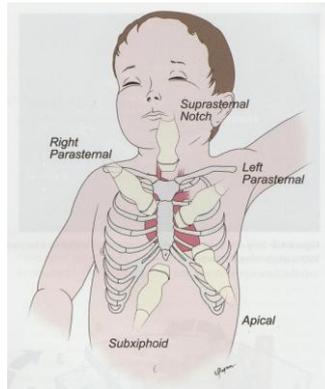


## **PRINCIPIOS BASICOS EN ECOCARDIOGRAFÍA 2:**

Antonio Sánchez Andrés  
Unidad de Cardiología Pediátrica  
Área de Gestión Clínica de Pediatría  
Hospital Universitario Central de Asturias (Oviedo)

### **1.- PLANOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DE LAS CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS:**

Según la Sociedad Americana de Ecocardiografía, se deben realizar 5 planos básicos dentro del estudio de las cardiopatías congénitas: subcostal, apical, paraesternal izquierdo, supraesternal y paraesternal derecho; además de 3 planos adicionales: anterior oblicuo derecho e izquierdo y ambos flancos.

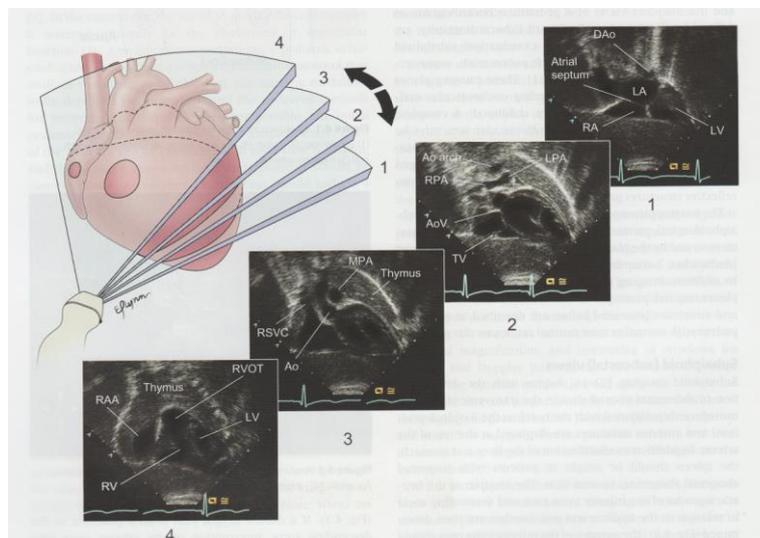


En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 35.

#### **A) PLANO SUBCOSTAL:**

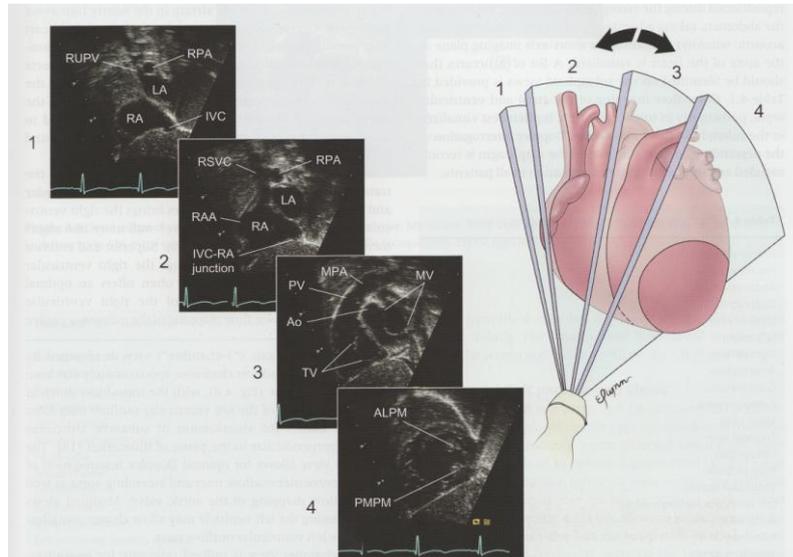
Desde el plano subcostal pueden identificarse fundamentalmente las estructuras cardiacas más posteriores, aunque podemos valorar también otra serie de elementos que detallaremos a continuación.

En el eje largo (muesca del transductor hacia el flanco izquierdo), desde la zona más posterior a la más anterior podemos valorar: relación vasos abdominales con columna vertebral (aorta izquierda y vena cava inferior derecha, pueden valorarse otras estructuras vasculares como sistema azigos/hemazigos), unión de vena cava superior a aurícula derecha, seno coronario, morfología de ambas aurículas, septo interauricular, válvulas A-V y tractos de salida ventriculares.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 36.

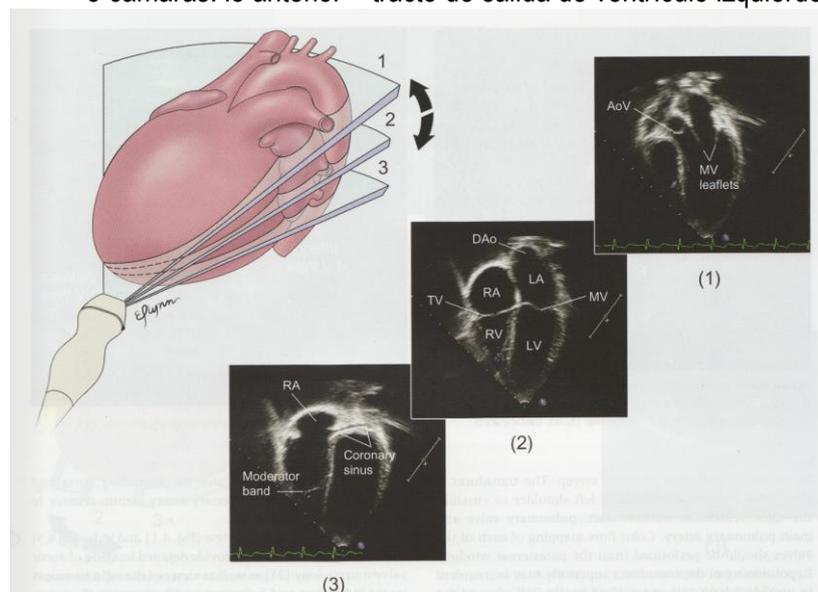
En el eje corto (muesca del transductor hacia la cabeza), desde la zona mas posterior a la mas anterior, podemos valorar: aorta abdominal (izquierda), conexión de las venas suprahepáticas a vena cava inferior, unión de vena cava inferior a aurícula derecha, válvula de Eustaquio (desembocadura VCI en AD), aurículas y orejuela derecha, septo interauricular, tracto de salida de ventrículo derecho (subinfundíbulo, infundíbulo, válvula pulmonar y anillo y arteria pulmonar-bifurcación), tracto de salida de ventrículo izquierdo y arco aórtico.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult. Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 37.

### B) PLANO APICAL:

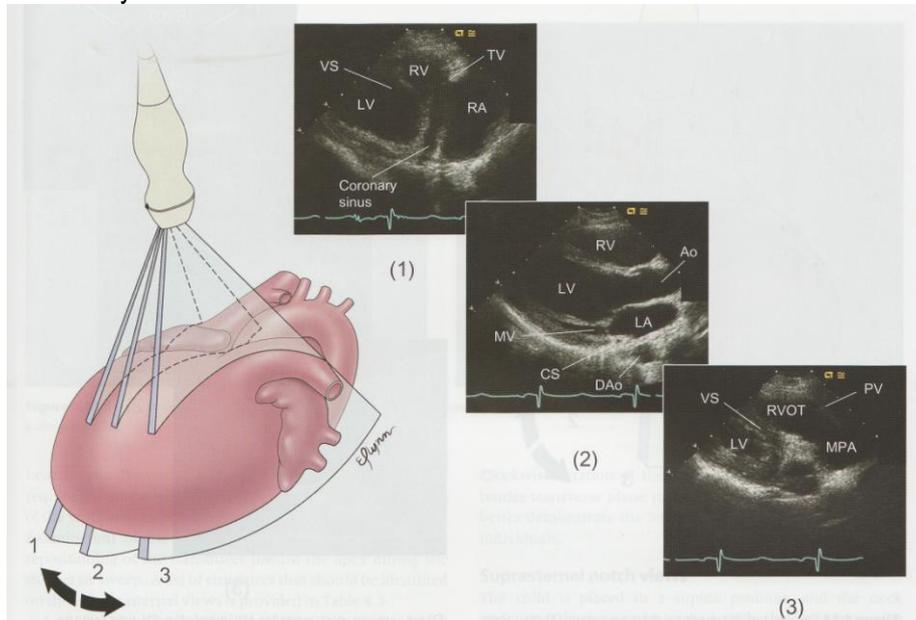
- 4 cámaras: aurícula derecha, válvula tricúspide, ventrículo derecho; venas pulmonares, aurícula izquierda, válvula mitral, ventrículo izquierdo.
- 5 cámaras: lo anterior + tracto de salida de ventrículo izquierdo.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult. Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 39.

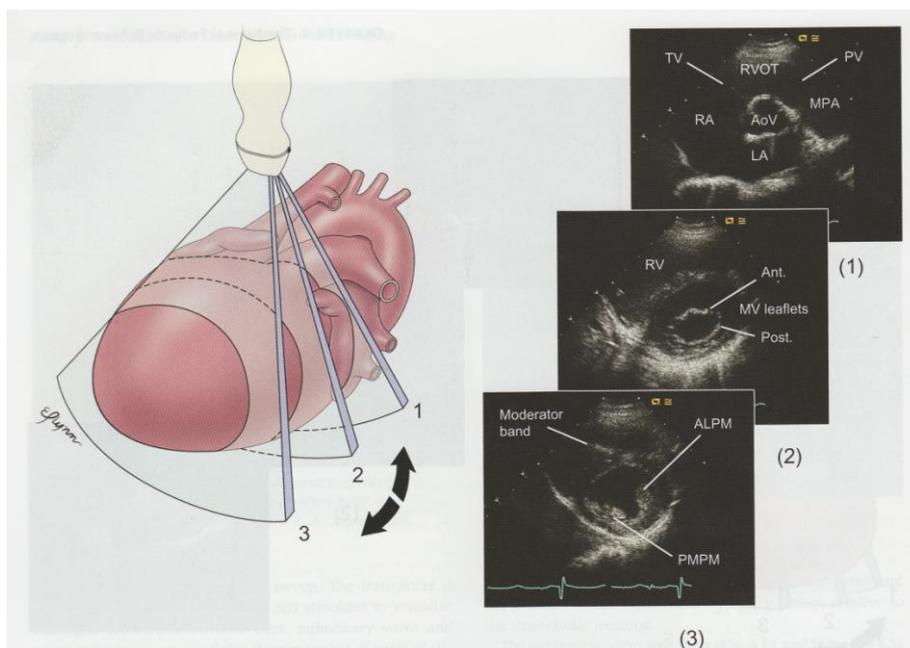
**C) PLANO PARAESTERNAL IZQUIERDO:**

En el eje largo se pueden apreciar las siguientes estructuras: aurícula izquierda, válvula mitral y aparato subvalvular mitral, ventrículo izquierdo y tracto de salida del ventrículo izquierdo, válvula aórtica, raíz aórtica y aorta ascendente. Desde este plano se realiza el cálculo de la función ventricular y las medidas en el modo M.

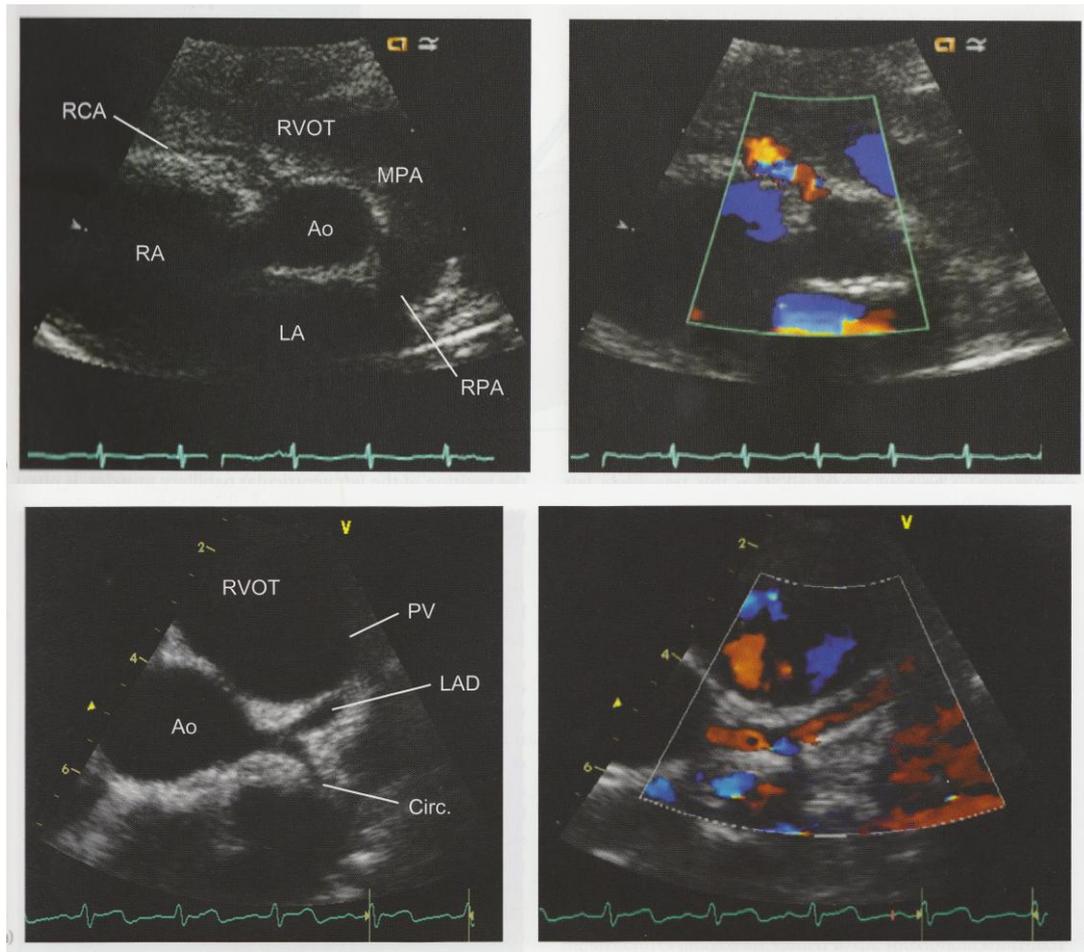


En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 41.

En el eje corto se pueden apreciar las siguientes estructuras: se realiza un barrido de los 2 ventrículos desde el ápex hasta salida de grandes vasos. Podemos apreciar ambos ventrículos, músculos papilares, banda moderadora, válvulas AV, válvula aórtica (morfología), arterias coronarias, tracto de salida del ventrículo derecho, válvula pulmonar, tronco pulmonar y ramas pulmonares proximales.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 42.

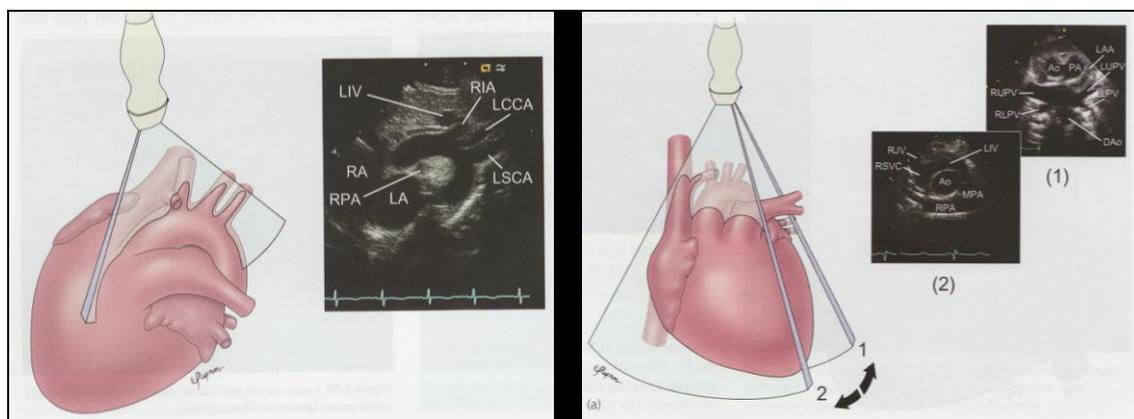


En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 42-43.

**D) PLANO SUPRAESTERNAL:**

En el eje largo se pueden apreciar las siguientes estructuras: sistema venoso superior (vena innominada + vena cava superior derecha +/- vena cava superior izquierda), arco aórtico, troncos supraaórticos, tronco pulmonar y ambas ramas pulmonares.

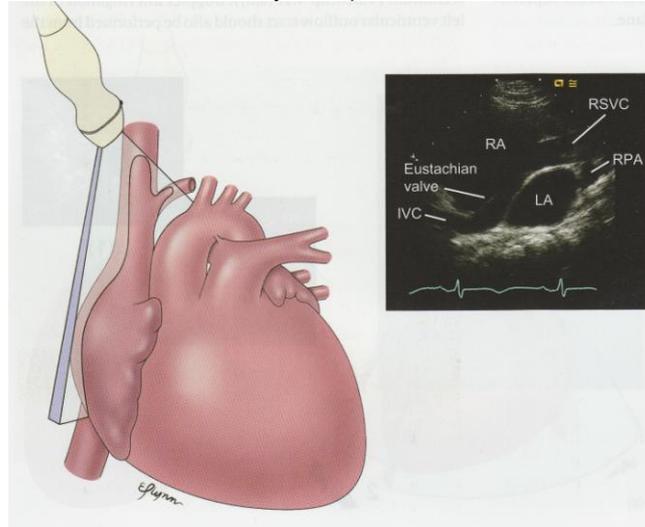
En el eje corto se pueden apreciar las siguientes estructuras: venas pulmonares y aurícula izquierda, además de la relación entre ambas arterias.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 44.

### **E) PLANO PARAESTERNAL DERECHO:**

Es equivalente a un plano subcostal bicava. Se aprecian las 2 venas cava superior e inferior y su entrada en la aurícula derecha y el septo interauricular a dicho nivel.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 4: The normal pediatric echocardiogram. P. 45.

## **2.- RECONOCIMIENTO DE ESTRUCTURAS:**

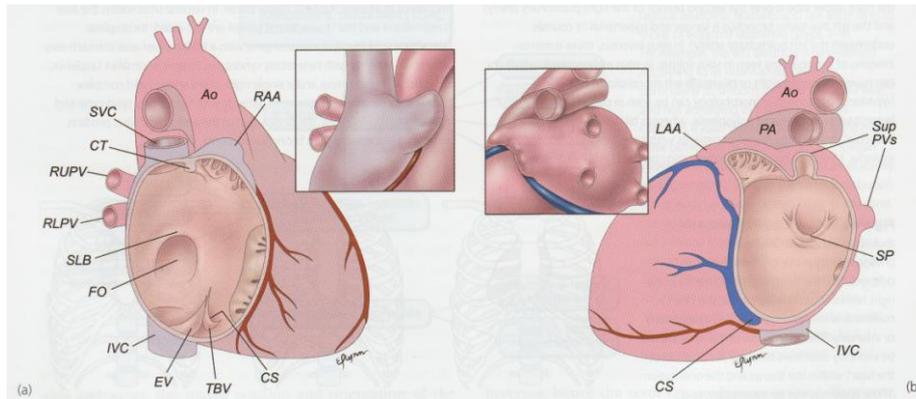
Con el fin de entender los diferentes tipos de cardiopatía congénita compleja, se consideró importante realizar un análisis segmentario, claro y completo para llegar al diagnóstico con cada uno de los componentes de la malformación cardíaca, que sean significativos anatómicamente y quirúrgicamente.

Es el mejor procedimiento para entender la patología cardíaca congénita y su fisiopatología. El análisis segmentario se basa fundamentalmente en el hecho de que el corazón está formado por tres segmentos. Para iniciar el análisis es necesario identificar morfológicamente los componentes de dichos segmentos, a saber: segmento auricular, segmento ventricular y segmento arterial. Dichos segmentos se analizan con el concepto de nivel, al describir cada segmento que se quiera definir, así como su morfología, topografía, dimensiones y las conexiones con las estructuras adyacentes.

### **A) SEGMENTO AURICULAR:**

Las aurículas se diferencian una de otra por características anatómicas internas y externas. En su parte interna la aurícula derecha consta de los músculos pectíneos; y la orejuela tiene base ancha y bordes lisos. Normalmente, a la aurícula derecha se conectan las venas sistémicas. Por otra parte, la aurícula izquierda en su parte interna es lisa; la orejuela tiene base angosta y los bordes son fenestrados. A la aurícula izquierda se conectan, en condiciones normales, las venas pulmonares.

	<b>AURÍCULA DERECHA</b>	<b>AURÍCULA IZQUIERDA</b>
<i>Rasgos del miocardio</i>	Crista terminalis	--
<i>Orejuela</i>	Base amplia, triangular, anterior	Estrecho y alargado, posterior
<i>Septo</i>	Septum secundum (limbo de la fosa oval)	Septum primum (válvula de la fosa oval)
<i>Venas</i>	VCS, VCI, seno coronario	Pulmonares



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 3: Nomenclature and segmental approach. P. 26.

## B) SEGMENTO VENTRICULAR:

Definir el ventrículo como derecho o izquierdo no depende de la posición, sino de las características anatómicas de cada uno. El ventrículo está formado por tres componentes o porciones: la porción de entrada, la porción trabeculada y la porción de salida. Tanto la porción de entrada (válvula AV y porción adyacente) como la de salida (infundíbulo y válvula sigmoidea) son consideradas elementos anatómicos necesarios para definir el ventrículo como tal. Si falta una de estas porciones, el ventrículo se definirá como rudimentario; si carecen las dos porciones, no se considerará como ventrículo sino como bolsa trabeculada; y si el ventrículo tiene todas las porciones, pero no están bien desarrolladas (de tamaño pequeño) se denominará ventrículo hipoplásico. En un corazón normal, la porción de entrada de cada ventrículo está abocada a su respectiva porción trabeculada. Si la entrada de las dos aurículas se aboca a un solo ventrículo o una de ellas cabalga el *septum* interventricular; es decir que existen dos anillos valvulares, es importante cuantificar el tamaño de la porción de entrada (anillo y porción subanular) para que esta pueda ser considerada como correspondiente al ventrículo al que le corresponde más del 50% del orificio del anillo atrioventricular. En caso de que sea una válvula atrioventricular común, una cámara debe considerarse ventrículo cuando tenga más del 75% del anillo valvular. En 1973, Kirklin y cols. sugirieron que una arteria debería considerarse de ese ventrículo, cuando le pertenece la mayor parte del orificio valvular; por ello, Tynan y cols. consideraron lo mismo para las válvulas atrioventriculares.

	<b>VENTRÍCULO DERECHO</b>	<b>VENTRÍCULO IZQUIERDO</b>
<i>Morfología</i>	Trabeculada y triangular	Liso y alargado
<i>Válvula AV</i>	Tricúspide (inferior)	Mitral (superior)
<i>Válvula sigmoidea</i>	Pulmonar	Aorta
<i>Otros</i>	Banda moderadora	Músculos papilares

### a) **Ventrículo derecho:**

En su lado derecho, el *septum* interventricular muestra adherido, en su parte media y superior, un músculo papilar cuyas trabeculaciones, de la porción media del *septum* hacia el ápex, son gruesas y abundantes. Normalmente la válvula tricúspide ocupa una posición más cercana al ápex en relación a la posición de la válvula mitral y, generalmente, se conecta con la arteria pulmonar. En la vista externa es de forma triangular.

### b) **Ventrículo izquierdo:**

En el lado del ventrículo izquierdo, el *septum* interventricular no tiene músculos papilares y, de su parte media hacia el ápex cardíaco, muestra trabeculaciones finas. En la parte superior es liso. Normalmente contiene la válvula mitral y la válvula aórtica en continuidad fibrosa. La forma es alargada.

Siempre se debe describir el número de ventrículos presente, la posición espacial y las características de las conexiones con las otras cámaras.

### **C) SEGMENTO ARTERIAL:**

Los componentes del segmento son la aorta y la arteria pulmonar. Normalmente la primera da origen a las circulaciones coronaria y sistémica, con su división en vasos supraaórticos, más alejada del corazón debido a la división de la arteria pulmonar en ramas derecha e izquierda. La posición de sus planos valvulares también es diferente, puesto que la posición del plano aórtico es posterior-derecho y la del pulmonar es anterior-izquierdo.

### **3.- ANÁLISIS SECUENCIAL:**

Se deben describir las conexiones de las venas sistémicas y pulmonares con las diferentes aurículas o estructuras vasculares venosas.

En la tabla observamos la manera concreta de realizar el análisis secuencial, partiendo de la existencia de cinco pasos y tres niveles (I, viscero-atrial; II, atrio-ventricular y III, ventriculo-arterial) y dos pasos complementarios que se refieren a las lesiones asociadas y otros aspectos generales.

I. Nivel atrial
<i>Situs solitus</i> atrial
<i>Situs inversus</i> atrial
<i>Situs isomérico</i> derecho
<i>Situs isomérico</i> izquierdo
II. Nivel atrioventricular
Tipo de conexión atrioventricular
Modo de conexión atrioventricular
III. Nivel ventriculoarterial
Tipo de conexión ventriculoarterial
Modo de conexión ventriculoarterial
IV. Lesiones asociadas
Estenosis
Hipoplasia
Atresia
Interrupción
Comunicación
Conexiones venosas
V. Particularidades adicionales
Posición del corazón en el tórax
Origen y distribución de las coronarias
Origen y distribución del sistema de conducción

Una vez se conozcan los segmentos, emplearemos diferentes términos en el análisis segmentario. El primero de ellos se refiere al nivel atrial, ya que nos permite definir la posición de las aurículas en el espacio y los diferentes tipos de posición auricular.

### **A) SITUS VISCERO-ATRIAL:**

El *situs* visceral es el patrón de asimetría de un organismo, el cual determina la posición espacial de los diferentes órganos y estructuras entre sí. Este patrón hace referencia a los órganos y estructuras impares (hígado, vena cava inferior, etc.) o aquellos que, siendo pares (aurículas y bronquios), son diferentes entre sí.

Para definir el *situs* auricular de un individuo, se escoge como referencia la posición del hígado, la porción suprahepática de la vena cava inferior y la de la aurícula anatómicamente derecha, por ser estas estructuras muy constantes en su posición y su relación con otros órganos o partes de ellos, ya que se interrelacionan constituyendo la tríada hepato-cavo-atrial.

Cuando la tríada hepato-cavo-atrial se encuentra a la derecha, decimos que el *situs* visceral es *solitus*, siendo este el patrón de asimetría que existe en la mayoría de las personas.

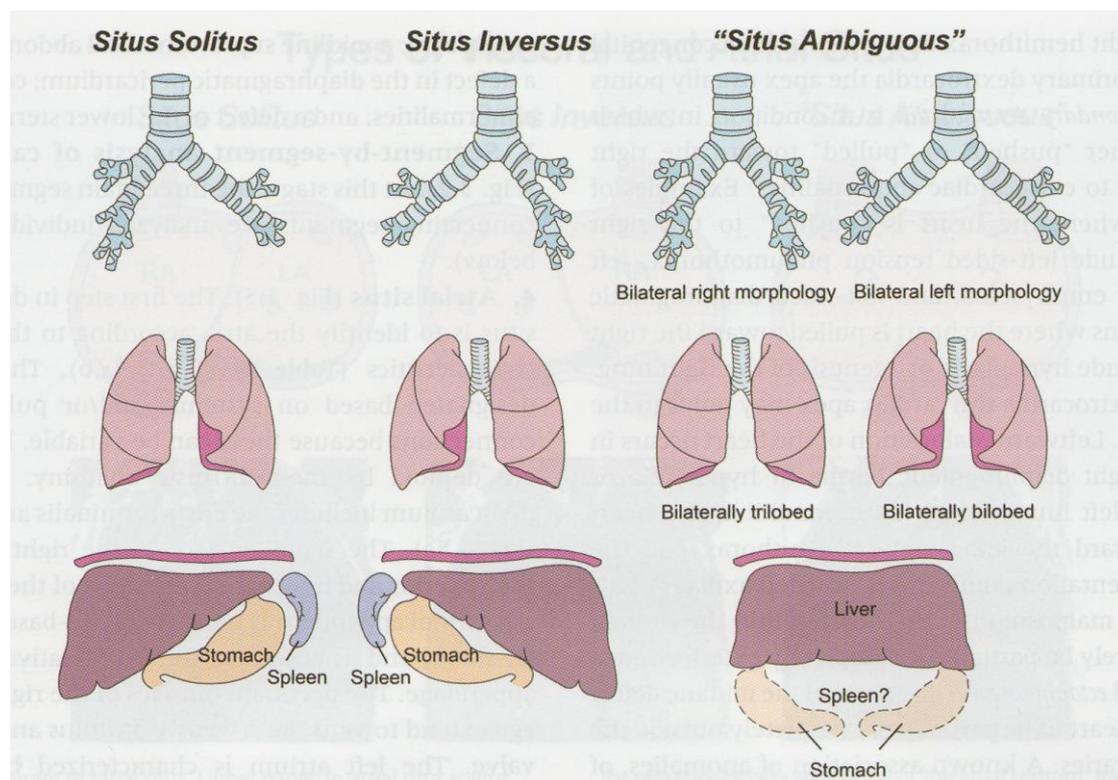
Cuando la tríada hepato-cavo-atrial se encuentra a la izquierda, el *situs* se denomina *inversus*.

El trazo electrocardiográfico mostrará la onda p positiva en DI y negativa en AVR, en caso de *situs solitus*, mientras que en el *situs inversus* será negativa en DI y positiva en AVR. Hay un grupo de pacientes en los cuales no existe el patrón de asimetría y, por lo tanto, no entra en las definiciones anteriores, pues en vez de existir asimetría, tiende a haber un isomerismo bilateral, pudiendo ser derecho (síndrome de asplenia) o izquierdo (síndrome de poliesplenia).

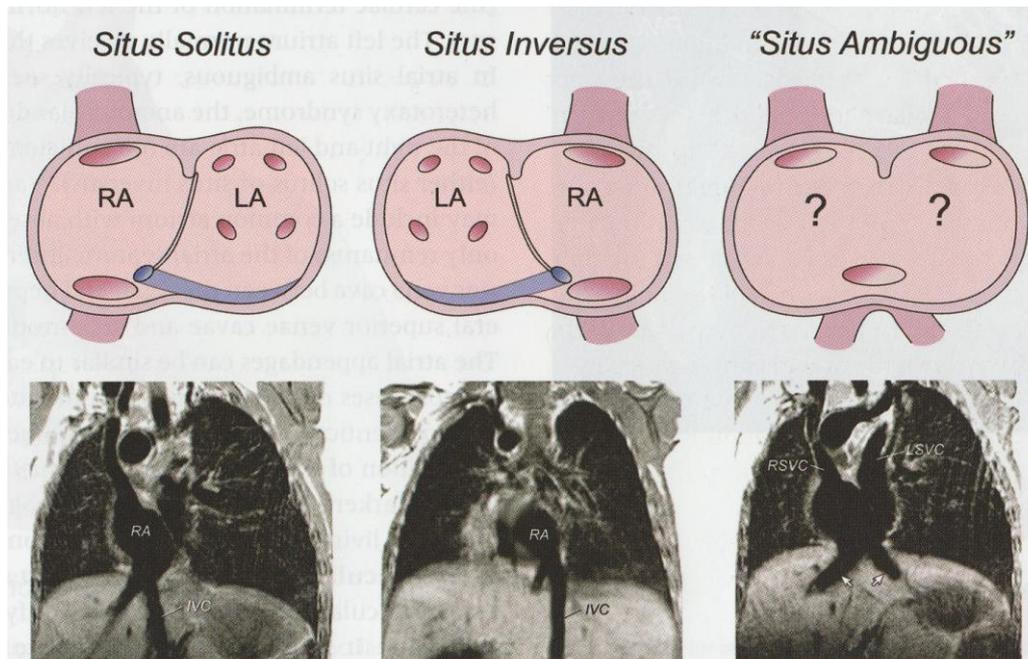
Los *situs* auriculares indefinidos en el electrocardiograma pueden mostrar migración del marcapaso, que hace cambiar el eje de la onda p, incluso en el mismo trazo. Con frecuencia, el eje de la onda p es de  $-60$  grados (isomerismo izquierdo) y de alrededor de  $120$  grados en (isomerismo derecho).

En presencia de cardiopatía compleja, la determinación del *situs* atrial, con base en los hallazgos físicos y el electrocardiograma, muestra una pobre correlación. En tal circunstancia, se buscó una relación más constante, encontrándose esta entre el patrón bronquial y las características anatómicas de las orejuelas auriculares. Si con este método no se puede definir el *situs* atrial se recurrirá al estudio angiográfico en hemodinámica.

La manera más simple de definir el *situs* bronquial es la radiografía de tórax posteroanterior penetrada, la cual permite obtener la imagen adecuada de la tráquea y los bronquios. Definir cuál es el bronquio derecho e izquierdo al comparar la distancia entre la carina y la primera división del bronquio, como se muestra en la figura del patrón bronquial:



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 3: Nomenclature and segmental approach. P. 25.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 3: Nomenclature and segmental approach. P. 27.

## B) TIPO DE CONEXIÓN ATRIO-VENTRICULAR:

La conexión atrioventricular puede ser univentricular cuando hay un solo ventrículo o ambas aurículas se conectan con un ventrículo o biventricular, cuando cada aurícula se conecta con un ventrículo. El tipo de conexión atrioventricular se refiere a la anatomía de la unión entre las aurículas y los ventrículos. Un tipo de conexión excluye a otro.

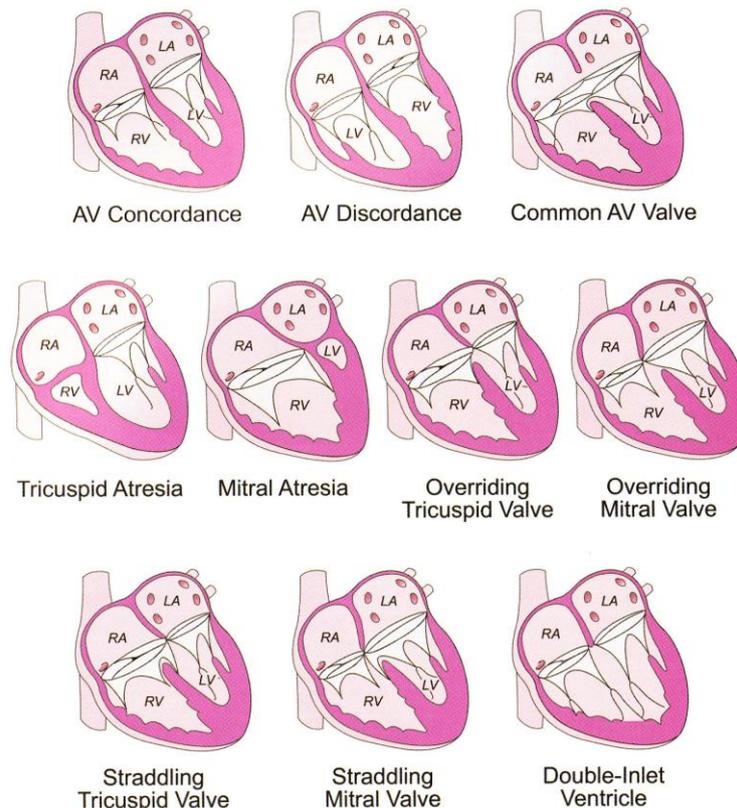
Hay cinco tipos de conexión:

- 1. Concordante:** cuando la aurícula derecha se conecta con el ventrículo derecho y la aurícula izquierda con el ventrículo izquierdo, independientemente de la posición espacial que guardan estos segmentos entre sí.
- 2. Discordante:** cuando la aurícula derecha se conecta con el ventrículo izquierdo y la aurícula izquierda se conecta con el ventrículo derecho; es necesario que haya definición del situs atrial lateralizado, sea en *solitus* o *inversus*, por lo que, cuando hay isomerismo, la conexión atrioventriculares.
- 3. Ambigua:** decimos que la conexión AV es ambigua cuando el situs atrial es isomérico, derecho o izquierdo, y los atrios se conectan cada uno con un ventrículo.
- 4. Doble cámara de entrada derecha o izquierda:** ocurre cuando las dos aurículas están conectadas a una sola masa ventricular. La morfología de la cámara puede ser derecha, izquierda o indeterminada.
- 5. Ausencia de conexión atrioventricular derecha o izquierda:** se da cuando una aurícula no se conecta con la masa ventricular. Puede ser derecha o izquierda.

El modo de conexión describe la morfología de las válvulas y su relación con los ventrículos. Hay 5 modos de conexión:

- 1. Perforado:** cuando se hace a través de dos válvulas atrioventriculares perforadas.
- 2. Imperforado:** cuando una de las válvulas atrioventriculares no permite la comunicación entre la aurícula y el ventrículo (aquí se incluyen la atresia tricuspídea y la mitral).
- 3. Cabalgante ("overriding"):** se refiere a una circunstancia en la cual una de las válvulas atrioventriculares está sobre el *septum* interventricular, siendo el área correspondiente al cabalgamiento menor del 50% del orificio atrioventricular.
- 4. Horcajadas ("straddling"):** se refiere a cuando existe parte del aparato subvalvular inserto en porciones del ventrículo contralateral, atravesando el septo interventricular.
- 5. Modo de conexión común:** cuando las aurículas se conectan con el ventrículo o los ventrículos, a través de una sola válvula atrioventricular. Si una de las cámaras recibe menos del 25% de la válvula, debe ser considerada cámara rudimentaria.

Los modos de conexión no se excluyen; es decir, pueden coexistir cabalgamiento e imperforación, por ejemplo.



En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010. Chapter 3: Nomenclature and segmental approach. P. 30.

### C) TIPOS DE CONEXIÓN VENTRÍCULO-ARTERIAL:

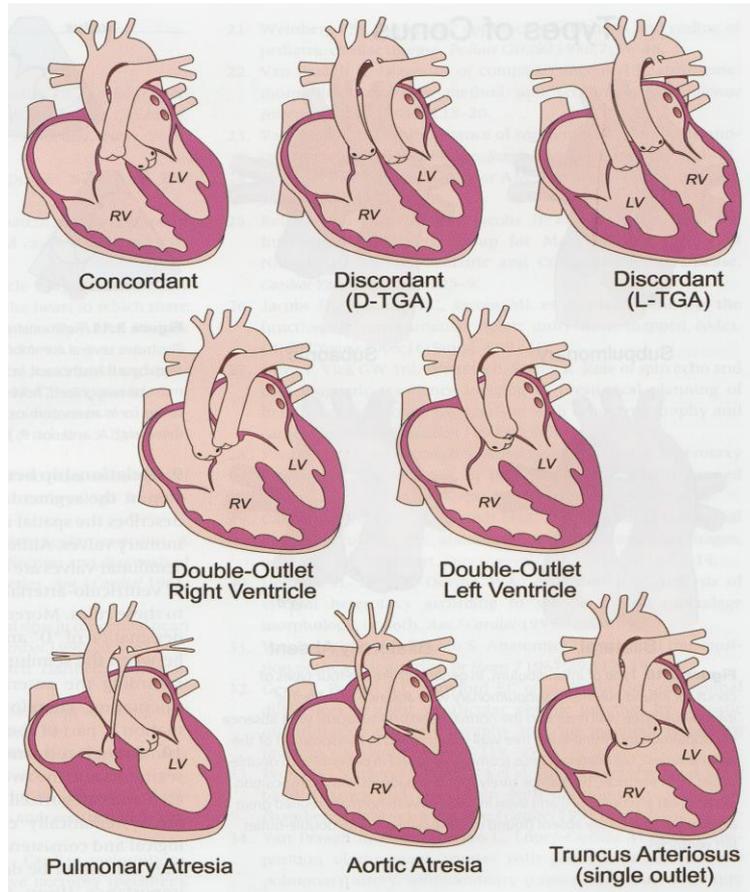
Si analizamos la anatomía de un corazón normal, se observa el anillo de la aorta posterior y derecho, conectado al ventrículo izquierdo, situado a la izquierda; mientras que el anillo pulmonar se localiza anterior e izquierdo, conectado con el ventrículo derecho, localizado a la derecha. La relación espacial es discordante, pero las conexiones son concordantes; por ello, es importante siempre observar la posición espacial y diferenciarla de la conexión real de cada estructura.

Hay cuatro **tipos** de conexión ventrículo-arterial:

- 1. Concordante:** cuando la aorta se conecta con el ventrículo izquierdo y la arteria pulmonar con el derecho.
- 2. Discordante:** cuando la aorta se conecta con el ventrículo derecho y la arteria pulmonar con el ventrículo izquierdo.
- 3. Doble salida:** las dos arterias se conectan con un solo ventrículo que puede ser el derecho o el izquierdo.
- 4. Única vía de salida:** solamente se conecta a los ventrículos una arteria, y existen tres posibilidades:
  - a) Salida aórtica por atresia pulmonar.
  - b) Salida pulmonar por atresia aórtica.
  - c) En el tronco común, cuando es un solo vaso que lleva la circulación sistémica, coronaria y pulmonar. Puede conectarse a uno de los ventrículos o cabalgar sobre el *septum* interventricular.

Hay también tres **modos** de conexión ventrículo-arterial:

- 1. Perforado:** las válvulas aórtica y pulmonar son funcionales y conectan las aurículas a los ventrículos a través de ellas.
- 2. Imperforado:** cuando una de las válvulas sigmoidea es atrésica o no funcional.
- 3. Cabalgante:** uno de los anillos de las válvulas sigmoideas cabalga sobre el *septum*.



*En: Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult. Wiley Black 2010. Chapter 3: Nomenclature and segmental approach. P. 25.*

#### **D) LESIONES ASOCIADAS:**

En una de las etapas de la secuencia diagnóstica se debe describir la estenosis, atresia, hipoplasia, interrupciones y comunicaciones en cualquier nivel o segmento del corazón. Describir las conexiones o la ausencia de conexiones venosas sistémicas y pulmonares.

#### **E) PARTICULARIDADES ADICIONALES:**

Se describen las características del tórax, abdomen, la situación del corazón respecto del eje humano. Además, se analizan el origen y la distribución de las coronarias y del sistema de conducción.

Para realizar el estudio, hay que basarse en la impresión clínica, una vez se evalúe clínicamente al paciente, se hagan los hallazgos cardíacos, la correlación con el electrocardiograma de superficie, la radiografía de tórax posteroanterior y lateral, estudio con ecocardiografía modo M, 2D y Doppler.

En casos más específicos o complejos se pueden requerir estudios como el hemodinámico (cateterismo derecho e izquierdo), para evaluación no solo anatómica sino funcional y, si se requiere, para procedimiento intervencionista.

La evaluación de la vasculatura pulmonar y sistémica amerita, en ocasiones, de un estudio con resonancia magnética o TAC contrastado multidetector.

Todo ello permitirá la evaluación completa del paciente para definir las conductas a seguir, sean médicas, intervencionistas o quirúrgicas.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

- 1.- Lai W, Mertens L, Cohen M, Geva T. *Echocardiography in pediatric and congenital heart disease. From fetus to adult.* Wiley Black 2010.
- 2.- Anderson RH, Razavi R, Taylor AM. *Cardiac anatomy revisited.* *J Anat* 2004; 205: 159-77.
- 3.- Anderson RH, Becker AE, Freedom RM et al. *Sequential segmental analysis of congenital heart disease.* *Pediatr Cardiol* 1984; 5: 281-7.
- 4.- Lai W, Geva T, Shirali GS et al. *Guidelines and standards for performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Task Force of the Pediatric Council of the American Society of Echocardiography.* *J Am Soc Echocardiog* 2006; 19: 1413-30.
- 5.- Daubeney PE, Blackstone EH, Weintraub RG et al. *Relationship of the dimension of cardiac structures to body size: an echocardiographic study in normal infants and children.* *Cardiol Young* 1999; 9: 402-10.