

DEPARTAMENTO DE EMBRIOLOGÍA
PRÁCTICA No. 8
CORAZÓN Y CIRCULACIÓN FETAL

Autores:

MPSS Diego Jesus Cisneros Cuevas, MPSS David Magdaleno González

Revisores:

Dra. Mónica Leticia Malagón Gómez

FICHA DE IDENTIFICACIÓN:

Nombre del alumno/alumna:

Grupo:

Fecha:

Calificación:

Nombre del profesor:

LECTURA PRECLASE

El corazón embrionario actúa como una bomba sencilla para mantener el flujo de sangre por el cuerpo del embrión y la placenta, se anticipa a los cambios radicales en la circulación que se producen en el nacimiento como consecuencia de la súbita interrupción de la circulación placentaria y el inicio de la respiración. El corazón embrionario debe desarrollar 4 cámaras que reciben y bombean el flujo sanguíneo circulante, también se adapta a la condición de los pulmones fetales que están poco desarrollados y que durante un largo periodo, no tienen vasos adecuados que puedan acomodarse al gran flujo de sangre. Esto se soluciona con la presencia de cortocircuitos, los cuales permiten que cada cámara del corazón maneje grandes volúmenes de sangre al tiempo que respeta los conductos vasculares pulmonares que no han terminado de desarrollarse.

Desarrollo y tabicación del corazón

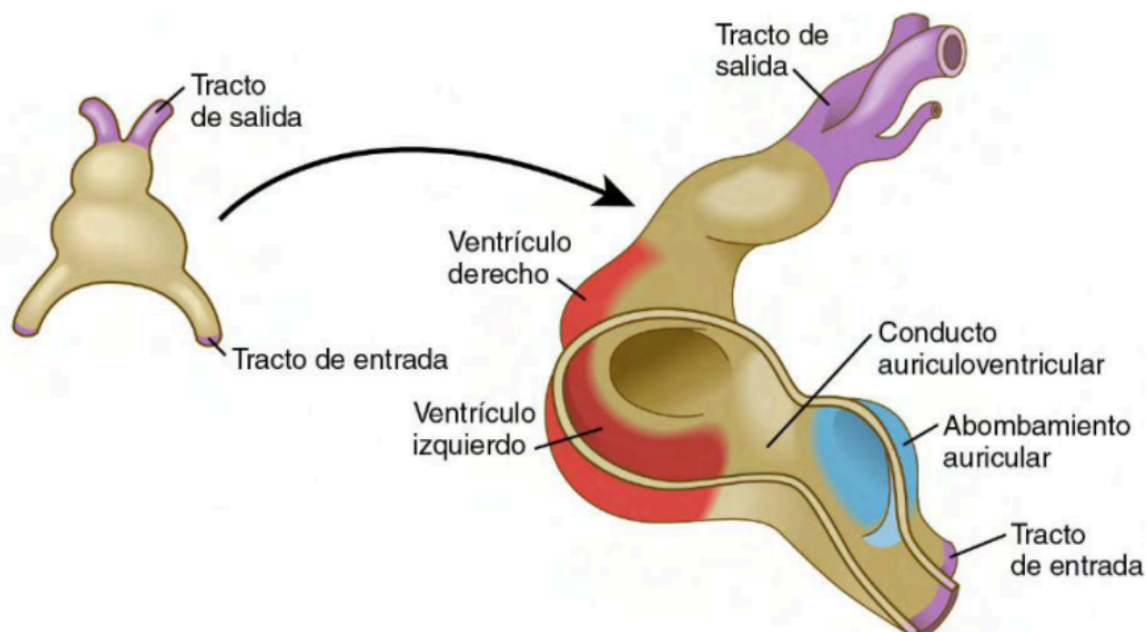
El origen del corazón viene a partir del mesodermo esplácnico, se desarrolla a partir de dos campos cardíacos, uno primario encargado de formar al ventrículo izquierdo y las aurículas, y uno secundario que forma al ventrículo derecho, el tracto de salida y al proepicardio. Las células del campo cardíaco secundario se originan a partir de mesodermo faríngeo, por lo que pueden formar músculos de la masticación o de la expresión facial, o bien contribuir a la formación de las estructuras cardíacas ya mencionadas.

La guía de la diferenciación hacia tejido cardíaco está modulada por una red nuclear reguladora conformada por MEF2, NKX2, GATA, Tbx y Hand. Hand-1 se expresa en las células del CCP, mientras que Hand2 se expresa en las células del CCS, este último recibe contribuciones celulares del mesodermo cefálico paraaxial y lateral de la región de la placoda ótica, así como de la cresta neural cardíaca y ambos contribuyen a la formación del tracto de salida del corazón. El proepicardio da origen al epicardio, a la mayoría de las células intersticiales del corazón y a la vascularización coronaria. El endocardio surge como un proceso de vasculogénesis en el interior del tubo cardíaco en formación.

El tubo cardíaco comienza a formarse a finales de la tercera semana, siendo simétrico inicialmente, recibe el nombre de miocardio primario, característicamente tiene un crecimiento lento, así como en la conducción de impulsos y en las contracciones. Posteriormente sufre un plegamiento a la derecha, siendo la primera estructura asimétrica que aparece en el cuerpo del embrión. Este plegamiento requiere una regulación genética por e-Hand (Hand-1) para el lado izquierdo y de d-Hand (Hand-2) expresándose del lado derecho. Ahora que el corazón se ha abombado se denomina cámara miocárdica, especializada en su alta capacidad proliferativa, su intensa contractibilidad y su alta

velocidad de conducción a diferencia del tubo cardíaco inicial simétrico (denominado miocardio primario) se caracteriza por su lentitud en el crecimiento, en la conducción de impulsos y en las contracciones, así como por la capacidad de tener despolarizaciones espontáneas.

El resultado final del plegamiento es que el corazón adopta una forma de S en el que la parte originalmente caudal de entrada del flujo (aurícula) pasa a localizarse en posición dorsal al tracto de salida (bulbus cordis), que durante la fase de asa temprana, este último constituye a la región más craneal, mientras que la región media la ocupa la región ventricular. La región más distal del tracto de salida se denomina tronco arterioso y está en contacto con el sistema de arcos aórticos; el segmento que se encuentra entre el tronco y el ventrículo se denomina como arterioso.



Carlson BM. Embriología Humana Y Biología del Desarrollo. 6a ed. Elsevier; 2019.

La aurícula se separa del ventrículo gracias a la formación de los cojinetes auriculoventriculares, los cuales se comportan como válvulas primitivas, ayudando a la propulsión de la sangre hacia delante. Estas válvulas reciben estímulos inductores a partir del miocardio primario a los cuales se les denomina adheronas.

Tabicación tardía del corazón

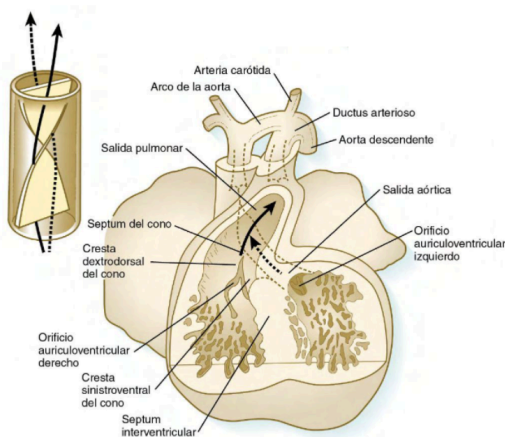
Conforme los cojinetes endocárdicos crecen en el canal auriculoventricular, los dos cojinetes se encuentran y separan el canal en los conductos derecho e izquierdo. Si bien estos cojinetes endocárdicos ayudan en la propulsión hacia delante de la sangre a través del corazón, las valvas definitivas aparecen como una invaginación del epicardio del surco auriculoventricular.

Durante la quinta semana de gestación el **septum primum interauricular**, un crecimiento descendente desde la porción cefálica entre la protuberancia de las cámaras auriculares hacia la cavidad, se expande hacia las almohadillas endocárdicas en el conducto auriculoventricular. El espacio que persiste entre el borde inferior del septum primum y las almohadillas endocárdicas es el **ostium primum** (foramen primum interauricular), actuando como cortocircuito derecha izquierda. Justo antes de que el septum primum interauricular está a punto de fusionarse con los cojinetes endocárdicos en su extremo cefálico un área de muerte celular programada causa la aparición de múltiples perforaciones, la coalescencia de estas zonas da origen al **ostium secundum (foramen secundum)**, asegurando el paso libre de sangre entre las aurículas derecha e izquierda.

Poco después de la aparición del ostium secundum, un nuevo pliegue justo a la derecha del septum primum, crece desde la parte dorsal de la aurícula hasta la ventral, el **septum secundum**. La abertura que deja el septum secundum se denomina foramen oval, cuando la porción superior del septum primum desaparece, su porción remanente se convierte en la válvula del foramen oval teniendo la característica de comportarse como una válvula unidireccional, que deja pasar sangre desde la aurícula derecha hasta la izquierda, pero no en dirección contraria.

Al final de la cuarta semana los dos ventrículos primitivos empiezan a expandirse, las paredes mediales de los ventrículos se fusionan de manera gradual desde el vértice del asa ventricular, para constituir un tabique interventricular muscular hacia los cojinetes endocárdicos auriculoventriculares. El foramen interventricular resultante, oblitera una vez que se acompleta por contribución del tejido de la cresta troncoconal que divide el tracto de salida del corazón y un componente membranoso derivado del tejido conjuntivo de los cojinetes endocárdicos, este último da origen a la porción membranosa del tabique interventricular.

Cuando se ha empezado a formar el tabique interventricular, el bulbus cordis se ha elongado y se ha dividido en 2 partes, en un cono arterioso proximal y un tronco arterioso distal. Durante la quinta semana de gestación al interior del tronco arterioso se forman unos cojinetes dispuestos longitudinalmente, las crestas troncoconales, una superior y otra inferior que derivan en gran parte del mesénquima de la cresta neural. La cresta superior derecha crece en sentido distal y hacia la izquierda, mientras que la cresta inferior izquierda crece en dirección distal y hacia la derecha. De tal modo, al mismo que crecen hacia el saco aórtico (continuación del la región troncoconal), las crestas giran en espiral, tras su fusión completa dan origen al tabique aortopulmonar, este fenómeno explica la forma espiral parcial de la aorta y de la arteria pulmonar en el corazón del adulto. El tabique divide al cono en un conducto anterolateral (tracto de salida del ventrículo derecho) y uno posteromedial (tracto de salida del ventrículo izquierdo).



Carlson BM. Embriología Humana Y Biología del Desarrollo. 6a ed. Elsevier; 2019.

Circulación fetal

La sangre con mayor concentración de oxígeno entra desde la placenta desde la vena umbilical con gran presión debido a las contracciones uterinas. Al llegar al hígado pasa directamente al conducto venoso, evitando así los sinusoides hepáticos y llega directamente a la vena cava inferior. En la VCI se produce mezcla de sangre umbilical y sistémica que termina desembocando en la aurícula derecha del corazón. La orientación de la VCI permite que la sangre con alta presión pase directamente a través del foramen oval y el foramen secundum, y así es como la sangre más oxigenada procedente del cordón umbilical llega hacia la aurícula izquierda.

La aurícula izquierda también recibe sangre poco oxigenada a través de las venas pulmonares, esta misma que al mezclarse sigue estando altamente oxigenada, sale del corazón a través de la aorta hacia el resto del cuerpo. Cerca de su extremo caudal, la aorta da origen a las arterias umbilicales, que llevan sangre hacia la placenta para su intercambio con la misma.

Debido al pequeño tamaño del foramen oval, parte de la sangre proveniente del cordón umbilical pasa al ventrículo derecho, mezclándose con la sangre poco oxigenada proveniente de la cabeza por la vena cava superior y del corazón por el seno coronario, dirigiéndose a través de la válvula tricúspide hacia el ventrículo derecho. La sangre que entra por esta vía, sale a través de la arteria pulmonar en dirección a los pulmones, sin embargo la vasculatura pulmonar no es capaz de manejar todo el volumen sanguíneo que llega. Parte de la sangre que llega por la arteria pulmonar es derivada hacia la aorta mediante el ductus arterioso, esta estructura se encarga de proteger a los pulmones de la sobrecarga circulatoria, esto se traduce que solo el 12% del volumen de salida del ventrículo derecho atraviesa los pulmones del feto. La permeabilidad del conducto venoso y arterial se mantiene de forma activa mediante el efecto de las prostaglandinas E2 para el ductus arterioso e I2 para el ductus venoso, donde partes de sus efectos están mediados por el óxido nítrico.

Referencias bibliográficas:

- Bruce M. Carlson. (2020). Embriología Humana y Biología del Desarrollo. 6º Edición España: Elsevier Saunders
- T. W. Sadler. (2019). Embriología Médica. 14º Edición, España: Wolters Kluwer

Lecturas complementarias:

- Sylva, M., van den Hoff, M. J. B., & Moorman, A. F. M. (2013). *Development of the human heart. American Journal of Medical Genetics Part A*, 164(6), 1347–1371. doi:10.1002/ajmg.a.35896
- Anderson, R. H., Spicer, D. E., Brown, N. A., & Mohun, T. J. (2014). *The Development of Septation in the Four-Chambered Heart. The Anatomical Record*, 297(8), 1414–1429. doi:10.1002/ar.22949

CUESTIONARIO:

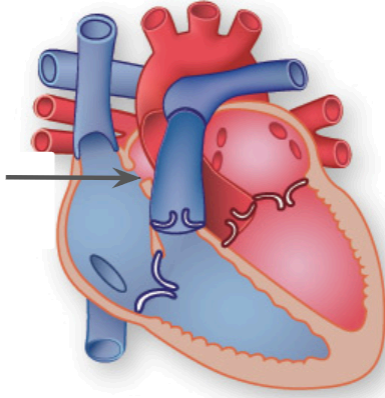
Instrucciones: Contesta las siguientes preguntas cómo autoevaluación de la lectura preclase:

- 1) Permiten que el corazón fetal maneje grandes cantidades de volumen de sangre a pesar de la inmadurez de la vasculatura pulmonar:
 - a) Válvulas Auriculoventriculares
 - b) Válvula Pulmonar
 - c) Músculos Papilares
 - d) Cortocircuitos
- 2) Origen embrionario del corazón:
 - a) Mesodermo esplácnico
 - b) Mesodermo paraxial
 - c) Mesodermo extraembrionario
 - d) Mesodermo lateral
- 3) Hand-2 se expresa para formar a la siguiente estructura:
 - a) Aurícula derecha
 - b) Ventrículo derecho

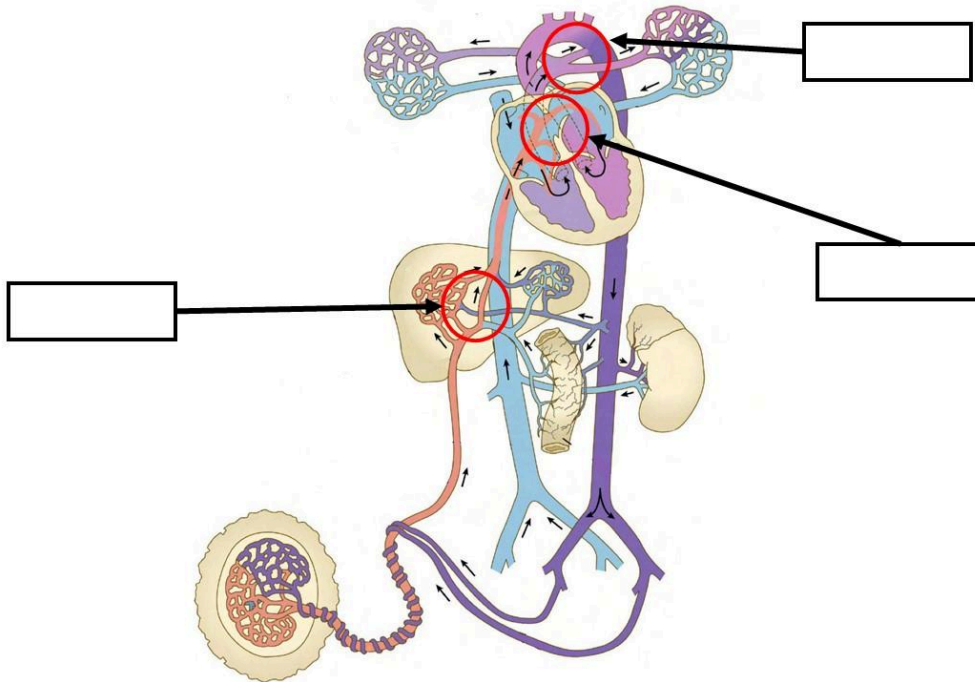
- c) Aurícula izquierda
 - d) Ventrículo izquierdo
- 4) Es la región más distal del tracto de salida y está en contacto con los arcos aórticos
- a) Ventrículos
 - b) Tracto de entrada
 - c) Tronco arterioso
 - d) Aurícula común
- 5) Es el crecimiento descendente desde la región cefálica de las cámaras auriculares
- a) Ostium secundum
 - b) Ostium primum
 - c) Septum secundum
 - d) Septum primum
- 6) Es uno de los shunts fisiológicos del sistema cardiovascular
- a) Ostium secundum
 - b) Ostium primum
 - c) Septum secundum
 - d) Septum primum
- 7) Se forma por apoptosis de la región cefálica del septum primum
- a) Ostium secundum
 - b) Ostium primum
 - c) Septum secundum
 - d) Septum primum
- 8) Protege a los pulmones de la sobrecarga circulatoria
- a) Arterias Pulmonares
 - b) Ductus Venoso
 - c) Ductus Arterioso
 - d) Foramen Oval
- 9) Componente que forma la mayor parte de las crestas troncoconales
- a) Almohadillas endocárdicas
 - b) Crestas Neurales
 - c) Mesodermo Esplacnico
 - d) Mesodermo somático

10) De acuerdo al siguiente esquema selecciona la opción correcta

- a) Se debe a una resorción excesiva del septum primum o desarrollo deficiente del septum secundum
- b) Es la cardiopatía congénita más común
- c) Se caracteriza por ser una cardiopatía cianógena
- d) Es fisiológico y ayuda mantener el cortocircuito derecha- izquierda en la vida adulta



Actividad del aula virtual: Arrastra y suelta las respuestas correctas en los espacios



Actividad en el aula virtual:

Completa los espacios en blanco, según corresponda

Rellenar con las palabras que faltan

El evita a los y permite que la sangre llegue directamente a la vena cava inferior. Su derivado posnatal es el

El permite que la sangre con alta presión pase directamente a la y su cierre se produce en las primeras horas de vida.

El permite que la sangre de la se derive hacia la , protegiendo a los pulmones de la sobrecarga circulatoria y su cierre ocurre después de varios días de nacido. Su derivado posnatal es el *ligamento arterioso.

DEPARTAMENTO DE EMBRIOLOGÍA
PRÁCTICA No. 8
CORAZÓN Y CIRCULACIÓN FETAL

OBJETIVOS

- Identificar el desarrollo normal del sistema cardiovascular
- Conocer las patologías congénitas más frecuentes del sistema cardiovascular.
- Describir la circulación fetal y los cambios que ocurren al nacimiento
- Identificar la importancia de la circulación fetal durante la vida prenatal y posnatal.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

- Relaciona las fallas en los procesos del desarrollo cardiovascular con las principales alteraciones congénitas cardiovasculares.
- Comprende los defectos embriológicos de las principales cardiopatías congénitas
- Logra identificar los signos y síntomas en las diferentes cardiopatías congénitas
- Describe la circulación fetal y los cambios que ocurren al nacimiento
- Trabaja en equipo de manera ordenada y colaborativa

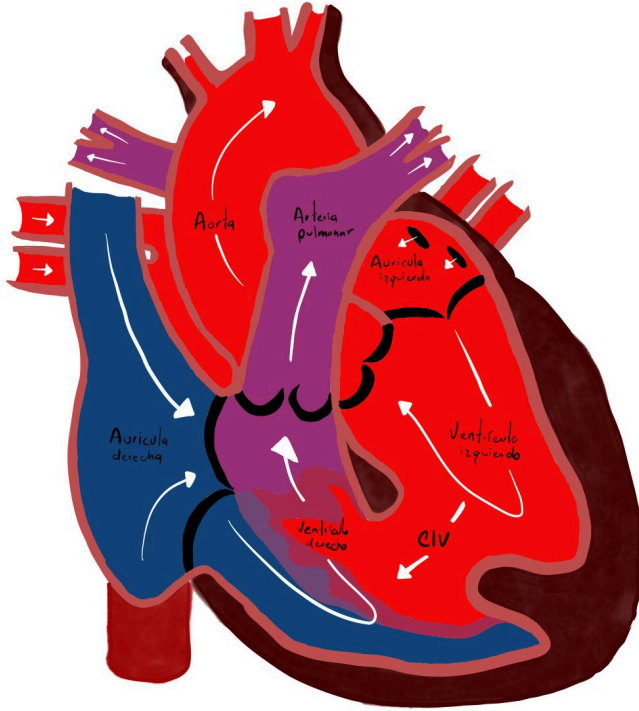
MATERIAL Y MÉTODOS

- Una cartulina o tabla de 30x30cm
 - Plastilina / colores / plumones de los siguientes colores: Rojo, azul, morado y negro
 - Notas adhesivas
- 1) En una tabla (cartulina), realizar un modelo donde se puedan apreciar las cardiopatías señaladas en la actividad número 1.
 - 2) Respetar los colores según el tipo de sangre que se muestra en el ejemplo
 - 3) Señalar el defecto de las cardiopatías con las notas adhesivas, así como referencias anatómicas importantes del mismo.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. De acuerdo a los esquemas que a continuación se presentan, realicen por equipos uno de los siguientes modelos con el material previamente solicitado, tratando de representar las principales patologías cardíacas.

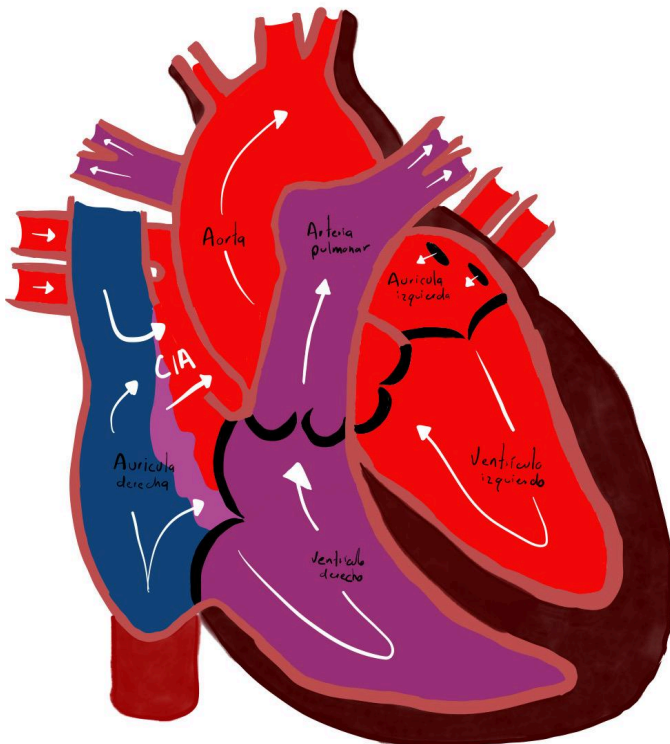
Cada equipo tendrá que describir el Defecto(s) Anatómico, Defecto(s) embriológicos, signos y síntomas más comunes, al finalizar la explicación de cada equipo se tendrá que presentar la Tabla 1 completa.



Comunicación Interventricular:

- Tiene una frecuencia de 5/1000 nacidos
- Es la 2da Cardiopatía congénita más frecuente en nuestro medio, representando el 20% de las cardiopatías.
- Se asocia con frecuencia a Trisomías 13,15,18 y 21

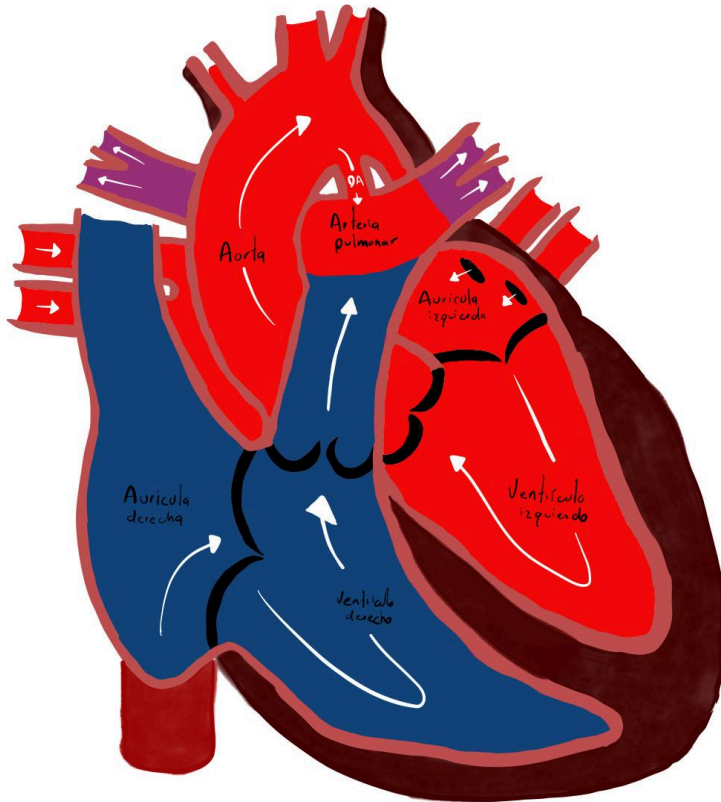
Dibujo por: MPSS Diego Jesus Cisneros Cuevas



Comunicación Interauricular:

- Se presenta un caso por cada 1,500 nacimientos
- Es la 3ra Cardiopatía congénita más frecuente en nuestro medio, representando el 8-10% de las cardiopatías.
- Es más frecuente en mujeres y en los síndrome de Holt-Oram y Trisomía 21
- Todos lo recién nacidos presentan Foramen Oval Permeable que cierra a las pocas horas, incluso a los 4 meses

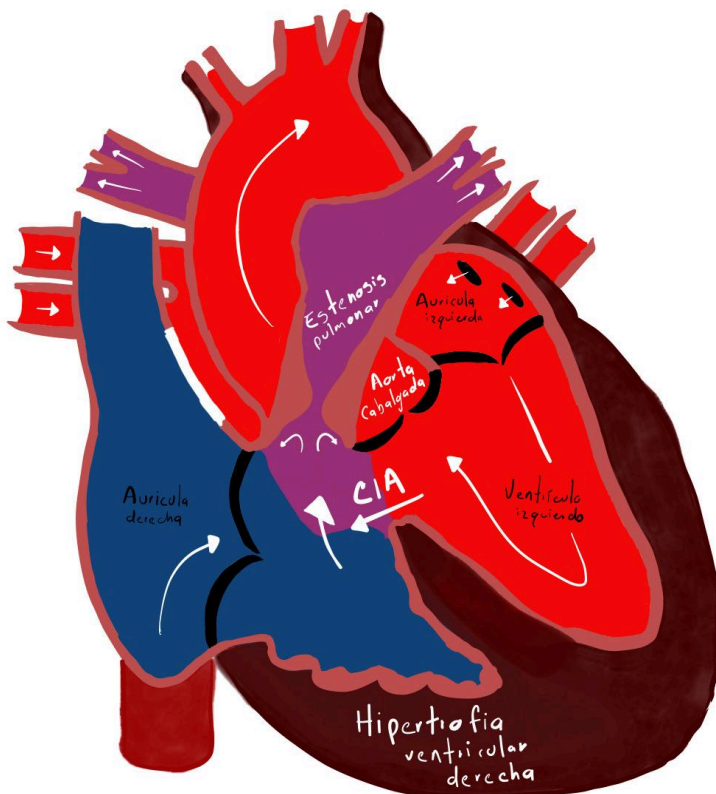
Dibujo por: MPSS Diego Jesus Cisneros Cuevas



Dibujo por: MPSS Diego Jesus Cisneros Cuevas

Persistencia del Conducto Arterioso:

- Se presenta un caso por cada 1,500 nacimientos.
- En nuestro medio es la cardiopatía congénita más frecuente, representando el 8-10% de las cardiopatías.
- Un factor de riesgo muy importante es la prematuridad.
- Se puede administrar ibuprofeno i.v. o indometacina i.v. para favorecer su cierre.



Dibujo por: MPSS Diego Jesus Cisneros Cuevas

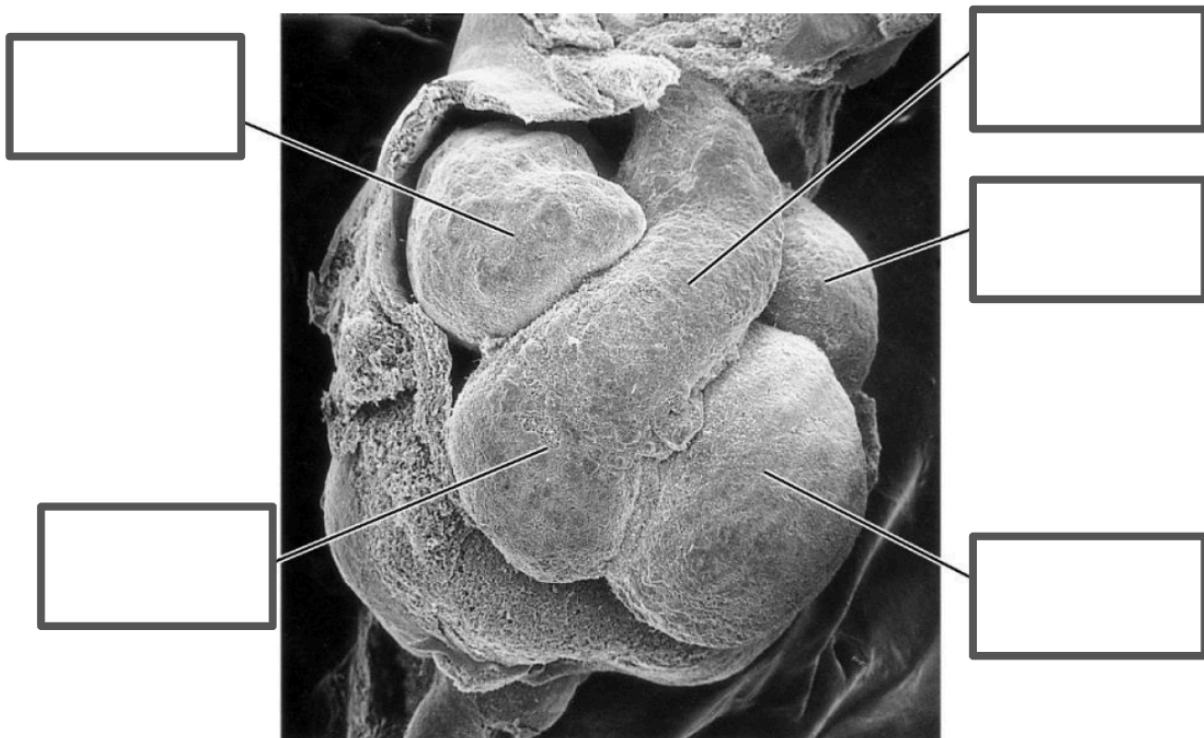
Tetralogía de Fallot:

- Representa el 10% de las cardiopatías congénitas
- Es la cardiopatía congénita cianógena más frecuente después de los 2 meses de edad
- La historia natural a un año es de 35% de mortalidad
- Actualmente más del 86% de los pacientes sobreviven a 30 años.

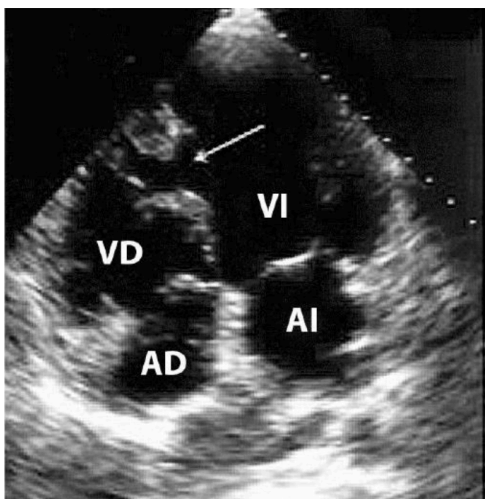
Tabla 1

Cardiopatía congénita	Defecto(s) anatómico	Defecto(s) embriológicos	Signos y síntomas más comunes
Persistencia del conducto arterioso			
Comunicación interauricular			
Comunicación interventricular			
Tetralogía de Fallot			

2. .- En el siguiente esquema identifica las estructuras

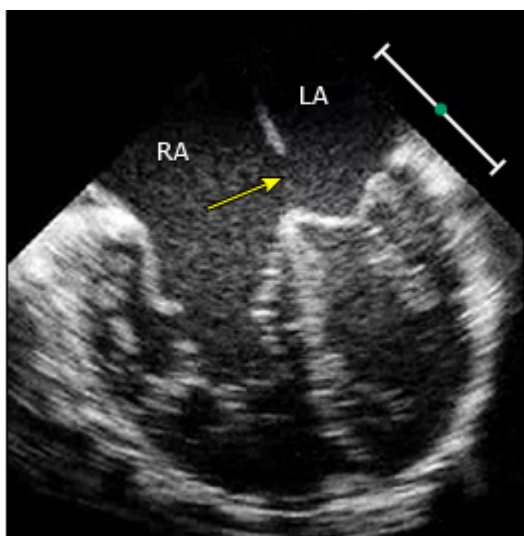


3. Identifica la patología cardíaca de las siguientes imágenes de acuerdo a las patologías del cuadro previo:



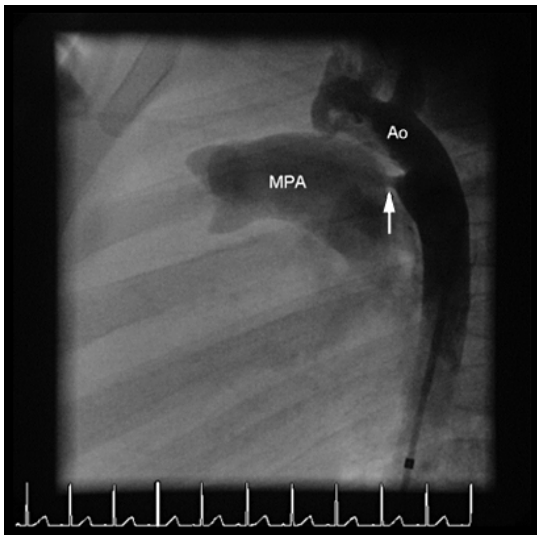
a)

Nombre de la cardiopatía: _____



b)

Nombre de la cardiopatía: _____



c)

Nombre de la cardiopatía: _____



d) Nombre de la cardiopatía: _____

- **Referencias de la imágenes**

- Wesley V MD, Bezold L MD. Isolated atrial septal defects in children: Classification, clinical features, and diagnosis. En: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accedido el 15 de mayo de 2022).
- Ammash N MD, Connolly H MD. Clinical manifestations and diagnosis of ventricular septal defect in adults. En: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accedido el 15 de mayo de 2022).
- Doyle T MD, Kavanaugh-McHugh MD. Pathophysiology, clinical features, and diagnosis of tetralogy of Fallot. En: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accedido el 15 de mayo de 2022).
- Doyle T MD, Kavanaugh-McHugh MD. Clinical manifestations and diagnosis of patent ductus arteriosus in term infants, children, and adults. En: UpToDate, Post TW (Ed), UpToDate, Waltham, MA. (Accedido el 15 de mayo de 2022).

EJERCICIOS DE REFORZAMIENTO

A continuación se presentan dos actividades para mejorar la comprensión de los temas ya revisados, estos temas no repercutirán en la calificación de tu práctica.

- **Investiga**

Cabalgamiento de la aorta	
Crisis hipóxicas	
Mecanismo de acción de prostaglandinas	
Mecanismo de acción de indometacina	
Tipos de comunicación interauricular	

- **Busca el significado de los siguientes términos**

Término	Definición
Cianosis	
Acropaquias	
Cardiomegalia	
Soplo	
Cortocircuito	
Hipertrofia	
Síncope	
Disnea	
Sístole	
Diástole	