

Estudio del sistema de conducción del corazón en un embrión humano de 12 mm C.R. de 41 ± 1 día (6^a Semana) de V.I. Reconstrucción en cera por el método de Born.

Dra. Trindade de Veglia, H.*; Dr. Civetta, J.D.*; Ojeda, G.**; Sarasúa, M. T.***

Antecedentes:

Los aspectos morfológicos del sistema de conducción cardíaco mantienen permanente actualidad, debido a que de su estructura normal, dependerá el ritmo cardíaco y la distribución normal del impulso a través del miocardio.

Su origen y los cambios morfogenéticos ofrecen aún hoy, bases de controversia, por ello, el estudio del desarrollo del sistema, en un modelo tridimensional, adquiere singular importancia.

Se ha encontrado evidencia basada en estudios filogenéticos que, anillos de tejido especializado separan los componentes del tubo cardíaco primitivo. Estos anillos están entre el seno venoso y la aurícula primitiva, entre la aurícula y el asa ventricular, entre la cámara de entrada y la de salida del asa ventricular, y entre el asa ventricular y el segmento arterial del tubo⁽¹⁾.

Se ha sugerido que los anillos entre los segmentos del tubo cardíaco forman el primordio de los tejidos de conducción⁽²⁾.

Se ha podido comprobar que el nodo sinuauricular deriva del anillo de tejido especializado de la unión del seno venoso con la aurícula primitiva.

Para el desarrollo del eje atrioventricular, se ha postulado la inclusión de dos anillos especializados, uno en la unión atrioventricular y el otro entre los dos componentes de la inflexión ventricular⁽³⁾.

Sin embargo recientes trabajos realizados con anticuerpos monoclonales para el ganglio nodoso del pollo denominado G1N2, demostraron que marcaba un anillo entre las dos partes de la inflexión ventricular, pero ningún anillo se encontró entre la aurícula y el ventrículo, por lo que postularon que un solo anillo de tejido especializado es el precursor del tejido del eje atrioventricular⁽⁴⁾.

No obstante, en el estadio 17 de Carnegie (42–44 días) reconocen la presencia de células G1N2 reactivas en la porción derecha del canal atrioventricular, identificándolas como parte del anillo aurículo–ventricular derecho. Además reconocen en la pared posterior del canal, miocardio G1N2 reativo, emparedado entre el tejido del surco aurículo–ventricular y el cojinete, correspondiendo topográficamente al nodo en desarrollo y a la porción penetrante del Haz de His.

Material y Método:

El presente modelo se realizó a partir de cortes transversales seriados de un corazón de Embrión Humano de 12 mm. C.R. correspondiente a la sexta semana de desarrollo, de 41 ± 1 día de V.I. Horizonte XVII de Streeter. Teñido con el método de Mallory – Heindenheim; y la reconstrucción tridimensional se realizó por el método de Born, a 125 aumentos, en planchas de cera-parafina de 1mm de espesor.

Este corazón se seleccionó para reconstruir por 1º) presentar bien definidos los elementos del sistema de conducción, 2º) por encontrarse en la etapa del desarrollo, coincidente con el del primordio del nodo aurículo–ventricular, y 3º) por estar completa la serie y en perfecto estado de conservación.

El Embrión Humano utilizado pertenece a la embrioteca del Laboratorio de Anatomía del Desarrollo de la Facultad de Medicina de Corrientes y fue procesado hace varios años. Los embriones que componen esta embrioteca provienen de los servicios hospitalarios de la ciudad de Corrientes y fueron derivados en su momento a este Laboratorio por los médicos de esos hospitales con la autorización de las autoridades sanitarias.

Resultados:

El corazón en estudio (Fotos 1 y 2) presenta a nivel auricular el septum primun proyectándose hacia delante, hacia los cojinete endocárdicos, y en la parte posterior y superior, un pequeño espacio: el foramen secundum (Foto 3).

En la región dorsal de la aurícula se observa el seno

* Profesores.

** Alumno.

*** Técnica.

Laboratorio de Anatomía del Desarrollo de la Facultad de Medicina de la UNNE.
Sargento Cabral 2001. 3400–Corrientes, República Argentina.
Teléfono: (03783) 423478 — E-Mail: htveglia@compunort.com.ar

venoso que se acerca y se une a la aurícula con una pared engrosada por una proliferación celular que al unirse a la pared auricular desplaza a ésta; la desembocadura del seno está marginada por dos repliegues: Las valvas del seno venoso (una derecha y la otra izquierda) constituidas por el mismo miocardio auricular desplazado (Foto 4).

La pared del seno engrosada por la proliferación celular de tejido nodal es perfectamente visible en esta región dorsal y se prolonga hacia la porción inferior del seno venoso, al mismo tiempo que se adelgaza, esto constituye el nodo sinoauricular, que en conjunto tiene una forma de herradura.

Al nivel ventricular el septum inferius separa el ventrículo derecho del ventrículo izquierdo, es pequeño aún y tiene la forma de una media luna cuya concavidad mira hacia las aurículas, es de poca altura en la parte media y se hace más alto en las regiones ventral y dorsal.

En este estadio el sistema de conducción consiste en un manto de tejido especializado a horcajadas del septum inferius, la parte media, de poca altura, y forma convexa hacia arriba, queda separada de los cojinete endocárdicos por un espacio relativamente amplio. El tejido especializado está separado del tabique interventricular por un tejido conectivo, que se representa en la reconstrucción como espacios que lo separan del septum trabecular (Foto 5).

Al acercarse a la región dorsal el septum inferius se hace más alto y el tejido de conducción supraseptal también, adoptando la forma de ángulo agudo abierto hacia abajo, cuyo vértice queda a nivel de los cojinete endocárdicos (Foto 6).

El tejido de conducción ubicado sobre el septum interventricular se bifurca, dando a la derecha, una rama cordiforme con una porción incluida en el tabique y la otra porción que cruza como un puente la cavidad del ventrículo derecho y se une a la pared anterior.

A la izquierda, da ramas que se distribuyen por el subendocardio ventricular.

En el vértice del septum interventricular, el tejido especializado se prolonga hacia arriba uniéndose a un engrosamiento con las características de una evaginación del anillo auriculoventricular el primordio del nodo auriculoventricular. De él se desprenden haces de fibras que se dirigen hacia la cavidad del ventrículo izquierdo, como una rama posterior (Foto 7).

Esta porción de tejido especializado que continúa hacia arriba, queda emparedado entre el cojinete por dentro y el tejido conectivo del surco auriculo-ventricular por fuera, constituyendo de esta manera, el haz penetrante.

A pesar de que pareciera que se ha completado el desarrollo del tejido de conducción atrioventricular, todo este tejido está por debajo del cojinete. No ha pasado aún a la aurícula derecha.

El primordio del nodo está ubicado en el margen interno

del surco auriculoventricular izquierdo, correspondiendo a la parte más dorsal del septum inferius. Queda por debajo del Tendón de Todaro (Unión de la valva del seno venoso con la del conducto de Couvier izquierdo, futuro seno coronario).

El conducto de Couvier está directamente por detrás del primordio del nodo, abriéndose en el seno venoso.

En el margen derecho de la comunicación auriculo-ventricular derecha se constató la presencia de un islote de tejido, teñido intensamente de azul violáceo con el método de Mallory, con las características del tejido especializado.

En pisos más altos de la reconstrucción, se observó tejido especializado por detrás del cojinete, que en este nivel tiene forma de media luna de concavidad inferior rodeando la cámara de salida del ventrículo izquierdo, este tejido está ubicado topográficamente en la porción subaórtica

Discusión:

Rosembaum en su trabajo sobre Sistema de Conducción en "Los hemibloqueos", afirma que la porción ramificante del Haz de His no se bifurca en el hombre, porque las ramas izquierdas nacen a diferentes niveles que no coinciden con el origen de la rama derecha.

Lo que observamos en esta reconstrucción y en otros embriones de etapas más tempranas de desarrollo, es que la rama derecha y la rama izquierda anterior nacen a la misma altura, como una bifurcación, debido a que ambas derivan del tejido especializado que cubre el septum interventricular; a estas ramas como vimos en esta reconstrucción se une la rama izquierda posterior en la sexta semana.

En los trabajos de Wessels, Vermuelen, Verbeek et al., utilizando anticuerpos monoclonales para marcar el tejido de conducción, se postuló que éstos derivan, en su porción ventricular, de un solo del anillo, el anillo interventricular; este tejido especializado se ve en estos trabajos como un manto que cubre el septum inferius y se prolonga en ambos lados del tabique interventricular como una bifurcación.

Este nuevo hallazgo, que de acuerdo a sus autores, afirma que el tejido de conducción ventricular deriva de un solo anillo: El interventricular, coincide con lo encontrado en esta reconstrucción, ya que la rama derecha y la división anterior de la rama izquierda derivan del manto de tejido especializado supraseptal, y por ende del anillo interventricular.

Sin embargo, en esta reconstrucción encontramos que la rama posterior izquierda, se desprende de la evaginación del anillo auriculoventricular, por lo que consideramos que existe un doble origen para las ramas izquierda del tejido de conducción ventricular. La anterior del anillo

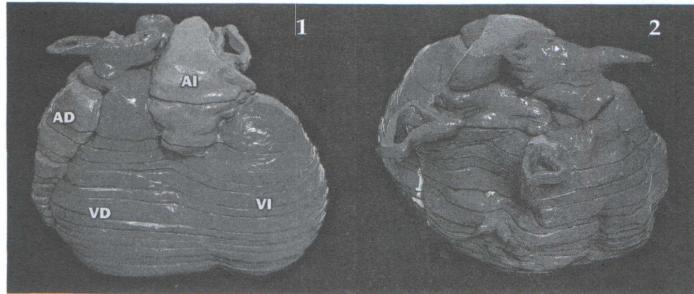


Foto 1: Vista anterior del Modelo. AD) Atrio Derecho. VD) Ventrículo Derecho. AI) Atrio Izquierdo. VI) Ventrículo Izquierdo.

Foto 2: Vista Posterior del Modelo.



Foto 3: 1) Seno venoso con tejido nodal. 2) Septum Primun. 3) Cojinete endocárdico. 4) Tejido especializado en región subaórtica.

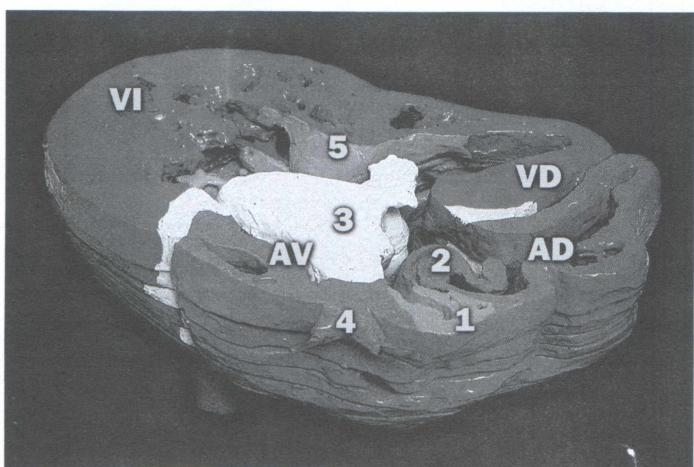


Foto 4: 1) Nodo Sinusal. 2) Valvas del Seno Venoso. 3) Cojinete endocárdico. 4) Venas Pulmonares. 5) Tabique interventricular con tejido de conducción sobre él.

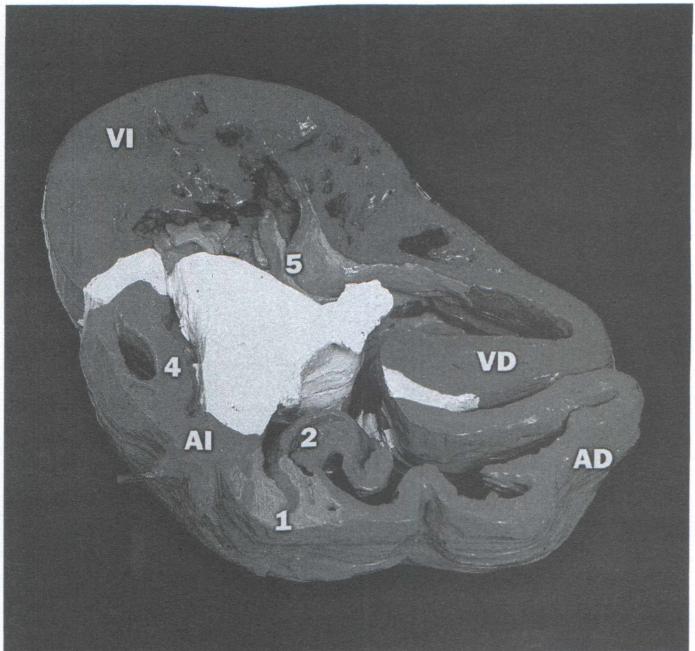


Foto 5: 1) Nodo Sinusal. 2) Valvas del Seno Venoso. 3) Cojinete endocárdico. 4) Conducto de Couvier. 6) Primordio del Nodo Atrioventricular AV.

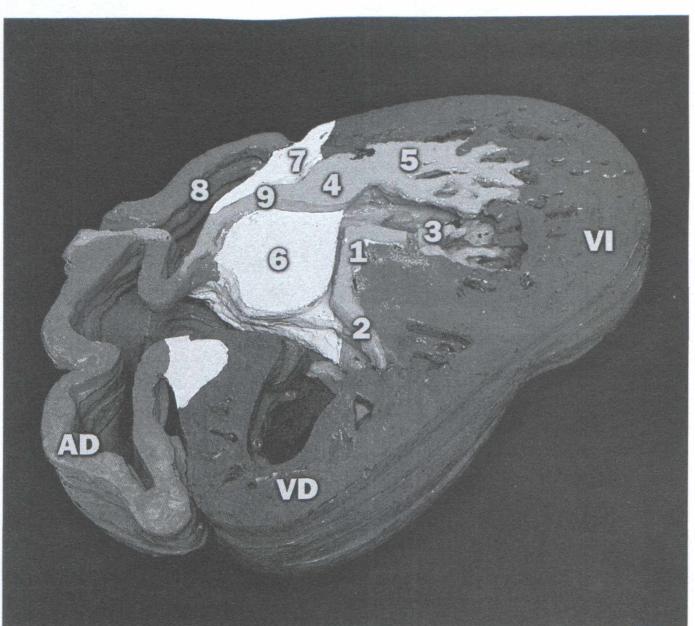


Foto 6: 1) Tejido de Conducción sobre el Septum Inferius. 2) Rama derecha. 3) Ramas izquierdas anteriores. 4) Primordio del Nodo A.V. 5) Ramas izquierdas posteriores que salen del Primordio del Nodo. 6) Cojinete endocárdico. 7) Tejido del surco AV. 8) Conducto de Couvier. 9) Haz Penetrante.

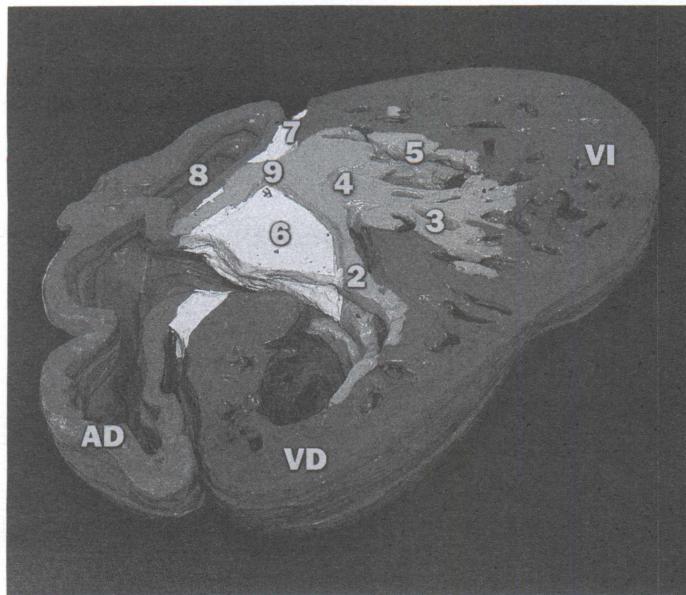


Foto 7: 1) Tejido de conducción sobre el septum inferius. 2) Rama derecha. 3) Ramas izquierdas anteriores. 4) Primordio del Nodo AV. 5) Ramas izquierdas posteriores. 6) Cojinete endocárdico. 7) Tejido del surco AV. 8) Conducto de Couvier. 9) Haz penetrante.

interventricular y la posterior de la evaginación del anillo aurículoventricular.

En cuanto a la porción penetrante, que va a constituir luego la parte profunda del nodo aurículo-ventricular, coincidimos en que deriva del anillo interventricular. Ahora bien, el primordio del nodo A.V. hemos constatado es una evaginación del anillo A.V., por lo tanto, consideramos que éste anillo contribuye a la constitución del nodo definitivo.

Conclusiones:

- El nodo sinuauricular, en esta etapa, está representado por un engrosamiento de la pared del seno venoso que está desembocando en la aurícula derecha, el tejido nodal es voluminoso pero no presenta aún la arteria que lo caracteriza.
- El tejido de conducción del eje atrioventricular es una estructura eminentemente septal, porque se desarrolla con el septum, crece con él, y concluye su desarrollo cuando se completa la septación cardíaca.
- La rama derecha y la ramificación anterior izquierda del tejido de conducción ventricular derivan del anillo interventricular.
- La rama posterior izquierda del tejido de conducción ventricular deriva de la evaginación del anillo aurículo-ventricular de tejido especializado.
- La evaginación del anillo aurículoventricular de

tejido especializado constituye el primordio del nodo aurículoventricular.

- El haz penetrante es el tejido especializado que queda emparedado entre el cojinete y el tejido del surco interventricular.

Bibliografía Citada:

1. Davies, MJ; Anderson, RH; Becker, AE. The conduction system of the heart, in Heart Block. 1983 Butterworth & Co. Publishers LTD.
2. Anderson, RH; Becker, AE; Weninck, ACG; Janse, MJ; The development of the cardiac specialized tissue in the conduction system of the heart: Structure, function and clinical implications. P 3 De by Wellens HJJ, Lie, KL and Janse MJ New York, Lea and Febiger, 1976. 3-28.
3. Anderson RH and Ho SY: "The morphologic substrates for pediatric arrhythmias" Cardiology in the young 1991; 1: 159-176.
4. Wessels, A; Vermeulen, JLM; Verbeek, RJ; Viragh, SZ; Kalman, F; Lamers, WH; AND Moorman, AFM. Spatial Distribution of "Tissue Specific" Antigens in The Developing Human Heart and Skeletal Muscle. III An Immunohistochemical analysis of the distribution of the neural antigen G1N2 in the embryonic Heart: Implications for the development of the Atrioventricular Conduction System. Anat. Rec. 1992. 232: 97-111.
5. Rosenbaum, MB; Elizari, MV; Lazzari, JO; "Los Hemibloqueos" Paidos. Bs.As. Talleres Gráficos Didot SCA. 1968. Capítulo II pág. 43-90.

Bibliografía General:

1. Glomset, DJ and Glomset ATA: A morphologic study of the cardiac conduction system in ungulates, dog and man. II The Purkinje system. Am Heart J 1940 20: 677-701.
2. Glomset DJ and Bierge RF: Amorphologic study of the conduction system IV The anatomy of the upper part of the ventricular septum in man. Am Heart J 1940 20: 526-538.
3. Glomset DJ and Cross KR: Amorphologic study of the conduction system VI The intrinsec nervous system of the heart. Arch Int Med 1952; 89: 923-930.
4. Davies, F: The conduction system of the vertebrate heart, Brit Heart J. 1942.; 4: 66-76.
5. Ho S y Anderson RH, Embriology and anatomy of the normal and abnormal conduction system. Gillette PC, Garson A JR. Eds. Pediatric arrhythmias: Electrophysiology and pacing. Philadelphia, WB Saunders 1990. 2-27.
6. Picoff, Arthur Development and function of the cardiac conduction system.
8. Robb, JS, Kaylor, CT, Turman, WG, "A study of specialized heart tissue at varius stages of development of human fetal heart". Am. J. Med. 1948; 5: 324-3368.