anteriores recibe conexiones simpáticas y pronto tiende a desdoblarse en dos porciones.

Finalmente, en este caso, a partir del nervio vago se origina una quinta rama cardiovagal (LAMINA LXIV, Figura 197) en la zona del ensanchamiento de la tráquea cuando se inicia el desdoblamiento en sus dos bronquios principales; de esta quinta yema, además de las correspondientes ramas cardiacas, salen fibrillas que se dirigen hacia el pericardio parietal.

Las diferentes ramas cardiovagales que hemos ido enumerando son prácticamente todas ellas mixtas al recibir fibras simpáticas. En un principio caminan independientemente, pero pronto como hemos indicado empiezan a desdoblarse y unirse entre sí y, sobre todo, las más superiores, con las ramas homólogas del

lado izquierdo. Este hecho hace que, a partir de la transición entre el meso arterial y los mesos venosos, sea difícil individualizar unas de otras; y cuando estas ramas abordan al corazón por dichos mesos, no lo hacen de una manera pura, sino mezcladas entre sí las homólogas opuestas, si bien existe cierto predominio a la inervación homolateral.

Ramos cardiovagales izquierdos. Los superiores, en este caso, se originan por una gruesa yema a un nivel más inferior que las cardiovagales derechas, o sea, en la porción superior del tórax, cuando la sección crucial corta tangencialmente el punto de unión de la carótida derecha con la subclavia (LAMINA LXI, Figuras 187 y 188). Esta yema pronto recibe conexiones simpáticas y se tabica para desdoblarse en dos (LAMINA LXII, Figura 190). De las dos ramas neoformadas, la anterior se dirige hacia el margen izquierdo y externo de la aorta ascendente y origen de ambos vasos del pedículo arterial; y la posterior, al llegar a la zona supraductal, pronto se desfleca y se infiltra de neuroblastos, siendo imposible individualizar sus distintas ramas de arborización. En esta zona conecta con fibras del recurrente izquierdo y con las fibras principales del cardiovagal superior derecho para formar conjuntamente el plexo del meso arterial.

Las ramas infrarecurrentes se originan del vago por debajo del ductus arterioso a nivel de cuando este emite su recurrencia (LAMINA LXIV, Figura 196). Entonces, tanto del margen anterointerno del vago, del nervio recurrente, así como también del margen vagal anteroexterno, empiezan a salir nuevas yemas a distintos niveles. De estas yemas, las que se originan por el margen anterointerno del vago se dirigen hacia el plexo pretraqueal, situándose entre la tráquea y las arterias pulmonares (LAMINA LXV, Figuras 199 y 200); en cambio las que se originan del vago por su margen anterointerno (LAMINA LXVI, Figuras 202 y 203) bordean el margen anteroexterno de la arteria

pulmonar izquierda, para intentar situarse en la base del meso de la vena oblicua (LAMINA LXVI, Figura 203), lugar en que se infiltran de neuroblastos. Todas estas formaciones dan lugar a los plexos prebronquiales, con sus porciones posterior y anterior a las arterias pulmonares; plexos a partir de los cuales se forma el abastecimiento nervioso del corazón a través de los mesos venosos. Concretamente, a partir de los elementos neurofibrilares que acompaña la vena oblicua se abastece fundamentalmente la zona de desembocadura del seno venoso coronario; y a partir de las formaciones nerviosas prebronquiales se abasteceran los arcos del origen de las venas pulmonares y del surco del septum interauricular. Claro está que estos plexos, sobre todo el último, tienen bastantes componentes de los nervios del lado derecho.

Ramos simpáticos derechos. Se originan en la parte inferior del ganglio cervical superior por unas pequeñas yemas infiltradas de neuroblastos en un principio (LAMINA LXVII, Figuras 204 y 205), que pronto se desprenden del ganglio (LAMINA LXVII, Figura 206). Estas yemas son las primeras raicillas simpáticas que, fundiéndose y separándose entre sí, forman un retículo (LAMINA LXVIII, Figuras 207 y 208) detrás de la arteria carótida.

A partir de este retículo algunas fibras se dirigen hacia las vísceras superiores (musculatura constrictora y tiroides), pero el resto de ellas, con nuevas aportaciones de la cadena simpática, se sitúan detrás de la carótida, empezando a emitir colaterales internas y externas (LAMINA LXVIII, Figuras 209 y 210). Las ramas externas se funden con el vago y las internas con el nervio recurrente; no obstante queda un pequeño resto del plexo simpático retrocarotídeo. A partir de la porción medial cervical del tronco de la cadena simpática se origina otra gruesa raíz, que pronto se dirige a reforzar el plexo retrocarotídeo, el cual continua mandando conexiones hacia el vago y el recurrente

(LAMINA LXIX, Figura 213).

Finalmente a partir del ganglio estrellado vuelven a nacer nuevas raíces que tienden a unirse a los restos retrocarotideos anteriores. Pero estos restos se quedan en posición posterior al vago y recurrente (LAMINA LXX, Figuras 214 y 215) y laterales a la arteria subclavia se van a fundir con las ramas cardiovaginales superiores y cardiacas del recurrente hasta áreas inferiores a la arteria subclavia, cuando el nervio vago ha dado el recurrente. En este área los brotes simpáticos se infiltran de células neuroblásticas y forman un verdadero asa a la subclavia (LAMINA LXX, Figura 216).

Por debajo de dicho área es cuando las fibrillas simpáticas, tanto internas como externas, se unen a las ramas cardiacas vagales citadas (LAMINA LXX, Figura 217).

Ramos simpáticos izquierdos se desprenden a niveles un poco más superiores que los derechos, pero con las mismas características (LAMINA LXXI, Figuras 218 y 219). También forman el retículo retrocarotídeo, que da filetes nerviosos para las estructuras faríngeas. Gran parte de ellos siguen descendiendo detrás de la carótida (LAMINAS LXXI y LXXII, Figuras 220 y 221).

A partir del tracto medial del simpático cervical se forma otra gruesa yema, infiltrada de neuroblastos, que pronto los pierde, y se une al plexo simpático retrocarotídeo (LAMINA LXXII, Figuras 222 y 223). A partir del plexo retrocarotídeo, como en el lado derecho, van a salir conexiones para los nervios recurrente y vago, cordones nerviosos que se asimilan a las estructuras de los citados nervios. El resto del plexo simpático retrocarotídeo, con conexiones que recibe del ganglio estrellado, se desdobra en dos láminas interna y externa respectivamente, que se van a situar, la interna entre la carótida y el recurrente y la externa

entre esta arteria y el vago. Estas dos bandas reticulares dichas, siguen descendiendo y avanzando hacia adelante por los intersticios indicados (LAMINA LXXIV, Figura 227) y cuando la citada arteria desemboca en la aorta, dichas ramas se unen así: la externa a los nervios cardiovagales superiores y la interna a los cardiorecurrentes superiores (LAMINA LXXIV, Figura 228), para, al llegar a la zona del ductus arterioso, perder su individualidad, al mezclarse con la citada rama y las cardiovagales derechas superiores y formar el plexo del pedículo arterial.

EMBRION HUMANO DE 23 mm.

Las características diferenciales que muestran las ramas cardiacas en este estadio, tanto vagales como simpáticas, son la disminución de elementos celulares cromafínicos en ellas y el hacerse más patente la trama fibrilar; hecho que se irá acentuando en fases sucesivas superiores, hasta terminar el periodo embrionario. Además, como en anteriores estadios, todas las ramas están formadas y se muestran de forma evidente, y los datos perceptibles más destacados son las variaciones individuales que estas ramas presentan, sobre todo en cuanto su número o área de origen, que prácticamente es diferente en cada embrión. Así:

Ramos cardiovagales inferiores derechos o suprarecurrentes, en este caso se nos forman, en un principio, tres; aunque durante su recorrido quedan convertidos en uno sólo. Es más, el primer nervio infrarecurrente dará ramitas que se funden a estos nervios, para formar parte del plexo arterial. La película de los hechos es la siguiente: en la porción inferior de la tráquea, corte que se secciona al tiroides se desprenden del margen anterior del vago primero dos pequeñas ramitas (LAMINA XXXVII, Figura 113 y 114), y después otra mayor (LAMINA XXXVIII, Figura

117) las cuales durante su recorrido van recibiendo conexiones simpáticas. Las dos primeras ramitas, a nivel del asa del recurrente (LAMINA XXXIX, Figuras 119), se funden en una sola quedando independiente la tercera, pero aproximándose cada vez más a ellas.

Estas ramitas marchan hacia adelante y adentro, próximas al margen derecho del tronco braquiocefálico, hasta que, en un área próxima a la desembocadura de este en el cayado de la aorta, se funden en un principio, para desdoblarse después en dos ramas: una más pequeña que se sitúa por el margen anteroizquierdo del cayado de la aorta (LAMINA XL, Figura 122), y otra mayor que se situará posteriormente en el margen posteroderecho de dicho cayado, en el fondo de saco aórtico-traqueal. Esta última rama recibe conexiones del primer nervio infrarecurrente. El destino de estas ramas es el siguiente: las anterosuperiores izquierdas daran ramas para los márgenes izquierdos y anteriores de los dos troncos del pedículo arterial y la zona del intersticio existente entre ambos. Una vez hecho escala en los ganglios correspondientes de la zona, la rama principal, con la conexión recibida del infrarecurrente, después de situarse, como hemos dicho, en el fondo de saco aórtico-traqueal (LAMINA XLIII, Figura 130), se infiltra de neuroblastos y tras realizar conexiones con ramas cardiovagales del recurrente izquierdo, y del cardiovagal superior izquierdo, se ponen en contacto con los ganglios suprayuxtaductales de la zona, para así, todos juntos, formar la porción principal del plexo arterial.

De los nervios cardiovagales infrarecurrentes, el principal, o infrarecurrente superior se origina por varias raicillas: unas del propio recurrente (LAMINA XXXIX, Figura 120) y las dos restantes, más inferiores, a partir del tronco y vago (LAMINA XL, Figuras 121 y 122). Así se forma un grueso tronco, por la fusión de esas tres raicillas, que pronto se desdobra en una ramita

pequeña izquierda, la que se unía al cardiovagal superior, y otra gruesa, que pronto se desdoblará en dos ramas. Estas dos ramas se dirigen hacia la izquierda para situarse en posición pretraqueal (LAMINA XLI, Figura 126), tendiendo a colocarse en la base de un espacio triangular limitado por detrás por la vena yugular. Este espacio será el meso lateral derecho, por donde penetran los nervios en el nódulo sino-auricular. Pero, a la par, se han ido originando del vago otras dos ramitas: la tercera y cuarta infrarecurrentes (LAMINA XLI, Figuras 125 y 126). A partir de esta zona empieza a formarse el meso pretraqueal tras recibir conexiones de elementos nerviosos del lado izquierdo. Por dicha causa los elementos nerviosos citados empiezan a perder su individualidad (LAMINA XLIII, Figura 132), pudiéndose precisar que de las ramas más anteriores del infrarecurrente (los dos gruesos troncos principales) salen fibras que se dirigen, rodeando la cava superior (LAMINA XLIV, Figura 133), hacia el nódulo sino-auricular (LAMINA XLIV, Figura 134) ya infiltradas de neuroblastos. A partir de los ramos infrarecurrentes más inferiores suelen salir fibrillas que se dirigen al pericardio parietal, que en esa zona tiene su unión. El resto de las fibras infrarecurrentes, más las del lado izquierdo, son las que siguen descendiendo para formar los plexos prebronquiales, que rodean las arterias pulmonares y se dirigen hacia la zona media o interauricular y hacia la desembocadura de las venas pulmonares.

Los nervios cardiovagales superiores izquierdos, en este embrión, a diferencia de los anteriores embriones, se originan, por una parte, en el margen posterior del nervio vago; aunque al mismo nivel inferior del cuello (LAMINA XLV, Figura 138). Pronto recibe conexiones simpáticas e infiltrados de neuroblastos transformándose en un nervio mixto. Este nervio bordea el margen interno del vago y se hace cada vez más anterior, hasta que, en la zona en que la carótida primitiva se aproxima para desembocar en la aorta (LAMINA XLVII, Figura 143) queda situado entre el

margen externo de dicha arteria carótida y el margen interno del vago. A nivel de la desembocadura de la subclavia en el cayado de la aorta, el nervio cardiovagal superior mixto ha progresado, situándose entre el margen posteroexterno del cayado de la aorta y el vago. En esta zona, a causa de sufrir infiltraciones neuroblásticas, y mayores conexiones simpáticas, empieza a desdoblarse en ramos anteriores, más pequeños, y en un ramo posterior de mayor volumen. A partir de este área hacia abajo las ramas reciben infiltraciones neuroblásticas, formándose los ganglios yuxtaductales; no obstante se puede precisar que las ramas anteriores se distribuyen por el margen izquierdo de la aorta y por la parte posterior del tronco de las pulmonares, hacia los ganglios situados en esa zona; y la parte principal de ramas posteriores, las cuales forman la masa principal del plexo del pedículo arterial, al conexionarse con ramas recurrentes del mismo lado y con las vagales cardiacas superiores del lado derecho, además de algunas anastomosis del primer infrarecurrente derecho. A partir de esta zona no se pueden seguir individualizados los ramos nerviosos cardiovagales izquierdos superiores.

Los nervios cardiovagales infrarecurrentes. Empiezan a originarse del vago a un nivel un poco superior de cuando este da la horquilla recurrente por debajo del ductus arterioso (LAMINA XLVIII, Figura 147). Estos ramos empiezan a originarse a partir del vago y a partir del nervio recurrente los más superiores. Los que se originan del recurrente se dirigen directamente hacia el plexo prebronquial en su inicio, en el espacio comprendido entre bronquio izquierdo, en su origen, y la arteria pulmonar derecha, que está empezando a originarse. Los que en esa zona se originan del vago, avanzan por el margen anterior del origen del tronco común de la pulmonar se dirigen hacia adelante para, en áreas inferiores, pasar por delante de la arteria pulmonar (LAMINA XLVIII, Figura 148). También se originan otras ramas más

inferiores que tienden a dirigirse al plexo prebronquial, por detrás de la arteria pulmonar derecha. A partir de estas ramas infrarecurrentes, sobre todo las anteriores, cuando aparece el meso de la vena oblicua, (LAMINA XLIX, Figura 150) parte de ellas forman un grueso cordón que seguirá a este meso, más o menos ramificados posteriormente, hasta su desembocadura en el seno venoso. Las restantes ramas infrarecurrentes se entremezclan con el plexo prebronquial, pero de forma no individualizada, para el abastecimiento de los mesos venosos medial y el origen de las venas pulmonares (LAMINA XLIX, Figura 151).

Los ramos simpáticos derechos, como en embriones anteriores, se originan de la porción inferior del ganglio cervical superior (LAMINAS L y LI, Figuras 153, 154, 156 y 157) por varias raicillas que, en su origen, están infiltradas de células neuroblásticas. Estas raicillas, al ir perdiendo su masa neuroblástica, se transforman en delgados filetes nerviosos que se funden y se separan, dando lugar a una formación en retículo que desciende entre el ganglio y la arteria carótida. A partir de este plexo, en las zonas superiores, van a salir pequeñas ramitas que se pierden entre las estructuras de las vísceras vecinas; pero las fundamentales se van adosando al nervio vago, las externas, y las internas tienden a unirse con el nervio recurrente; no obstante, siguen quedando fibras independientes de este retículo, en posición retrocarotídea. A estas fibras se le unirán nuevas yemas que se formaran a partir del tronco intermedio de la cadena simpática (LAMINA LII, Figura 160), las cuales, conforme descienden, más que adosarse a los nervios recurrentes y vago, se sitúan por el margen externo del recurrente e interno del vago, para avanzar hacia delante y situarse en posiciones laterales externo e interno de la arteria carótida (LAMINA LII, Figuras 161 y 162). Otros terceros brotes nacen en la cadena simpática (LAMINA LII, Figura 163) a nivel de la sección de la arteria subclavia. En este nivel el cordón

posterior se desdobra para dejar paso a dicha arteria y a la vertebral. Estos filetes laterocarotídeos al descender y avanzar, se uniran los externos al nervio cardiovagal superior, y los anteriores internos al ramo infrarecurrente.

A partir de entonces no hemos observado nuevas efusiones simpáticas hacia el corazón.

Los ramos simpáticos izquierdos aunque en esencia las características y modo de distribución son similares a los derechos, sin embargo, existen algunas diferencias en cuanto al modo de desprenderse estos de la cadena simpática; así: en un principio, de la porción inferior del ganglio cervical superior se originan pequeñas yemas con infiltraciones neuroblásticas (LAMINA LIV, Figuras 165 y 166), que pronto se separan del ganglio y se unen y se separan entre sí, formando un delgado plexo. A partir de este plexo se van originando filetes que se dirigen hacia las estructuras de la zona (musculatura constrictora y tiroides); no obstante parte de estos filetes siguen descendiendo hasta que en la zona de terminación del ganglio, ya en el tronco fibrilar, se desprende de este tronco (LAMINA LV, Figura 169), una gruesa yema, infiltrada de neuroblastos, que pronto se desprende de ellos (LAMINA LV, Figura 170) y se divide en multitud de ramas (LAMINA LV, Figura 171), las cuales se sitúan detrás de la arteria carótida. A partir de entonces parte de estos filetes se orientan en las direcciones laterointerna y lateroexterna de la carótida, con tendencia a adosarse, los internos, hacia el recurrente; y los externos hacia el vago. A la par que esto va ocurriendo, a partir de la porción media del tronco de la cadena simpática cervical (LAMINA XLV, Figura 137), se han ido y se siguen formando nuevas yemas, que tienden a unirse con los restos del encaje simpático retrocarotideo, formándose en esta zona un nuevo conglomerado celular. De este conglomerado se van a desprender nuevos filetes

que, dirigiéndose por los márgenes lateral externo e interno de la carótida, como antes lo hicieron, se van a unir los externos al nervio cardiovagal superior, que en este caso se originaba del margen posterior del vago; y los internos toman dirección hacia el recurrente, situándose entre este y la arteria carótida primitiva (LAMINA XLV, Figura 138). Por dicha zona siguen avanzando hacia abajo y hacia delante (LAMINA XLVI, Figuras 141 y 142), hasta que la citada arteria (LAMINA LV, Figura 172) va a desembocar en el cayado de la aorta (LAMINA LV, Figura 172).

Otra nueva efusión de filetes nerviosos, que se unen a los anteriores, se forma a partir del área del ganglio estrellado (LAMINA XL, Figura 123); filetes que se unen a los anteriormente dichos, situados detrás de la carótida, cuando ésta desemboca en el cayado aórtico.

Desde esta posición retrocarotidea se desdobra el plexo simpático en dos porciones: la interna va a ocupar el espacio comprendido entre el nervio recurrente y el cayado de la aorta (LAMINA LVI, Figura 173) y la externa entre el vago y el cayado de la aorta; desde estas zonas irán avanzando hacia delante y abajo (LAMINA LVI, Figura 174) hasta llegar a los espacios latero y supraductales, donde algunas fibrillas independientes y otras unidas, como hemos dicho, con los nervios cardiovagales superiores, ramas recurrentes cardíacas izquierdas y nervios cardiovagales superiores derechos, van a formar el plexo del pedículo arterial, perdiendo su individualidad.

EMBRION HUMANO DE 24,5 mm.

Ramos cardiovagales derechos. La disposición que adoptan los nervios cardíacos vagales en este embrión es similar al del anteriormente descrito. Ahora bien, como ha sido cortado

sagitalmente, podremos precisar mejor las disposiciones o niveles de altura en el origen de cada uno de ellos y sus relaciones con las distintas organizaciones embrionarias, e ir analizando su situación de fuera a dentro.

El primer nervio cardiovagal superior se origina, por dos raíces: una que nace un poco superior al lugar de fusión de la carótida con la subclavia (LAMINA XXVI, Figura 75), y otra segunda raíz que nace en el ángulo de fusión de ambos vasos. Esta última se coloca, en áreas próximas a su origen, en lugar posterior a la superior (LAMINA XXVI, Figura 77). Ambas raíces, conforme descienden para llegar a su lugar de destino, se van aproximando, aunque no llegan a fundirse, originándose dos nervios cardiogaes superiores individualizados, primero y segundo. Durante su trayecto, al igual que le ocurre al nervio vago, van a ir recibiendo ambos elementos en el lugar de terminación de ambos nervios en el corazón; es igual al del primer nervio cardiovagal superior en otros embriones.

La tercera rama cardiovagal o primera infrarecurrente, que hemos denominado así por la no fusión de las dos ramas suprarecurrentes anteriores, nace por varias raicillas (LAMINA XXVII, Figura 80) a partir del vago y el asa del recurrente, dando lugar a un grueso tronco nervioso, que si lo comparamos con los del embrión BB-4 de 26 mm. va a corresponder al conjunto de los nervios que en aquél llamamos segunda y tercera rama cardiovagal. También seguirá un trayecto similar al descrito para ambos y tendrán áreas similares de distribución.

Finalmente la cuarta rama cardiovagal, o segunda infrarecurrente de este embrión, se origina por encima del bronquio principal derecho (LAMINA XXVII, Figura 79) e inmediatamente se dirige hacia abajo y medialmente, hasta adoptar una posición pretraqueal, cuando la tráquea inicia su bifurcación

en los dos bronquios principales. Esta rama, según su origen y modo de distribución corresponde a la cuarta rama cardiovagal del E.H. BB-4.

Como todas las ramas tienen similitud con las homólogas del E.H. BB-4 en vez de narrar la descripción individualizada del trayecto y modo de terminación, presentamos una demostración microfotográfica completa de tales hechos.

La Figura 81, LAMINA XXVIII, corresponde a una sección sagital de la zona de unión de las arterias carótida primitiva y subclavia derecha. Próximo al margen antero-inferior de la subclavia se encuentran los dos nervios cardiovagales suprarecurrentes; próximos a ellos existen conglomerados celulares y ramitas simpáticas, que pronto se les unirán.

La Figura 82, LAMINA XXVIII, muestra una sección sagital de la zona del nódulo sino-auricular y de la vena cava superior próxima a su desembocadura; detrás de esta última se encuentra la sección de la arteria pulmonar derecha, y cortada sagitalmente, en un plano posterior, la tráquea. El tercer nervio cardiovagal se encuentra en situación pretraqueal y por encima de la sección de la cava superior. El cuarto nervio cardiovagal se encuentra situado detrás del margen posterior de la cava, entre esta y la arteria pulmonar. A partir de ambos nervios salen ramitas, que se encuentran seccionadas perpendicularmente, las cuales se dirigen a la zona del nódulo sino-auricular.

La Figura 83, LAMINA XXVIII, corresponde a la zona del nódulo sino-auricular en donde se observan las ramitas anteriormente indicadas y además conglomerados neuroblásticos en su periferia.

La Figura 85, LAMINA XXIX, corresponde a una sección sagital

media del árbol respiratorio; también se encuentra seccionado el tronco braquiocefálico arterial derecho. Los nervios cardiovagales superiores se encuentran situados por debajo de dicho tronco arterial, aún individualizados, pero ya tienen adosadas las fibras simpáticas.

La Figura 86, LAMINA XXIX, corresponde a una sección sagital al mismo nivel de la figura anterior. En ella se observan los nervios cardiovagales tercero y cuarto en posición pretraqueal y dando ramas que colaboran en la formación de los plexos anterior y posterior de la arteria pulmonar derecha, a partir de los cuales salen difusiones para la zona posterior auricular y origen de las venas pulmonares. En ambas zonas citadas existen además acúmulos neuroblásticos.

La Figura 90, LAMINA XXX, muestra el nivel cuando el tronco braquiocefálico está próximo a desembocar en el cayado de la aorta. Entonces las ramas cardíacas superiores se sitúan, las porciones principales, por la parte posterosuperior de este cayado, pero algunos ramitos se van también por la porción anterosuperior. En secciones sagitales que cortan el margen externo de la tráquea, se observan las ramitas superiores y anteriores de los nervios cardiovagales superiores, seccionadas perpendicularmente, ocupando el margen del cayado de la aorta y dirigiéndose al origen de los grandes vasos al corazón; en cambio, los troncos principales ya se han infiltrado de neuroblastos y están situados entre la tráquea y el cayado de la aorta, tendiendo a dirigirse al fondo de saco aórtico-mediastínico. Las ramas tercera y cuarta forman ya un plexo que, a través del seno del meso venoso anterior, tiende a dirigirse hacia la base del corazón.

Finalmente en cortes más hacia la izquierda, donde a desaparecido la porción medial del árbol respiratorio y por la

porción inferior se ve el origen del bronquio izquierdo, se observan las fibras superiores, infiltradas de neuroblastos, formando el plexo del meso arterial, al unírsele ramas homólogas del lado izquierdo. También se ve en esta zona como entre la arteria pulmonar y el bronquio izquierdo salen conexiones de este plexo arterial para el plexo prebronquial; estas últimas ramas unen los plexos del meso arterial con el plexo del meso venoso inferior o medial. La disposición de los elementos antes dichos se ve mejor en la figura 94, LAMINA XXXI, ampliación de la anterior.

Los ramos cardiovagales izquierdos, en líneas generales, guardan analogías en cuanto a áreas de origen y zonas de terminación, con las homólogas de otros embriones.

La rama primera cardiovagal izquierda o suprarrecurrente, se desprende del vago en el límite de transición entre cuello y tórax (LAMINA XXXIII, Figura 101) y se sitúa en un intersticio comprendido entre la formación venosa del tronco braquiocefálico izquierdo y la arteria carótida. Se origina del vago por varias raicillas, las cuales toman dirección hacia abajo y hacia la derecha, para terminar así: las anteriores y superiores, hacia el origen de los grandes vasos; y las mayores, más posteriores, hacia los márgenes lateral izquierdo y superior del ductus arterioso (LAMINA XXXIII, Figura 102). Durante su trayecto, como en los anteriores casos, se le han ido adosando a estos nervios fibras simpáticas superiores y cuando llegan a la zona del ductus se encuentran infiltradas de neuroblastos. Debajo del ductus arterioso aparece el nervio recurrente, que formará su horquilla ascendente en esta zona. A partir del nervio recurrente empiezan a iniciarse los primeros nervios cardiovagales infrarecurrentes como ramos principales, pero también dará algunas fibrillas que se unen con los cardiovagales superiores, para formar el plexo del meso arterial. A partir de la zona supraductal, que se ve

mejor ampliada en la Figura 104, LAMINA XXXIV, es prácticamente imposible seguir individualizados a los nervios cardiovagales superiores, una vez que se han iniciado el plexo cardiaco superior del meso arterial. De este plexo y entre el ductus arterioso y la aorta, salen conexiones de las cuales, las fundamentales, se dirigen hacia el origen de los grandes vasos, con bastantes infiltraciones neuroblásticas, y el resto parte para formar el plexo pretraqueal (LAMINA XXXIV, Figura 105).

Como antes hemos indicado a partir de la horquilla del nervio recurrente y del vago, al mismo nivel que da este nervio, se origina el primer nervio cardiovagal infrarecurrente (LAMINAS XXXIII y XXXIV, Figuras 102 y 105) y debajo un poco por encima del nivel del origen de los bronquios, se originan los nervios tercero y cuarto nervio cardiovagal a partir directamente del vago. El conjunto de las conexiones que envía el plexo arterial, y de los nervios infrarecurrentes se forma el plexo prebronquial, con sus porciones anteriores y posteriores a la arteria pulmonar. A partir de dicho plexo salen ramos: unos se introducen por el meso de la vena oblicua (LAMINA XXXIV, Figura 106) y otros por el meso venoso medial (LAMINA XXXV, Figura 107). Las ramas citadas que se introducen en los mencionados mesos, al llegar a las correspondientes áreas cardíacas, porción medial interauricular (LAMINA XXXV, Figura 109) y origen de las pulmonares (LAMINA XXXVI, Figura 111), se infiltran de células neuroblásticas y parte de estos elementos penetran en la pared del corazón.

Ramos simpáticos derechos. En este embrión, que presenta un estadio próximo al BB-4 (26 mm.); la disposición de los elementos nerviosos en ambos lados va a ser similar; pero como ha sido cortado sagitalmente se pueden demostrar mejor el origen y la disposición de la cadena simpática en este nuevo sentido de corte; por lo tanto vamos a hacer solamente una demostración gráfica de lo que en aquel explicaremos. Los nervios simpáticos

se originan por varias raicillas del ganglio cervical superior: primera raicilla (LAMINA XXIV, Figura 69), segunda raicilla (LAMINA XXV, Figura 71); la primera camina en un plano anterior, y a niveles inferiores, tienden a unirse con las inferiores para formar un encaje o plexo (LAMINA XXV, Figura 72). A este plexo superior se le unen fibras de la porción intermedia del tronco simpático cervical y también del asa de Vieussens (LAMINA XXIV, Figura 68); estas fibras se unen por una parte al vago (LAMINAS XXV y XXVI, Figuras 73 y 74) y también al recurrente (LAMINA XXVI, Figura 76), así como a los nervios cardiovagales superiores (LAMINAS XXVI, XXVII y XXVIII, Figuras 77, 78, 80 y 81), y ya, a partir de esas zonas, caminan junto con ellos a su lugar de destino.

Con los ramos simpáticos izquierdos, va a ocurrir igual. El origen de las ramas simpáticas superiores (LAMINA XXXII, Figuras 96 y 97) se hace por dos raicillas que se funden y se infiltran de neuroblastos (LAMINA XXII, Figura 98) y van a recibir conexiones de la porción intermedia de la cadena simpática (LAMINA XXXIII, Figura 99) y del asa de Vieussens, LAMINA XXXIII, Figuras 99 y 100). Estas fibras tienen tendencia a dirigirse al vago donde se anastomosan con él (LAMINA XXXIII, Figura 99) y con el recurrente (LAMINA XXXIII, Figura 101). Después el resto de las fibras simpáticas se funden con los nervios cardiovagales superiores (LAMINA XXXIV, Figura 104) y los del recurrente (LAMINA XXXIV, Figura 105), para ir a sus lugares de destino.

EMBRION HUMANO DE 26 mm.

Primer nervio cardiovagal derecho. Se inicia por dos yemas: la primera se origina por encima y un poco antes de comenzar la fusión de la arteria subclavia con la carótida común. (LAMINA I,

Figuras 1 y 2). En la zona de fusión de ambas arterias se le suman, primero, ramas simpáticas superiores (LAMINA I, Figura 3); y un poco después un delgado filete vagal, que nace en el área de origen del recurrente (LAMINA II, Figura 4). Esta primera rama mixta cardiovago-simpática, se dirige hacia abajo y medialmente, y se desdobra en tres ramas: (LAMINA III, Figura 7), una medial y anterior, que sigue el margen lateroderecho del tronco branquiocefálico arterial, la cual, al desembocar este tronco en el cayado de la aorta, se ramifica por los márgenes anterior e izquierdo de este cayado (LAMINA III, Figura 8) y aorta ascendente, y terminan, unas ramificaciones uniéndose con ramas anteriores del nervio cardiovagal superior izquierdo, y las ramificaciones finales terminarán en un ganglio laminar situado entre las dos arterias del pedículo en su origen y en pequeños ganglios difusos situados en los alrededores del origen de la arteria pulmonar (margen anterior externo). Las dos restantes ramas, fundiéndose unas veces y separándose otras, (LAMINA III, Figuras 7 y 8) se dirigen hacia la izquierda, para situarse junto al fondo de saco aórtico-mediástinico e infiltrarse de neuroblastos (LAMINA IV, Figura 11), aunque durante su trayecto da ramas para la porción posteroderecha del arco aórtico y aorta descendente. El conglomerado celular donde terminan estas ramas formarán parte (junto con los ganglios laminar, situado en el origen de las grandes arterias del pedículo, y los yuxtaductales), del plexo del pedículo arterial, el cual se le unen las ramas cardiovagales izquierdas superiores y simpáticas y ramas del recurrente del mismo lado.

El segundo nervio cardiovagal derecho o primero infrarecurrente, nace por debajo del origen del recurrente. (LAMINA IV, Figura 11). Conforme desciende se dirige, como el anterior, hacia adelante y hacia la línea media, hasta situarse en el área pretraqueal medial. Durante su trayecto también recibe ramitas simpáticas. Este nervio pronto se desdobra en dos ramas a

y b. La rama a o izquierda, tras recibir infiltraciones celulares en su trayecto y conexiones de pequeñas fibrillas, continua descendiendo en posición pretraqueal, desviándose hacia la izquierda; (LAMINA V, Figura 14); y cuando ha desaparecido el meso arterial, ésta rama adopta una posición retroarterial, con respecto a la arteria pulmonar derecha, hasta que, en cortes inferiores, se desdobla, dando ramas anteriores y posteriores a la arteria pulmonar derecha, formando parte del plexo prebronquial (LAMINA VI, Figura 17). No obstante, este nervio ha recibido conexiones del plexo del pedículo arterial, sobre todo en la porción final de la primera rama cardiovagal derecha y recurrente izquierda. La rama b o derecha, pronto se une con un nuevo brote que sale del vago, el tercer nervio cardiovagal o segundo infrarecurrente, siendo imposible seguirla individualizada.

El tercer nervio cardiovagal nace del vago en zona un poco más inferior al segundo, (LAMINA V, Figura 14). Igual que aquél se dirige hacia adelante y línea media, acercándose pronto a la rama b o derecha del segundo nervio cardiovagal, con la que pronto se fusiona (LAMINA VI, Figura 15). Ambos nervios, fusionados, descienden en posición pretraqueal, entre la tráquea y el margen posterointerno de la vena cava superior, aunque desviados un poco hacia la derecha. Esta rama, en cortes inferiores, se desdobla en tres (LAMINA VI, Figura 17), las cuales en un principio están próximas, pero después se separan, situándose dos en un plano más anterior, siendo una de ellas, la derecha, de mayor volumen, y la tercera, más pequeña, se sitúa en un plano posterior a las anteriores. Estas tres ramas se encuentran en posición pretraqueal media. En esta posición continúan una vez desaparecido el meso arterial; más cuando se inicia la bifurcación de la tráquea en los dos bronquios primitivos (LAMINA VII, Figura 18), la rama anterointerna de trifurcación se infiltra de neuroblastos y recibe conexiones de

la segunda. A partir de esta fusión salen formaciones nerviosas que se sitúan en el margen lateral derecho de la arteria pulmonar derecha y entre esta y la vena cava superior, en zona próxima a su desembocadura en el seno (LAMINA VIII, Figuras 20 y 21). Las restantes ramas no varían.

Finalmente, cuando la vena cava desemboca en el seno (LAMINA VIII, Figuras 20 y 21), hay fusión de las distintas ramas de la tercera y algunas ramificaciones del cuarto nervio cardiovagal, formándose más intrincado el plexo prebronquial. No obstante, se puede precisar que a partir de la tercera rama, algunas fibras de la segunda y porciones anteriores de la cuarta, se originan formaciones nerviosas: unas que rodean a la arteria pulmonar derecha y otras penetran en el seno (zona nódulo sino-auricular). Las restantes ramas siguen descendiendo, posterior al plexo prebronquial.

El cuarto nervio cardiovagal se origina a partir del margen antero-interno del tronco del vago y a un nivel aproximado que secciona el ductus arterioso (LAMINA VI, Figura 16). Como las ramas precedentes, conforme desciende tiende a dirigirse hacia posiciones mediales y anteriores. Esta rama se origina, además de por la raíz principal, por otras raicillas accesorias, que se desprenden del vago (LAMINA VI, Figura 17) en planos un poco más inferiores, lo cual hace que aumente de tamaño. Cuando desaparece el meso arterial la citada rama adopta una posición pretraqueal, junto al margen anterolateral derecho de la tráquea, e inmediatamente detrás de la vena cava superior (LAMINA VII, Figura 18); en esta zona la citada rama se desdobra en dos componentes principales: uno más pequeño y medial, que se situa lateral a las tres ramas de la tercera vagal, y otra mayor que sigue en posición anterolateral a la tráquea y en el margen anterointerno de la cava superior. En áreas más inferiores, cuando la vena cava desemboca en el seno, la porción más medial y

pequeña tiende a unirse a los ramos de la tercera, para dar los ramos que rodean a la arteria pulmonar derecha y a aquellos otros que penetraban en el corazón en dirección hacia el nódulo del sino-auricular (LAMINA VIII, Figura 21). Ya en cortes más inferiores (LAMINA VIII, Figura 22), la porción principal de la cuarta rama se une a los restos de la tercera para formar el plexo prebronquial, cuyo entrelazado seguirá descendiendo para penetrar en el corazón por la zona auricular septal o medial a través del correspondiente meso y hacia el área de desembocadura de las venas pulmonares.

De los nervios cardiovagales izquierdos, el primero se inicia por dos pequeñas raíces, que se originan en la parte inferior del cuello del embrión; la primera raíz (LAMINA IX, Figuras 23 y 24), hacia un nivel que corresponde a la zona de la parte inferior del tiroides y paratiroides; y la segunda en la zona de unión de las venas yugular y subclavia, para formar el tronco braquiocefálico venoso izquierdo. Estas raíces descienden independientemente y poco a poco se van aproximando hasta que, próximo a la desembocadura del tronco braquiocefálico derecho en el cayado de la aorta, ambas ramas se adosan entre sí formando un tronco común, el nervio cardiaco vagal superior (LAMINA XI, Figuras 29 y 30). Este nervio se sitúa entre el margen anterointerno del vago y el posteroexterno del cayado de la aorta. En la indicada zona recibe ramitos simpáticos, que tienden a fundirse con la rama posterior. A niveles un poco más inferiores, cuando se secciona la porción superior del cayado de la aorta (LAMINA XI, Figura 31), el nervio cardiovagal superior tiende a desdoblarse otra vez en dos ramas, una anterior y otra posterior. De estas ramas la anterior se desfleca en múltiples raicillas, las cuales tienden a dirigirse a zonas similares a donde lo hacían la rama anteromedial del nervio cardiovagal derecho (origen de los grandes vasos y porción anterior cardiaca donde ellos desembocan); en cambio la rama

posterior tiende a dirigirse hacia la zona del ductus arterioso. Previamente a estas ramificaciones las ramas han recibido una gran infiltración neuroblástica (LAMINA XII, Figuras 33 y 34), por lo cual es imposible seguir su trayecto individualizado, ya que, en esta zona, se forma el plexo del pedículo arterial, al cual se le unen ramas del recurrente izquierdo y la porción principal de la rama cardiovagal superior derecha.

La emisión de nuevas ramas cardíacas va a ocurrir en áreas próximas a las del origen del nervio recurrente izquierdo del vago; y estas raíces se van a originar, tanto del propio tronco del vago, como del nervio recurrente. Así: cuando se secciona el ductus arterioso, antes de formarse la horquilla del recurrente, tanto del nervio vago (LAMINA XIII, Figura 36), como del nervio recurrente, se van a originar unas pequeñas ramas. De estas ramas, las del vago, tienden a bordear la arteria pulmonar izquierda por sus márgenes externo y anterior; y las ramas que proceden del nervio recurrente van a rodear a la arteria pulmonar por su margen interno. De esta manera empiezan a iniciarse los plexos prebronquiales, a los cuales se le unen también algunas fibras procedentes del plexo del pedículo arterial. Este plexo (LAMINA XIII, Figura 37) pronto se infiltra de células neuroblásticas lo cual hace difícil seguir el trayecto individualizado de las citadas ramas nerviosas.

Por debajo del origen del recurrente y a partir del tronco del vago (LAMINA XIV, Figura 38), sale un nuevo ramo que, rodeando el margen externo de la pulmonar izquierda, va a situarse sobre la base del meso de la vena oblicua (LAMINA XIV, Figura 39). Esta rama nerviosa también recibe infiltración neuroblástica en el área citada.

A partir de estos plexos y conglomerados celulares, a los cuales se le han unido las ramas tercera y cuarta ya indicadas en

el lado derecho, van a salir formaciones nerviosas que se dirigen a la porción medial del septum interauricular, a la zona de desembocadura de las venas pulmonares y la zona de desembocadura del seno coronario o antigua vena oblicua. De esta manera, con la conjunción de los nervios de los lados, izquierdo y derecho, se inicia la inervación del corazón por los siguientes pedículos que, en resumen, se pueden concretar: pedículo arterial o superior situado en el origen de los grandes vasos; pedículos laterales o medios que corresponden a las áreas de desembocadura de los primitivos conductos de Cuvier derecho e izquierdo (que en este embrión está representado por la desembocadura de la vena cava superior y el meso de la vena oblicua o futuro seno coronario); y el meso venoso medial inferior, que corresponde a las áreas septales interauriculares y origen de las venas pulmonares.

Los primeros ramos simpáticos derechos cardíacos se originan en la parte inferior del ganglio cervical superior por varias raicillas y a distintos niveles (LAMINA XV, Figuras 41, 42 y 43), las cuales tienden a fundirse primero y a separarse después (LAMINA XV, Figura 44) en múltiples cordoncitos nerviosos dando lugar, más que a un fascículo nervioso, a una formación plexiforme o encaje, que tiende a situarse por detrás de la carótida interna. A partir de este encaje van saliendo pequeños cordoncitos que se dirigen, los internos, hacia el nervio recurrente (LAMINA XVI, Figura 45), y los externos hacia el nervio vago, donde se funden con las fibras de los citados nervios. También a partir de la porción intermedia del cordón simpático cervical se originan otras nuevas raíces, con infiltraciones neuroblásticas en su origen como en las anteriores, (LAMINAS XVI y XVII, Figuras 47 y 48), que tienden a unirse a la malla retrocarotídea citada.

Igualmente también se forman nuevas efusiones a partir del

ganglio estrellado (LAMINA XVII, Figura 49), que, al llegar a la zona de la subclavia, bordean a esta por la cara externa e interna para formar el asa de Vieussens.

El conjunto de esta red así formada no sólo va dando fibras que se conectan con el nervio vago recurrente, sino que, las internas, siguiendo un camino por debajo de la subclavia, por la parte anterior del nervio recurrente (LAMINA XVII, Figura 50), y los ramitos externos, situándose entre el nervio vago y la subclavia, va a dirigirse a planos anteriores y externos, con el fin de que cuando en esa zona el nervio vago da los nervios cardiovagales superiores, se suman a ellos formando el ramo cardiovago-simpático superior; o sea, un ramo mixto que, como vemos, llegaba al pedículo arterial del corazón. Los ramitos internos que quedan se suman al primer nervio cardiovagal infrarecurrente, para seguir con él hasta su lugar de destino. A partir de esta zona no hemos encontrado ramitas simpáticas que se dirijan directamente al corazón, a pesar de haber utilizado grandes aumentos; y si las hay se nos han escapado a nuestra observación o pueden ser algunas de las ramitas situadas en zonas pretraqueal.

Los ramos simpáticos izquierdos van a adoptar una morfología análoga a la del derecho. A partir de la porción inferior del ganglio cervical superior se van a formar dos o tres raíces, en su origen infiltradas de neuroblastos que luego pierden, las cuales se funden en un principio para desdoblarse en distintos ramos (LAMINA XIX, Figuras 52, 53 y 54). También a partir del tronco de la cadena simpática (LAMINAS XIX y XX, Figuras 55 y 56) se forman nuevas ramas que se unen a las anteriormente indicadas, formando el encaje anteriormente dicho detrás de la arteria carótida. A partir de este retículo van a salir efusiones que de las cuales las primeras se unen con el nervio recurrente (LAMINA XX, Figura 56) y a niveles más inferiores con el vago;

incorporándose sus fibras a los nervios dichos. El resto del retículo que queda, va a recibir nuevas ramitas a partir del ganglio estrellado a través del asa de la subclavia (LAMINAS XX y XXI, Figuras 58 y 59), las cuales engrosan el retículo retrocarotídeo; este retículo, cuando la carótida termina en el cayado de la aorta (LAMINA XXII, Figura 63), se parte en dos porciones que se sitúan primero por los márgenes anterolaterales externo e interno de esta arteria; y después avanzan hacia adelante y se sitúan las internas entre el recurrente del vago y el cayado de la aorta; y las externas entre el nervio vago y el cayado de la aorta. Así seguirán avanzando paulatinamente por los márgenes del cayado de la aorta hasta que se desprenda las ramas cardiovagal superior y las ramitas recurrentes cardiacas superiores, para que, junto con los citados elementos, avanzar hacia las zonas latero y supraductales e intervenir así, junto con los nervios cardiovagales superiores derecho e izquierdo, en el plexo del pedículo arterial ya citado.

Una vez analizados los resultados obtenidos por otros investigadores y resumidos nuestros hallazgos, vamos a comparar los resultados de ellos con los nuestros, sobre todo a partir del embrión de 23 mm. en el cual ORTS y Cols. (1979) realizan su estudio. Ahora bien, ORTS y Cols. concretan su estudio a la inervación del área sinoatrial y regiones vecinas, no describiendo, por tanto, los nervios del pedículo arterial, ni tampoco los de los restantes mesos venosos (mesos venosos lateral izquierdo y medial).

Los que realizan un estudio más completo en relación a nuestro trabajo son LICATA (1954) que realiza su estudio en embriones humanos en la novena semana del desarrollo, si bien lo concreta a los estadios de 25 y 31,5 mm. y GARDNER y O'RAHILLY (1976) al embrión humano de 31 mm.

Los resultados obtenidos por los investigadores últimamente citados y los nuestros, concuerdan en esencia: ramos cardiovagales superiores, que van a abordar el corazón por la zona del pedículo arterial; y ramos cardiovagales infrarecurrentes o torácicos, como ellos los llaman, que se van a distribuir por las áreas de los mesos laterales (nervios sinales derechos e izquierdos) y por la zona del meso venoso medial.

Un análisis más detenido muestra mayores diferencias; diferencias que pueden ser debidas, en parte, a las variaciones individuales en cuanto al número o zona de origen de las ramas cardíacas vagales, que, como se ha podido observar en el resumen de nuestros hallazgos, no aparecen totalmente iguales en ningún embrión. Por otra parte, nosotros hemos empleado en el análisis un proceder de reconstrucción basado en abundante número de microfotografías, y estas a diferentes aumentos, lo cual nos ha podido precisar mejor las divisiones y subdivisiones de las diferentes ramas y anastomosis que estas presentan entre sí y con otros nervios.

También podemos precisar, en relación con los investigadores citados y refiriéndonos a las ramas cardiovagales simpáticas, que nuestros hallazgos son también similares a grandes rasgos. Como diferencias que no se pueden hablar de ramas individualizadas que van directamente desde la cadena simpática al corazón, sino que las diferentes ramas, una vez originadas de la cadena simpática, se unen, se ramifican y se vuelven a unir entre sí, formando una especie de encaje nervioso. De esta formación plexiforme se originan colaterales internas y externas de las cuales las primeras, se unen a los troncos nerviosos del vago y recurrente; y después a niveles más inferiores vuelven a originarse del plexo otras colaterales, también externas e internas que se unen respectivamente a los nervios cardiovagales superiores unas y las otras a las ramas cardíacas originadas en

el recurrente; este hecho ocurre casi en el origen de estas ramas de sus troncos respectivos. Ante tales circunstancias no se pueden, por tanto, diferenciar ramas simpáticas cardíacas propiamente dichas, porque inmediatamente quedan sus fibras englobadas dentro y formando parte de las ramas cardíacas vagas citadas.

En cuanto al origen de esta red simpática, siempre y en ambos lados, en los casos que presentamos, han sido: las superiores a partir de la porción inferior del ganglio cervical superior; las ramas medias de la porción media aproximadamente del cordón simpático que une los ganglios cervical superior con los cervicales inferiores; y las inferiores a partir del ganglio estrellado o del asa de Vieussens que este le forma a la subclavia. También podemos concretar y estamos de acuerdo con los investigadores citados, que estas ramas simpáticas tanto en su origen, como en muchos de los puntos de fusión del encaje simpático o en aquellas zonas en que estas fibras simpáticas se unen a las del vago o los nervios cardiovagales superiores o recurrentes, en todas estas zonas indicadas siempre se hallaron acúmulos de neuroblastos.

También hallamos acúmulos neuroblásticos en las formaciones plexiformes que se originan en los mesos arteriales y venosos antes de dar sus colaterales para el corazón; y también dentro de las propias paredes cardíacas, en las zonas de contacto de los nervios de los mencionados mesos, parte de las cuales, durante el desarrollo de la estructura cardíaca, se van introduciendo en las estructuras parietales.

Estos son pues los resultados básicos del análisis comparativo realizado, el cual nos ha permitido obtener las conclusiones que a continuación indicamos.

RESUMEN
Y
CONCLUSIONES

En este trabajo se realiza un estudio del desarrollo de las ramas nerviosas extrínsecas cardíacas vagales y simpáticas, de ambos lados, en embriones humanos a partir de las fases de 4 mm. y hasta la terminación del período embrionario, haciendo hincapié, fundamentalmente, en los embriones de 5, 6, 10, 13, 19, 23, 24.5 y 26 mm.

Estos embriones nos han aportado los datos suficientes para seguir el proceso evolutivo de las citadas ramas cardíacas durante el período embrionario indicado.

Las series embrionarias citadas, pertenecientes al Departamento de Ciencias Morfológicas e Instituto "Federico Olóriz", fueron preparados de la manera siguiente: fijación en formaldehído del 10 al 20% durante alrededor de dos semanas; inclusión en parafina; cortes microtómicos de 8 a 10 micras; y tinción por el clásico método de hematoxilina-eosina de Harris, en unos casos, y en otros, por este proceder conjuntamente con la tinción tricrómica de verde de luz, orange G y fucsina ácida (V.O.F.) de Gutierrez y Cols., en cortes alternos.

Los aparatos de microscopía y microfotografía utilizados fueron el modelo Orthoplan de "Leitz" y la cámara automática tipo

"Orthomat", de lentes variables (2:1., 2,5:1 y 3., 2:1) y tubo vario (1.0., 1.25., 1.6., 2.0., 2.5 y 3.2). Las lentes empleadas han sido: ocular GW 10 x MF y los objetivos PLFL 4/014 y 10/030; PL 25/050 y 40/065; y PL A po 0 el 100/132.

Finalmente para el estudio y reconstrucción de los elementos nerviosos en las distintas series embrionarias, se realizó un análisis microscópico previo de los troncos del vago y cadena simpática, desde su extremo cefálico hasta la desaparición de los pedículos cardíacos, observando sus características y puntualizando las ramas que se originaban de ellos, siguiendo el trayecto de estas últimas hasta su destino final. Posteriormente, para puntualizar mejor los detalles, se realizó un estudio reconstructivo, mediante microfotografías a diferentes aumentos de cada tres cortes que abarcaba el trayecto de los diferentes elementos nerviosos desde su origen hasta su terminación en los plexos y areas cardíacos.

El citado estudio, además de los resultados obtenidos ya descritos, nos ha permitido obtener las siguientes conclusiones:

1.- En el embrión de 5 mm. fué el primero en que se pudo seguir el trayecto del vago desde su origen troncoencefálico, con sus grupos ganglionares yugular y nodoso y su porción fibrilar cefálica, hasta la zona de hendidura del conducto auditivo externo aproximadamente; pero al iniciarse a su alrededor condensaciones celulares, a partir de las bolsas ecto y endodérmicas, estas imposibilitan seguir su análisis en áreas inferiores. Las zonas de los mesos arteriales y venosos cardíacos también dió resultado negativo. Por lo tanto en este estadio, si existen, no pudimos demostrar ramas cardíacas vagales ni acúmulos celulares cromafínicos yuxtacardíacos.

2.- En la fase embrionaria de 6 mm. se pudo seguir el trayecto del tronco del vago en las regiones cefálica, cervical, y torácica. En ciertas zonas cervicales bajas y torácicas superiores y medias, se observaron en el tronco del vago áreas con desflecamiento; zonas que en embriones superiores corresponde a las del origen de las ramas cardiovagales.

El seguimiento de las fibras de desflecamiento hacia el corazón, aunque en principio era fácil, cada vez se hacia más difícil: pero en la zona de los mesos, debido a la mayor concentración fibrilar nerviosa y a infiltraciones de células cromafínicas volvían a ponerse mejor de manifiesto.

Sobre los elementos cromafínicos, origen futuro de la cadena simpática, observamos ser el primer estadio en que esta se perfila y concentra sus células. A partir de dicha cadena cromafínica se observan cordones celulares que avanzan hacia adelante y abajo, los cuales, a nivel del IV arco aórtico, tienden a desdoblarse en unas ramificaciones externas que se unen al tronco del neumogástrico, y otras internas que se sitúan entre el IV arco aórtico y la farínge quedando el resto posterior proximal a la cadena simpática. A este resto de cordón cromafínico se le van uniendo nuevos elementos en zonas inferiores que se originan en zonas inferiores de la cadena. Estos últimos cordones celulares cuando el nervio vago inicia su desflecamiento para dar las ramas cardiovagales superiores, se funden con ellas.

Los hechos anteriormente indicados hacen que se observen células cromafínicas en el tronco del vago, en los nervios cardiovagales superiores y también en el meso cardíaco arterial o superior y en los mesos venosos lateral y medial, aunque estas no adoptan una tinción tan profunda como las de la cadena.

Así pues este estadio lo podemos considerar como el primero en que se evidencian los esbozos de la innervación cardíaca.

3.- En el embrión de 10 mm. se acentua más el esquema de la innervación vagal, pudiéndose seguir mejor el trayecto de sus ramas, si bien las delgadas preterminales aún son difíciles. En cuanto a las futuras ramas cardíacas simpáticas también están mejor perfiladas, pero siguen constituidas por conglomerados celulares formando fascículos, sin estructuración fibrilar alguna. Estas ramas realizan las fusiones indicadas en el embrión de 6 mm., haciendo que en el tronco del vago y nervios cardiovagales superiores se sigan observando conglomerados de células cromafínicas.

Los plexos de los mesos nerviosos arterial y venoso están más manifiestos, así como sus conglomerados de células cromafínicas; es más se observan algunas infiltraciones de estos plexos y células cromafínicas en las paredes cardíacas próximas a los mesos.

4.- A partir de la citada fase de 10 mm. y hasta la de 19 mm. quedan bien perfiladas las ramas cardíacas vagues simpáticas, y sus colaterales, así como los plexos yuxtacardíacos, siendo los datos más salientes una mejor definición de las distintas ramas cardiovagales y simpáticas y un mejor seguimiento de estas ramas desde los troncos principales hasta sus áreas de terminación. También se pueden precisar mejor las formaciones plexiformes que las diferentes ramas forman al llegar al corazón, así como la penetración de fibras y células de estas formaciones plexiformes en la musculatura cardíaca.

5.- En fases sucesivas superiores al perfilarse mejor las ramas y ser estas de mayor tamaño se puede hacer el seguimiento de ellas y de sus colaterales y precisar como estas se desdoblaron

y vuelven a unirse entre sí, tanto las cardiovagales como las simpáticas. De tal manera que al llegar la fase embrionaria final tenemos un esquema total de lo que va a ser la inervación del adulto, si bien como es natural sin la necesaria madurez estructural de los elementos fibrilares y celulares que lo integran.

En cuanto a los datos morfológicos sobre la zona de origen y número de ramas cardíacas vagales y simpáticas en los estadios finales se observa existen variaciones individuales al igual que ocurre en el adulto, pero siempre las originadas del vago, desde el recurrente hacia arriba van a terminar en el meso arterial y las inferiores a dicha zona terminan en los plexos de los mesos venosos laterales y medios.

También pudimos observar que las ramas simpáticas, aunque se originan de la cadena en los niveles clásicos, (ganglio cervical inferior, tronco o ganglio cervical intermedio y ganglio estrellado) estas ramas se funden en un encaje nervioso, a partir del cual salen colaterales externas para el tronco del vago y nervios cardiovagales superiores, e internas para el recurrente y nervios cardiovagales recurrentes, pero nunca caminan solas en su trayecto hacia el corazón.

BIBLIOGRAFIA
CONSULTADA

- ABEL, W. 1912.- Further observations on the development of the sympathetic nervous system in the chick. J. Anat. & Physiol. 47 (35-72).
- ADOLPH, E.F. 1968.- Origins of physiological regulations. New York, Academic Press.
- ALLAN, F.D. 1955.- The innervation of the human ductus arteriosus. Anat.Rec. 122/4 (611-632).
- ALLAN, F.D. 1958.- An analysis of the cervicothoracic visceral branches of the Vagus and the sympathetic trunk in the presence of an anomalous right subclavian artery. Anat.Rec. 132/1 (71-80).
- ALLAN, F.D. 1961.- An histological study of the nerves associated with the ductus arteriosus. Anat.Rec. 139/4 (531-537).
- ANDERSON, R.H. and TAYLOR, I.M. 1972.- Development of atrioventricular specialized tissue in human heart. Brit. Heart J. 34/12 (1205-1214).

- ANDRES LUJAN, M. 1949.- Aportaciones al desarrollo simpático-vagal yuxtacardiaco. Tesis Doctoral, publicada en Anales de Anatomía, 1953, 2/3 (291-316).
- ARMOUR, J.A. and HOPKINS, D.A. 1981.- Localization of sympathetic postganglionic neurons of physiologically identified cardiac nerves in the dog. J.Comp. Neurol. 202/2 (169-184).
- ARMOUR, J.A. and RANDALL, W.C. 1975.- Functional anatomy of canine cardiac nerves. Acta.Anat. 91/4 (510-528).
- ARMSTRONG, P.B. 1931.- Functional reactions in the embryonic heart accompanying the ingrowth and development of the vagus innervation. J.Exp.Zool. 58 (43-68).
- ARMSTRONG, P.B. 1935.- The role of the nerves in the action of acetylcholine on the embryonic heart. J.Physiol. 84 (20-32).
- ASAMI, I. 1972.- Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Vorhofseptums im menschlichen Herzen, eine lupenpräparatorisch-photographische Darstellung. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 139 (55-70).
- ASCHOFF, L. 1909.- Die Nervengeflechte des Reizleitungssystems. Dtsch.med.Wschr. 5 (104).
- ATWOOD, G.F. and KIRSHNER, N. 1976.- Postnatal development of catecholamine uptake and storage of the newborn rat heart. Dev.Biol. 49 (532-538).

- AUGUSTIN JIMENEZ, F. 1951.- Aportaciones al wallerianismo simpático-cardíaco. (Análisis en el gato tras estelectomías). Tesis Doctoral, publicada en Anales de Anatomía, 1952, 1/1 (85-93).
- AZOULAY, L. 1894.- Les nerfs du coeur de l'homme. C.R.Soc.Biol. 46 (338-339).
- BADEAVA, L.N. 1966.- Morphological features of the nervous structures of the human heart in the period of intrauterine development. Arkh.Anat.Gistol. Embriol. 51/7 (104-108).
- BELOWA, M. 1928.- Fossula cordis nervina. Zeitschr. f.Anat. u.Entwg. 86 (517-531).
- BENCI, G. and TAGLIAFIERRO, G. 1965.- Sulla innervazione del cuore nell'embrione del pollo: ricerca istochimica dell'attività colinesterasica negli atri. Boll.Soc.Ital.Biol.Sper. 41/5 (250-252).
- BIDDER, F. 1852.- Ueber functionell verschiedene und räumlich getrennte Nervencentra im Froschherzen. Arch.Anat.Physiol.wiss.Med. (163-177).
- BIDDER, F. 1868.- Die Endigungsweise der Herzzweige des N. vagus beim Frosch. Arch.Anat.Physiol.Wiss.Med. (1-50).
- BLEEKER, W.K.; MACKAAY, J.C.; MASSON-PEVET, M. et al 1980.- Functional and morphological organization of the rabbit sinus node. Circ.Res. 46/1 (11-22).
- BOYD, J.D. 1941.- The nerve supply of the mammalian ductus arteriosus. J.Anat. 75 (457-468).

- BRAUZER, B. and BOUCEK, R.J. 1960.- The development of the electrocardiogram and myogram in the isolated embryonic chick heart. Anat.Rec. 136/2 (170).
- BRIDE, M. 1975.- Etablissement de l'innervation dans le coeur du tetard de xenope et ses repercussions sur le fonctionnement de l'organe. C.R.Soc.Biol. 169/5 (1265-1271).
- BRINLEY, F.J. 1935.- Evidence of a sympathetic innervation of the teleost heart, with a note on a method of transplanting the heart of Fundulus embryos Physiol.Zool. 8 (360-373).
- CALARESU, F.R. and St.LOUIS, A.J. 1967.- Topography and numerical distribution of intracardiac ganglion cells in the cat. J.Comp.Neurol. 131 (55-66).
- CAMPENHOUT, E. Van 1945.- Le système nerveux viscéral de l'embryon humaine de 9 mm. Bull. de l'Academie Royale de Médecine de Belgique. 10/6 (256-273).
- CARLSON, A.J. and MEEK, W.J. 1908.- On the mechanism of the embryonic heart rhythm in Limulus. Amer. J. Physiol. 21/1 (1-10).
- COLTART, D.J.; DAVIES, G.M.; GILLIBRAND, I.M. and HAMER, J. 1972.- Adenyl cyclase activity in the developing human foetal heart. J.Physiol. 225 (38-40).
- COPENHAVER, W.M. 1939a.- Initiation of beat and intrinsic contraction rates in the different parts of the Amblystoma heart. J.Exp.Zool. 80 (193-224).

- COPENHAVER, W.M. 1939b.- Some observations on the growth and function of heteroplastic heart grafts. J.Exp. Zool. 82 (239-271).
- COPENHAVER, W.M. 1955.- Heart, blood vessels, blood and entodermal derivatives. In: "Analysis of Development". Edited by H.Willier.P.A.Weiss and V.Hamburger. Published by W.B.Saunders Company. Section VII, Chap.5 (440-461).
- CORZO SAMOS, L. 1955.- Contribución al estudio de las vías wallerianas, tras denervación total del corazón (Un análisis de las zonas de desembocadura de cava, pedículo y septum). Tesis Doctoral. Publicada en Anales de Anatomía, 1956, 5/8 (141-172).
- CUESTA JIMENEZ, J. 1960.- Aportaciones al estudio de la dinámica cardiaca tras diferentes tipos de lesiones nerviosas y alteraciones de la volemia. Anales de Anatomía. 9/17 (329-404).
- CYON, E. 1868.- Ueber die Nerven des Peritoneum. Arb.physiol. Anst.,Leipzig. 3 (104-112).
- CYON, E. und LUDWIG, C.F. 1866.- Die Reflexe eines der sensiblen Nerven des Herzens auf die motorischen Nerven der Blutgefäße. Ber.Verh.Sächs.Ges.Wiss., Leipzig. 13 (307).
- CHAMPLAIN, J. De; MALMFORS, T.; OLSON,L. and SACHS, C.1970 Ontogenesis of peripheral adrenergic neurons in the rat: pre-and postnatal observations. Acta physiol.scand. 80 (276-288).

- CHANG, T.D. and CUMMING, G.R. 1972.- Chronotropic responses of human heart tissue cultures. Circ.Res. 30 (628-633).
- DAIL, W.G. and PALMER, G.C. 1973.- Localization and correlation of catecholamine-containing cells with adenylyl cyclase and phosphodiesterase activities in the human fetal heart. Anat.Rec. 177 (265-288).
- DOLEZEL, S.; GEROVA, M.; GERO, J. and VASKU, J. 1981.-Development of sympathetic innervation of the coronary arteries and the myocardium in the dog. Folia Morphol., Praga. 29/2 (189-191).
- DURAN CARA, E. 1952.- Proyección walleriana sobre el septum crucial cardiaco, tras vaguectomías dobles. (Estudio experimental en el gato). Tesis Doctoral Fac.Med.Univ.Granada.
- EBENDAL, T. 1981.- Control of neurite extension by embryonic heart explants. J.Embryol.exp.Morph. 61 (289-301).
- ELLISON, J.P. and WILLIAMS, T.H. 1969.-Sympathetic nerve pathways to the human heart and their variations. Amer.J.Anat. 124/2 (149-162).
- EMERY, D.G.; FOREMAN, R.D. and COGGESHALL, R.E. 1976.- Fiber analysis of the feline inferior cardiac sympathetic nerve. J.Comp.Neurol. 166/4 (457-468).
- EMERY, D.G.; FOREMAN, R.D. and COGGESHALL, R.E. 1978.- Categories of axons in the inferior cardiac nerve of the

cat. J.Comp.Neurol. 177/2 (301-310).

- ENGELMANN, T.W. 1875.- Ueber die Leitung der Erregung im Herzmuskel. Pflüg.Arch.ges.Physiol. 11 (465-480).
- ENGELMANN, T.W. 1878.- Ueber das elektrische Verhalten des thätigen Herzens. Pflüg.Arch.ges.Physiol. 17 (68). Citado por SOLER, 1961.
- ENGELMANN, T.W. 1882.- Der Bulbus aortae des Froschherzens Pflüg.Arch.ges.Physiol. 29 (425). Citado por SOLER, 1961
- ENGELMANN, T.W. 1894.-Beobachtungen und Versuche am suspendierten Herzen. Zweite Abhandlung. Ueber die Leitung der Bewegungsreise im Herzen.Pflüg.Arch.ges.Physiol. 56 (149). Citado por SOLER, 1961.
- ENGELMANN, T.W. 1895.- Beobachtungen und Versuche am suspendierten Herzen. Dritte Abhandlung. Refraktäre Phase und kompensatorischen Ruhe in ihre Bedeutung für den Herzrhythmus. Pflüg.Arch.ges.Physiol. 59 (309). Citado por SOLER, 1961.
- ENGELMANN, T.W. 1897.- Ueber den myogen Ursprung der Herzthätigkeit un über automatische Erregbarkeit als normale Eigenschaft peripherischer Nervenfasern. Pflug.Arch.ges.Physiol. 65 (535). Citado por SOLER, 1961.
- ENGELMANN, T.W. 1900.- Ueber die Wirkungen der Nerven auf das Herz. Arch.Anat.Physiol., Lpz.,Physiol. Abt. (315). Citado por SOLER, 1961.

- ENGELMANN, T.W. 1903.- Der Versuch von Stannius, seine Folgen und deren Deutung. Arch.Anat.Physiol., Lpz. Physiol. Abt. (505). Citado por SOLER, 1961.
- ERSHOVA, V.P. 1973.- Problems of differentiation of vegetative ganglia in chick embryo. Dolk.Biol.Sci. 213/1-6 (514-516).
- ESCOLAR GARCIA, J. 1945.- Aportaciones a la sistematización del plexo nervioso cardiaco. Clínica y Laboratorio. Zaragoza, Abril. (5-14).
- ESCOLAR GARCIA, J. 1947.- Aportaciones al desarrollo del seno venoso. Archivo Español de Morfología, Valencia. 5/16 (423-447).
- ESTAVILLO, J.A. 1978.- Fiber size and sensory endings of the middle cardiac nerve of the domestic fowl (*Gallus domesticus*). Acta Anat. 101/2 (104-109).
- FIELD, E.J. 1951.- The development of the conducting system in the heart of the sheep. Brit.Heart.J. 13/2 (129-147).
- FINLAY, M. and ANDERSON, R.H. 1974.- The development of cholinesterase activity in the rat heart. J.Anat. 117/2 (239-248).
- FRANCILLON, M.R. 1928.- Zur Topographie der Ganglien des menschlichen Herzens. Z.Anat.Entwgesch. 85 (131-165).
- FRIEDMAN, W.F.; POOL, P.E.; JACOBOWITZ, D. et al. 1968.- Sympathetic innervation of the developing rabbit heart. Biochemical and histochemical comparisons

of fetal, neonatal and adult myocardium.
Circ.Res. 23/1 (25-32).

FUKUTAKE, K. 1925.- Beiträge zur Histologie und Entwicklungsgeschichte des Herznervensystem. Ztsch.ges.Anat., Abt.I., Ztsch.Anat.u.Entwicklungsch. 76 (592-639).

GARCIA AGUILERA, F. 1953.- Topografía ganglionar y proyecciones vagales en el tabique aurículo-ventricular. Tesis Doctoral, publicada en Anales de Anatomía, 1955, 4/6 (117-130).

GARCIA, J.D.; SOLER, J.; MERIDA, J.A.; RODRIGO, J.P. y BARRANCO, R.J. 1985.- Organización neuroganglionar del plexo extracardiaco autónomo humano. Actas del 4º Congreso Nacional de Histología, Granada, Junio 1985.

GARDNER, E. and O'RAHILLY, R. 1976.- The nerve supply and conducting system of the human heart at the end of the embryonic period proper. J.Anat.121/3 (571-587).

GASKELL, W.H. 1882.- Observation on the innervation of the heart. On the sequence of the contractions of the different portions of the heart. Brit.Med.J. 2 (572-573).

GASKELL, W.H. 1883.- On the innervation of the heart, with special reference to the heart of the tortoise. J.Physiol. 4 (43-127).

GASKELL, W.H. 1900.-The contraction of cardiac muscle. Schaefer's Textbook of Physiology, Edimburgh and London. 2 (169-227).

- GENNSER, G. and NILSSON, E. 1970.- Response to adrenaline, acetylcholine and change of contraction frequency in ear human foetal hearts. Experientia, Basel. 26/10 (1105-1107).
- GEREBTZOFF, M.A. 1955.- Development of cholinesterase activity in the nervous system. In Biochemistry of the Developing Nervous System. Ed.H.Waelsch. New York, Academic Press.
- GLOMSET, D.J. and BIRGE, R.F. 1945.- A morphologic study of the cardiac conduction system. IV.The anatomy of the upper part of the ventricular septum in man. Amer.Heart J. 29 (526-538).
- GLOMSET, D.J. and BIRGE, R.F. 1948.- A morphologic study of the cardiac conduction system. V.The pathogenesis of heart block and bundle branch. Arch.Pathol.Lab. Med. 45/2 (135-170).
- GLOMSET, D.J. and CROSS, K.R. 1952.- Morphologic study of the cardiac conduction system. VI.The intrinsic nervous system of the heart. Arch.Int.Med. 89 (923-930).
- GLOMSET, D.J. and GLOMSET, A.T.A. 1940a.- A morphologic study of the cardiac conduction system in ungulates, dog and man. I.The sino-atrial node. Amer.Heart J. 20 (389-398).
- GLOMSET, D.J. and GLOMSET, A.T.A. 1940b.- A morphologic study of the cardiac conduction system in ungulates, dog and man. II.The Purkinje System. Amer.Heart J. 20 (677-701).

- GLOWINSKI, J.; AXELROD, J.; KOPIN, I.J. and WURTMAN, R.J. 1964.-
Physiological disposition of ^3H -norepinephrine
in the developing rat. J.Pharmacol.Exp.Therap.
146 (48-53).
- GOMEZ, H. 1958.- The development of the innervation of the
heart in the rat embryo. Anat.Rec. 130/1
(53-71).
- HALL, E.K. 1951.- Intrinsic contractility in the embryonic rat
heart. Anat.Rec. 111/3 (381-400).
- HERMANN, H. 1950a.- Mikroskopische Beobachtungen über Altersverän-
derungen an menschlichen Herzganglien Z.Anat.
Entwickl.Gesch., Berlin 114/1 (685-719).
- HERMANN, H. 1950b.- Mikroskopische Studien an menschlichen Herz-
ganglien. Ein Beitrag zur Individualanatomie.
Z.Anat.Entwickl.Gesch. 114/5 (510-524).
- HERMANN, H. 1950c.- Zur Individualanatomie des menschlichen Herz-
nervensystems. Anatomische Nachrichten.,
Stuttgart. 1/4-8 (80-81).
- HERVONEN, A. 1971.- Developmen of catecholamine storing cells in
the human fetal paraganglia and adrenal medulla.
Acta physiol.scand., Suppl., 368 (1-94).
- HIGGINS, D. and PAPPANO, A.J. 1979.- A histochemical study of the
ontogeny of catecholamine-containing axons in
the chick embryo heart. J.Mol.Cell.Cardiol. 11
(661-668).

- HIGGINS, D. and PAPPANO, A.J. 1981.- Development of transmitter secretory mechanisms by adrenergic neurons in the embryonic chick heart ventricle. Dev.Biol. 87 (148-162).
- HIS, W.Jr. 1891.- Die Entwicklung des Herznervensystems bei Wibelthieren. Abhand.math.phys.Klasse derkönig. Säch. Ges.d.Wiss. 18 (1-64).
- HIS, W.Jr. 1893.- Die Thätigkeit des embryonalen Herzens und deren Bedeutung für die Lehre von der Herzbewegung beim Erwachsenen. Arbeiten aus der med.Klinik zu Leipzig. (14-50).
- HIS, W.Jr. 1895.- Zbl.Physiol. 9 (469). Citado por SOLER (1957).
- HIS, W.Jr. und ROMBERG, E. 1890.- Beiträge zur Herzinnervation. Fortschritte der Medizin. 8 (374-380).
- HOAR, R.M. and HALL, J.L. 1970.- The early pattern of cardiac innervation in the fetal guinea pig. Amer.J.Anat. 128/4 (499-508).
- HOGG, I.D. 1957.- Developing innervation of the heart in the albino rat. Anat.Rec. 127/2 (470).
- HOLMES, R.L. 1957.- The rabbit ductus arteriosus. Nature 180 (1058-1059).
- HOLMES, R.L. 1958.- Some features of the ductus arteriosus. J.Anat. 92 (304-310).
- HOVELACQUE, A. 1927.- Anatomie des nerfs crâniens et rachidiens et du système grand sympathique. Paris. Gaston

Doin et cie. 2 (725).

IDHIMA, K. 1929.- Embryonal study of the nervous system of various organs of the human foetus. I. The cardiac nerves of the human foetus. Jap.J. Obstet.Gynec. 12 (234-253).

IGNARRO, L.J. and SHIDEMAN, F.E. 1968.- Appearance and concentrations of catecholamines and their biosynthesis in the embryonic and developing chick. J.Pharmacol.exp.Therap. 159 (38-48).

IVERSEN, L.L. 1967.- The uptake and storage of noradrenaline in sympathetic nerves. Cambridge:University Press.

IVERSEN, L.L.; CHAMPLAIN, J.De; GLOWINSKI, J. and AXELROD, J. 1967.- Uptake, storage and metabolism of norepinephrine in tissues of the developing rat. J.Pharmacol.exp.Therap. 157 (509-516).

JAMES, T.N. 1970.- Cardiac conduction system: Fetal and postnatal development. Amer.J.Cardiol. 25/2 (213-226).

JOHNSTONE, P.N. 1924.- Studies on the physiological anatomy of the embryonic heart. I. The demonstration of complete heart block in chick embryos during the second, third and fourth days of incubation. Bull.Johns Hopkins Hosp. 35 (87-90).

JONES, D.S. 1942b.- The origin of the vagi and the parasympathetic ganglion cells of the viscera of the chick. Anat.Rec. 82 (185-197).

JONES, D.S. 1958.- Effects of acetylcholine and adrenalin on the

- experimentally uninnervated heart of the chick embryo. Anat.Rec. 130/2 (253-259).
- JONES, T. 1932.- The connexion between the cardiac nodes. Lancet. 223 (389-390).
- KARCZMAR, A.G. 1963.- Ontogenesis of cholinesterases. In Handbuch der experimentellen Pharmakologie. Fünftehnter Band, Cholinesterases and anticholinesterase agenst.Sub.-ed .G .B .Koelle .Berlin: Springer-Verlag.
- KAYLOR, C.T. 1945.- Studies on the innervation of the guinea pig heart. Anat.Rec. 91 (284).
- KEITH, A. and FLACK, M. 1907.- The form and nature of the muscular connections between the primary divisions of the vertebrate heart. J.Anat.& Physiol. 41 (172-189).
- KENNEDY, J.A. and CLARK S.L. 1941.- Observations on the ductus arteriosus of guinea pigs in relation to the method of closure. Anat.Rec. 79 (349-371).
- KENNEDY, J.A. and CLARK, S.L. 1942.- Observations on the physiological reactions of the ductus arteriosus. Amer. J.Physiol. 136 (140-147).
- KIRBY, M.L. and STEWART, D.E. 1984.- Adrenergic innervation of the developing chick heart: Neural crest ablations to produce sympathetically aneural hearts. Amer.J.Anat. 171 (295-305).
- KIRBY, M.L.; GALE, T.F. and STEWART, D.E. 1983.- Neural crest

cells contribute to normal aortico-pulmonary septation. Science. 220 (1059-1061).

KIRBY, M.L.; McKENZIE, J.W. and WEIDMAN, T.A. 1980a.- Developing innervation of the chick heart: A histofluorescence and light microscopic study of sympathetic innervation. Anat.Rec. 196/3 (333-340).

KIRBY, M.L.; WEIDMAN, T.A. and McKENZIE, J.W. 1980b.- An ultrastructural study of the cardiac ganglia in the bulbar plexus of the developing chick heart. Dev.Neurosci. 3 (174-184).

KLINGMAN, G.I. and KLINGMAN, J.D. 1967.- Catecholamines in peripheral tissues of mice and cell counts of sympathetic ganglia after the prenatal and postnatal administration of the nerve growth factor antiserum. Int.J.Neuropharmacol. 6 (501-508).

KOLLIKER, A. Von 1862.- Handbuch der Gewebelehre des Menschen. W.Engelmann, Leipzig 4.Aufl.1862, 5.Aufl. 1867.

KRAMER, T.C. 1950.- Preliminary report of observations on the innervation of the embryonic chick heart. Anat.Rec. 106/2 (210-211).

KROKHINA, E.M. 1961.- Response of cardiac sensory nerve fibres and receptors to oxygen deficiency in animals during the first postnatal month. Arkh.Anat.Gistol.Embriol. 41/8 (37-44).

KROKHINA, E.M. 1968.- Histochemical study of the cholinergic component of innervation of the myocardium in

- postnatal development. Vestnik AMN URSS. 1 (72).
- KROKHINA, E.M. 1969.- The adrenergic component of the effector heart innervation. Histochemical study by the method of fluorescence microscopy. Acta.Anat. 74 (214-227).
- KUDROVA, V.A. 1968.- Morphology of nerve plexuses and sensory nerve endings of pericardium in human fetuses and newborns. Arkh.Anat.Gistol.Embriol. 55/12 (72-74).
- KUNTZ, A. 1909b.- The role of the vagi in the development of the sympathetic nervous system. Anat.Anz. 35 (381-390).
- KUNTZ, A. 1910a.- The development of the sympathetic nervous system in mammals. J.Comp.Neurol. 20 (211-258).
- KUNTZ, A. 1910b.- The development of the sympathetic nervous system in birds. J.Comp.Neurol. 20 (283-308).
- KUNTZ, A. 1953.- The autonomic nervous system. 4th.ed. (117-151). Lea and Febiger, Philadelphia.
- LASOWSKY, J.M. 1930.- Normale und pathologische Histologie der Herzganglien des Menschen. Virchow's Arch.path. Anat.Physiol. 279 (464-485).
- LEBOWITZ, A.; NOVICK, J.S. and RUDOLPH, A.M. 1972.- Development of myocardial sympathetic innervation in the fetal lamb. Pediat.Res. 6 (887-893).
- LEE, W.C.; McCARTY, L.P. and ZODROW, W.W. 1960.- The cardiostimu-

lant action of certain ganglionic stimulants on the embryonic chick heart. J.Pharmacol.exp.Therap. 130 (30-36).

LeGRANDE, M.C.; PAFF, G.H. and BOUCEK, R.J. 1966.- Initiation of vagal control of heart rate in the embryonic chick. Anat.Rec. 155/2 (163-166).

LICATA, R.H. 1954.- The human embryonic heart in the ninth week. Amer.J.Anat. 94/1 (73-125).

LICHNOVSKY, V.; OBRUCNIK, M.; MALEK, V. and NEDBALEK, A. 1979.- Development of the conduction system of the human embryonic and foetal heart. Differentiation of the sino-atrial node. Folia Morphol. 27/1 (31-35).

LILLIE, F.R. 1908.- The development of the chick. New York.

LISSAUER, M. 1909.- Über die Lage der Ganglienzellen des menschlichen Herzens. Arch.mikr.Anat. 74 (217-222).

LOFREDO, C. 1949.- I piccoli gangli nervosi del plesso del cuore e di altri organi (trachea) studiati con il metodo al cloruro d'oro. Boll.Soc.Ital.Biol.Sper. 25/8 (997-999).

LONDON, E.S. and PESKER, D.J. 1906.- Über die Entwicklung des peripheren Nervensystems bei Säugetieren (weisen Mäusen). Arch.mikr.Anat. 67 (303-318).

LOPEZ SOLER, M. 1984.- El desarrollo del sistema nervioso autónomo de las vísceras pelvianas del hombre: Análisis desde el 5º mes lunar de gestación

hasta el recién nacido. Tesis Doctoral. Fac. Med. Univ. Granada.

LUDWIG, C. 1848.- Ueber die Herznerven des Frosches. Arch.Anat. Physiol.wiss.Med. (139-143).

MACDONALD, A.A.; POOT, P.; COLENBRANDER, B. et al. 1983.- Development of nervous tissue in the heart of the fetal and neonatal pig and the effect of decapitation in utero. Anat.Embryol. 168/3 (405-417).

MALL, F.P. 1912.- On the development of the human heart. Amer.J. Anat. 13 (249-298).

MARSHALL, A.M. 1878.- The development of the cranial nerves of the chick. Q.Jl microsc.Sci. 69,N.S. 18 (10-40).

MARTIN RECUERDA, E. 1949.- Aportaciones al desarrollo del aparato neuromuscular cardiaco. Archivo Español de Morfología. 7/24 (381-385).

MASUROVSKY, E.B. and BENITEZ, H.H. 1967.- Apparent innervation of chick cardiac muscle by sympathetic neurons in organized culture. Anat.Rec. 157 ((285).

MCCARTY, L.P.; LEE, W.C. and SHIDEMAN, F.E. 1960.- Measurement of the ionotropic effects of drugs on the innervated and noninnervated embryonic chick heart. J. Pharmacol.exp.Therap. 129 (315-321).

MCKIBBEN, J.S. and GETTY, R. 1968a.- A comparative morphologic study of the cardiac innervation in domestic animals. I. The canine. Amer.J.Anat. 122/3 (533-544).

- McKIBBEN, J.S. and GETTY, R. 1968b.- A comparative morphologic study of the cardiac innervation in domestic animals. II. The feline. Amer.J.Anat. 122/3 (545-554).
- McKIBBEN, J.S. and GETTY, R. 1969.- A study of the cardiac innervation in domestic animals: Cattle. Anat Rec. 165/2 (141-152).
- McKIBBEN, J.S. and GETTY, R. 1969a.- Innervation of the heart of domesticated animals: Horse. Amer.J.Vet.Res. 30 (193-202).
- McKIBBEN, J.S. and GETTY, R. 1969b.- Innervation of heart of domesticated animals: pig. Amer.J.Vet.Res. 30/5 (779-789).
- MIRKIN, B.L. 1972.- Ontogenesis of the adrenergic nervous system: functional and pharmacologic implications. Fed. Proc. 31 (65-73).
- MIZERES, N.J. 1963.- The cardiac plexus in man. Amer.J.Anat. 112 (141-151).
- MUIR, A.R. 1953.- The differentiation of the conducting system in the ventricles of the embryonic sheep. J.Anat. 87/4 (436).
- MUIR, A.R. 1954.- The development of the ventricular part of the conducting tissue in the heart of the sheep. J. Anat. 88/3 (381-391).
- MUIR, A.R. 1955.- The sinu atrial node of the rat heart. Quart.J. Exp.Physiol. 40/4 (378-386).

- MURATORI, G. 1937a.- Osservazioni istologiche e considerazioni embriologiche sui recettori aortici degli amnioti. Anat.Anz. 83 (367-379).
- MURATORI, G. 1937b.- Contributi morfologici allo studio dei recettori aortico-arteriosi dei riflessi cardiopresso regolatori. Arch.Ital.Anat.Embri. 38 (387-427).
- NAKAO, T.; SUZUKI, S. and SAITO, M. 1981.- An electron microscopic study of the cardiac innervation in laval lamprey. Anat.Rec. 199/4 (555-563).
- NANOT, J.; BERMON, M. and Le DOUARIN, G. 1973.- L'etablissement de l'innervation du coeur chez l'embryon de souris etudie par l'impregnation argentique et la fluorescence induite. C.R.Acad.Sci.Ser.D. 276/4 (625-628).
- NAVARATNAM, V. 1963.- Observations on the right pulmonary arch artery and its nerve supply in human embryos. J.Anat. 97/4 (569-573).
- NAVARATNAM, V. 1965a.- Development of the nerve supply to the human heart. Brit.Heart J. 27 (640-650).
- NAVARATNAM, V. 1965b.- The ontogenesis of cholinesterase activity within the heart and cardiac ganglia in man, rat, rabbit and guinea-pig. J.Anat. 99/3 (459-467).
- NONIDEZ, J.F. 1937.- Distribution of the aortic nerve fibers and the epithelioid bodies (supracardial paraganglia) in the dog. Anat.Rec. 69 (299-317).

- O'RAHILLY, R.; BOSSY, J. et MULLEP, F. 1981.- Introduction a l'etude des stades embryonnaires chez l'homme. Bulletin de l'association des anatomistes. 65/189 (13-106).
- ORTS LLORCA, F.; DOMENECH MATEU, J. et PUERTA FONOLLA, J. 1977.- Développement du nerf du noeud sino-auriculaire chez l'embryon humain. Acta Anat. 99 (300).
- ORTS LLORCA, F.; DOMENECH MATEU, J.M. and PUERTA FONOLLA, J. 1979.- Innervation of the sinu-atrial node and neighbouring regions in two human embryos. J.Anat. 128/2 (365-375).
- OWMAN, Ch.; SJOBERG, N.O. and SWEDIN, G. 1971b.- Histochemical and chemical studies on pre-and postnatal development of the different systems of "short" and "long" adrenergic neurons in peripheral organs of the rat. Z.Zellforsch. 116 (319-341).
- PAPKA, R.E. 1974.- A study of catecholamine-containing cells in the hearts of fetal and postnatal rabbits by fluorescence and electron microscopy. Cell and Tissue Research. 154 (471-484).
- PAPKA, R.E. 1976.- Studies of cardiac ganglia in pre-and postnatal rabbits. Cell and Tissue Research. 175 (17-35).
- PAPKA, R.E. 1978.- Types of nerve terminals in fetal and neonatal rabbit myocardium. Experientia. 34/5 (655-658).
- PAPKA, R.E. 1981.- Development of innervation to the ventricular myocardium of the rabbit. J.Mol.Cell.Cardiol.

13/2 (217-228).

- PAPPANO, A.J. 1977.- Ontogenetic development of adrenergic neuro-effector transmission and transmitter reactivity in embryonic and fetal hearts. Pharmacol. Rev. 29 (3-33).
- PATON, S. 1911.- The reaction of the vertebrate embryo and associated changes in the nervous system. J. Comp. Neurol. 21 (345-372).
- PEREZ ARTACHO, J. 1957.- Aportaciones a la dinámica cardiaca tras distintos tipos de vagotomías. Tesis Doctoral, publicada en Anales de Anatomía, 1958, 7/12 (189-216).
- PERMAN, E. 1924.- Anatomische Untersuchungen über die Herznerven bei den höheren Säugetieren und beim Menschen Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 71 (382-457).
- PESO CORTES, F. 1954.- Aportaciones a la inervación cardiaca mediante degeneración secundaria tras resección simpática. (Un análisis en el pedículo vascular y aurículas del gato). Tesis Doctoral.
- PICK, J. 1970.- Autonomic Nervous System. J.B. Lippincott Company. Philadelphia. pp. 484.
- PURKINJE, J.E. 1845.- Mikroskopisch-Neurologische Beobachtungen. Arch. f. Anat. Physiol. u. Wissenschaftliche Med. 11 (281-319).
- RANDALL, W.C.; ARMOUR, J.A.; RANDALL, D.C. and SMITH, O.A. 1971.- Functional anatomy of the cardiac nerves in the

baboon. Anat. Rec. 170/2 (183-198).

REMAK, R. 1838.- Ueber die Berichtungen des organischen Nervensystems. Neue Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde. (Froriep) 7, n° 137 (65-70).

REMAK, R. 1839.- Ueber die Ganglien der Herznerven des Menschen un deren physiologische Bedeutung. Wschr. ges. Heilk. 10 (149-154).

REMAK, R. 1844.- Neurologische Erläuterungen. Müller's Arch. Anat. Physiol. (463-472).

ROBB, J.S.; KAYLOR, C.T. and TURMAN, W.C. 1948.- A study of specialized heart tissue at various stages of development of the human fetal heart. Amer. J. of Medicine. 5 (324-336).

ROMANOFF, A.L. 1960.- The Avian Embryo. The Macmillan Company, New York. Cap: The innervation of the Heart (712-715).

ROMEIS, B. 1928.- Guía-Formulario de Técnica histológica. Ed. Labor, Barcelona.

ROSSI, L. 1955.- Atrioventricular conduction system and nerves in the human heart. Sci. Med. Ital. 3/3 (514-554).

SANABRIA, T. 1936.- Recherches sur la différenciation du tissu nodal et connecteur du coeur. Archives de Biologie. 47 (51-67).

- SCARPA, A. 1794.- Tabulae neurologicae ad illustrandum historiam anatomicam cardiocorum nervorum, noni nervorum cerebri, glossopharyngaei et pharyngaei ex octavo cerebri. Ticini, apud B. Comini (1-44).
- SCHIMERT, J. 1937.- Die Nervenversorgung des Myokards. Z. Zellforsch. 27 (246-266).
- SCHWIELER, G.H.; DOUGLAS, J.S. and BOUHUYS, A. 1970.- Postnatal development of autonomic efferent innervation in the rabbit. Amer. J. Physiol. 219 (391-397).
- SEMENOV, S.P. 1957.- Age changes in the sensory nerve apparatus of the auricular endocardium in the cat. Arkh. Anat. Gistol. Embriol. 34/2 (79-82).
- SEMENOV, S.P. 1958.- Uber die postembryonale Entwicklung der Herzvorhofrezeptoren der Katze. Z. Mikr. Anat. Forsch. 63/4 (672-696).
- SHAMARINA, N.M. 1940.- The cholinesterase content of the embryonic auricle. Fyzyolohichnii zhurnal. 28 (650-656).
- SHANER, R.F. 1929.- The development of the atrio-ventricular node, bundle of His and sino-atrial node in the calf; with a description of a third embryonic node-like structure. Anat. Rec. 44 (85-99).
- SHANER, R.F. 1930.- On the development of the nerves to the mammalian heart. Anat. Rec. 46 (23-39).
- SIPPEL, T.O. 1955).- Properties and development of cholinesterase in the hearts of certain vertebrates. J. Exp. Zool.

128/1 (165-184).

- SMITH, R.B. 1970a.- Development of innervation of coronary arteries in human foetus up until 230 mm. stage (mid-term). **Brit.Heart J.** 32 (108-113).
- SMITH, R.B. 1970b.- Binucleate neurons in the human foetal heart. **Experientia**, Basel. 26/7 (772).
- SMITH, R.B. 1970c.- The development of the intrinsic innervation of the human heart between the 10 and 70 mm. stages. **J.Anat.** 107/2 (271-279).
- SMITH, R.B. 1971a.- Intrinsic innervation of the human heart in foetuses between 70 mm. and 420 mm. crown-rump length. **Acta Anat.** 78/2 (200-209).
- SMITH, R.B. 1971b.- The occurrence and location of intrinsic cardiac ganglia and nerve plexuses in the human neonate. **Anat.Rec.** 169/1 (33-40).
- SMITH, R.B. 1971c.- The development of autonomic neurons in the human heart. **Anat.Anz.** 129/1 (70-76).
- SOLER VIÑOLO, J. 1950.- El fijador formol-clorato en el método de Gros. **Laboratorio.** Granada. 10/56 (117-125).
- SOLER VIÑOLO, J. 1951.- Método rápido neurofibrilar argéntico, aplicable al estudio de la degeneración terminal axónica. **Rev.Laboratorio,** Granada. 12/68 (125-132).
- SOLER VIÑOLO, J. 1952.- Aportaciones a la investigación anatómica experimental de los dispositivos nerviosos

parieto-viscerales por proyección walleriana.
Rev.Laboratorio, Granada. 14/83 (501-513).

SOLER VIÑOLO, J. 1953.- Aportaciones al estudio comparativo de la
inervación cardiaca. Anales de Anatomía. 2/3
(213-234).

SOLER VIÑOLO, J. 1954.- Contribución al estudio morfológico y
topográfico de los ganglios intramurales del
corazón y sus relaciones con la innervación
extrínseca. Anales de Anatomía. 3/5 (203-229).

SOLER VIÑOLO, J. 1954.- Die anwendbare Reichweite unserer neuro-
fibrillären Silbermethode beim Studium des
Zentralen Nervensystems. Sonderabdruck aus:
Verhandlungen der Anatomische Gesellschaft auf
der 52 Versammlung. (Münster, 6-9 April, 1954).
p.p. 335.

SOLER VIÑOLO, J. 1955.- Sur le probleme de l'innervation
cardiaque. Resumés des Communications du VI Con-
gress Federatif International d'Anatomie. Paris
Masson & Cie Editeurs (211-212).

SOLER VIÑOLO, J. 1956a.- Sobre la innervación y el sistema de
conducción cardiaco. Anales de Anatomía 5/8
(5-24).

SOLER VIÑOLO, J. 1956b.- Degenerative Aspekte in nervösen Plexus
des Herzens bei der Katze nach experimentellen
Verletzungen ihrer Nerven. 53 Versammlung der
Anatomischen Gessellschaft. (Stokolm, 22-25,
August, 1956).

SOLER VIÑOLO, J. 1961.- Aportaciones al estudio de la inervación extrínseca e intrínseca del corazón. Su naturaleza y relación con los elementos parietales cardiacos. Premio "Ramón y Cajal", 1957. Monogr.C.S.de I.C., Patronato "Ramón y Cajal".

SOLER VIÑOLO, J. y LOPEZ SOLER, M.1985.- Proyecciones wallerianas vagosimpáticas en los ganglios autónomos de la raíz del pedículo arterial cardiaco. Actas del 4º Congreso Nacional de Histología. Granada, Junio, 1985.

SOLER VIÑOLO, J. y LOPEZ SOLER, M. 1986.- Inervación del corazón: ganglios cardiacos de las raices arteriales aórtica y pulmonar. Un análisis en fetos humanos y recién nacidos. En prensa.

SOLER VIÑOLO, J. : LOPEZ SOLER, M. y RODRIGUEZ LOZANO, J.M. 1985.- Topografía y aspectos morfológicos y estructurales de los ganglios autónomos de la raíz del pedículo arterial cardiaco. Actas del 4º Congreso Nacional de Histología. Granada, Junio, 1985.

SOLER VIÑOLO, J.; MEGIAS, L.; RODA, J.A. y LOPEZ SOLER, M. 1985.- Aspectos ultraestructurales de las neuronas de los ganglios autónomos de la raíz del pedículo arterial cardiaco. Actas del 4º Congreso Nacional de Histología. Granada, Junio, 1985.

STAWART, D.E. and KIRBY, M.L. 1983.- ³H-norepinephrine uptake and catecholamine concentrations in developing chick heart following 6-hydroxydopamine treatment.

Neurosci. Abstr. 9 (937).

SULLIVAN, J.M. and CONNORS, N.A. 1981.- An orthograde labelling study of axons of the dorsal motor nucleus of the vagus to rat cardiac ganglia as demonstrated by autoradiography. Acta Anat. 110/2 (128-135).

SZENTIVANYI, I.; JUHASZ-NAGY, A.; DAROCZY, A. and HORKAY, Irén. 1962.- An ontogeny study of the intracardiac ganglia. Acta physiol.hung. 21 (181-193).

SZEPSENWOL, J. et BRON, A. 1935.- Compt.red.Soc.biol. 118 (946-948). Citado por ROMANOFF (1960).

SZEPSENWOL, J. et BRON, A. 1936.- L'origine et la nature de l'innervation primitive du coeur chez les embryons d'oiseaux (Canard et Poulet). Revue Suisse de Zoologie. 43 (1-23).

TAKINO, K. and WATANABE, S. 1937.- Ueber die Bedeutung des Ligamentum Arteriosum bzw. des Ductus Botali and der Ansatzstelle desselben an der Pulmoneward als Blutdruckzugler bei verschiedenen Tierarten. Ark.f.Kreislaufforsch. 2 (18-27).

TALLON BARRANCO, A. 1984.- Aportaciones al estudio de los elementos nerviosos en el sistema atrioventricular de conducción y sus ramas. (Análisis en la ternera, carnero, gato y hombre). Tesis Doctoral. Fac. Med. Univ. Granada.

TAWARA, S. 1906.- Das Reizleitungssystem des Säugetierherzens. G. Fischer, Jena. 200 (1-200).

- TAYLOR, I.M. and SMITH, R.B. 1971.- Cholinesterase activity in the human fetal heart between the 35- and the 160 mm. crown-rump length stages. J.Histochem. Cytochem. 19 (498-503).
- TELLO, J.F. 1924.- Développement et terminaison du nerf déresseur. Trav. du lab. de recherches biol. de l'Univ. de Madrid. 22 (295-308).
- THAEMERT, J.C. 1970.- Atrioventricular node innervation in ultrastructural three dimensions. Amer.J.Anat. 128/2 (239-264).
- THAEMERT, J.C. 1973.- Fine structure of the atrioventricular node as viewed in serial sections. Amer.J.Anat. 136/1 (43-66).
- TRUEX, R.C.; SCOTT, J.C.; LONG, D.M. and SMYTHE, M.Q. 1955.- Effects of vagus nerves on heart rate of young dog: An anatomic-physiologic study. Anat.Rec. 123/2 (201-225).
- TSCHERNJACHIMSKY, A. 1928.- Note sur le développement du système nerveux du coeur, la terminaison du nerf déresseur et l'innervation du sinus carotidien. Trav. du lab. de recherches biol. de l'Univ. de Madrid. 26/1-2 (75-98).
- VIRAGH, S. and PORTE, A. 1973a.- The fine structure of the conducting system of the monkey heart (*Macaca mulatta*). I. The sino atrial node and the internodal connections. Z.Zell.Forsch. 145/2 (191-211).

- VIRAGH, S. and PORTE, A. 1973b.- On the impulse conducting system of the monkey heart (*Macaca Mulatta*). II. The atrio ventricular node and bundle. Z.Zellforsch. 145/3 (363-388).
- VOLCHER, R. 1963.- Le système nerveux périphérique d'un embryon humain de 8 mm. Arch.Biol. 74 (95-197).
- VOZNESENSKAYA, N.L. 1961.- The developmental morphology of the nerve ganglia of the human heart. Sborn.Nauch. Trud.Tashkentsk.Med.Inst. 14 (417-419).
- WAHLIN, B. 1935.- Das Reizleitungssystem und die Nerven des Säugetierherzens. Ignaug.Diss.Isaac Marcus Boktryckeri-Aktieboalg, Stochkolm. (10-106).
- WALLS, E.W. 1947.- The development of the specialized conducting tissue of the human heart. J.Anat. 81 (93-110).
- WEBER, E.F. et WEBER, E.H. 1845.- Experimenta, quibus probatur nerves vagos rotatione machinae galvanomagneticae irritatos, mortum cordis retardare et adeo intercipere. Ann.Univ.Med. 116/347 (ser.3 20 (227-233)).
- WENSING, C.J.G. 1965.- Evidence for neurogenic conduction in the mammalian heart. Nature. 207 (1375-1377).
- WILLIAMS, T.H. and ELLISON, J.P. 1964.- Sympathetic cardiac nerves in the human foetus. J.Anat. 98/4 (692).
- WINCKLER, J. 1969.- Über die adrenergen herznerven bei ratte und meerschweinchen. Entwicklung und innervationsmuster. Z.Zellforsch. 98/1 (106-121).

YAMAUCHI, A. 1965.- Electron microscopic observations on the development of S-A and A-V nodal tissue in the human embryonic heart. Z. Anat. Entwickl. Gesch. 124/6 (562-587).

YNTEMA, C.L. and HAMMOND, W.S. 1954.- The origin of intrinsic ganglia of trunk viscera from vagal neural crest in the chick embryo. J. Comp. Neurol. 101/2 (515-542).

YOUSUF, N. 1965.- The conducting system of the heart of the house sparrow (*Passer domesticus indicus*). Anat. Rec. 152/3 (235-250).

ZACKS, S.I. 1954).- Enterases in the early chick embryo. Anat. Rec. 118 (509-537).