


UNIVERSIDAD MESOAMERICANA
FACULTAD DE MEDICINA
LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA



IBUPROFENO EN CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE
USO DE IBUPROFENO VÍA ORAL EN EL CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO EN
PACIENTES RECIÉN NACIDOS PREMATUROS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE
OCCIDENTE EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA DEL AÑO 2016-2020.

Kelly Melissa Díaz Maldonado

201516098

D542

Quetzaltenango, 10 de diciembre de 2021

UNIVERSIDAD MESOAMERICANA
FACULTAD DE MEDICINA
LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA

IBUPROFENO EN CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE
USO DE IBUPROFENO VÍA ORAL EN EL CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO EN
PACIENTES RECIÉN NACIDOS PREMATUROS EN EL HOSPITAL REGIONAL DE
OCCIDENTE EN EL DEPARTAMENTO DE PEDIATRÍA DEL AÑO 2016-2020.

Vo. Bó. Dra. Carolina Méndez
Asesora

Dra. Juana Carolina Méndez González
CARDIOLOGA PEDIATRA
COLEGIADO No. 11,349

Dr. Jorge Ramos
Revisor

Kelly Melissa Díaz Maldonado
201516098

Quetzaltenango, 10 de diciembre 2021



Resumen

Introducción: las cardiopatías congénitas son defectos que se evidencian desde el nacimiento, pero son malformaciones que se producen en la etapa embrionaria, que afectan aproximadamente a 1 de cada 100 nacidos vivos. Por su frecuencia es importante conocerlas y definir las, por lo que, se establece como cardiopatía congénita (CC) a toda anomalía estructural del corazón o de los grandes vasos. En una de las clasificaciones de las CC se menciona las acianóticas, entre las cuales se encuentra el Ductus Arterioso Persistente, que se caracteriza por la persistencia de una conexión fetal entre la aorta y la arteria pulmonar. Para cerrar dicho defecto se tienen varios tratamientos, como lo es de tipo farmacológico. Por lo que en este estudio se dará a conocer la experiencia en el Hospital Regional de Occidente al utilizar el Ibuprofeno por vía oral y la eficacia que se obtuvo en los pacientes.

Objetivo: determinar la evolución de los pacientes recién nacidos prematuros que utilizaron ibuprofeno vía oral en el cierre del conducto arterioso en el Hospital Regional de Occidente en el Departamento de Pediatría del año 2016-2020.

Metodología: estudio tipo descriptivo retro-prospectivo realizado en pacientes prematuros diagnosticados con conducto arterioso persistente que usaron Ibuprofeno vía oral ingresados en el departamento de pediatría del Hospital Regional de Occidente

Resultados: el rango promedio de las madres de los pacientes prematuros con DAP fue de 21 a 25 años, representado por el 28% de los pacientes. La edad gestacional predominante fue de prematuros moderados de 32 a 37 semanas siendo este el 58%. El sexo femenino representó el grupo con mayor número de casos, con el 60%. El departamento con mayor número de pacientes fue de Quetzaltenango con el 84%. El uso de ibuprofeno vía oral tuvo una efectividad del 54.34%. Las complicaciones cardíacas que fueron insuficiencia cardíaca con el 12% e hipertensión pulmonar con 6%.

Conclusiones: en el periodo de 2016 a 2021 existió una efectividad del 54.34% en el uso del ibuprofeno vía oral en pacientes prematuros con el diagnóstico de Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente.

Palabras claves: ductus arterioso persistente, efectividad, ibuprofeno vía oral, ecocardiograma, mortalidad, tratamiento.



AUTORIDADES UNIVERSIDAD MESOAMERICANA

CONSEJO DIRECTIVO

Dr. Félix Javier Serrano Ursúa -Rector
Dr. Luis Fernando Cabrera Juárez - Vicerrector General
Pbro. Mgtr. Rómulo Gallegos Alvarado, sdb. - Vicerrector Académico
Mgtr. Teresa García K-Bickford - Secretaria General
Mgtr. Ileana Carolina Aguilar Morales- Tesorera
Mgtr. José Raúl Vielman Deyet- Vocal II
Mgtr. Luis Roberto Villalobos Quesada - Vocal III

CONSEJO SUPERVISOR SEDE QUETZALTENANGO

Dr. Félix Javier Serrano Ursúa
Mgtr. José Raúl Vielman Deyet
Mgtr. Miriam Maldonado
Mgtr. Ileana Carolina Aguilar Morales
Dra. Alejandra de Ovalle
Mgtr. Juan Estuardo Deyet
Mgtr. Mauricio García Arango

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE MEDICINA

Mgtr. Juan Carlos Moir Rodas -Decano Facultad de Medicina
Mgtr. Jorge Antonio Ramos Zepeda -Coordinador Área Hospitalaria



Quetzaltenango, diciembre de 2021

El trabajo de investigación con el título: **"USO DE IBUPROFENO VIA ORAL EN EL CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO"** estudio descriptivo retro-prospectivo efectuado en pacientes recién nacidos prematuros ingresados en el departamento de pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2017 a 2020, realizado por la estudiante Kelly Melissa Díaz Maldonado quien se identifica con el carné número 201516098, fue aprobado por el Comité de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Mesoamericana, como requisito previo para obtener el Título de Médica y Cirujana, en el grado de Licenciada.

Vo.Bo.

Dr. Jorge Antonio Ramos Zepeda
Coordinador Área Hospitalaria



Vo. Bo.

Dr. Juan Carlos Moir Rodas
Decano

Facultad de Medicina





Quetzaltenango, diciembre de 2021

Dr. Juan Carlos Moir Rodas, Decano.

Dr. Jorge Antonio Ramos Zepeda, Coordinador Hospitalario

Facultad de Medicina

Universidad Mesoamericana

Ciudad.

Respetables doctores:

YO, Kelly Melissa Díaz Maldonado, estudiante de la Facultad de Medicina de la Universidad Mesoamericana, me identificó con el carné número 201516098 de manera expresa y voluntaria manifiesto que soy la autora del trabajo de investigación denominado **"USO DE IBUPROFENO VIA ORAL EN EL CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO,"** estudio descriptivo retro-prospectivo efectuado en pacientes recién nacidos prematuros en el departamento de pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2017 a 2020, el cual presento como requisito previo para obtener el Título de Médica y Cirujana en el grado de Licenciada. En consecuencia, con lo anterior, asumo totalmente la responsabilidad por el contenido del mismo, sometiéndome a las leyes, normas y disposiciones vigentes.

Sin otro particular

Atentamente

Kelly Melissa Díaz Maldonado

201516098



Quetzaltenango, diciembre de 2021

Dr. Juan Carlos Moir Rodas, Decano.

Dr. Jorge Antonio Ramos Zepeda, Coordinador Hospitalario

Facultad de Medicina

Universidad Mesoamericana

Ciudad.

Respetables doctores:

De manera atenta me dirijo a ustedes para hacer de su conocimiento que asesoré el trabajo de investigación designado con el título **“USO DE IBUPROFENO VIA ORAL EN EL CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO,”** estudio descriptivo retro-prospectivo efectuado en pacientes recién nacidos prematuros ingresados en el departamento de pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2017 a 2020, realizado por la estudiante Kelly Melissa Díaz Maldonado quien se identifica con el carné número 201516098 como requisito previo para obtener el Título de Médica y Cirujana, en el grado de Licenciada, por lo que considero que el mismo reúne la calidad científica, teórica y técnica requerida por la Universidad Mesoamericana, y me permito emitir DICTAMEN FAVORABLE para que se le pueda dar el trámite correspondiente.

Sin otro particular

Atentamente

Dra. Ileana Carolina Méndez González
CARDIOLOGA PEDIATRA
COLEGIADO No. 11,349

Dra. Ileana Carolina Méndez González

Asesora del trabajo de investigación



Quetzaltenango, diciembre de 2021

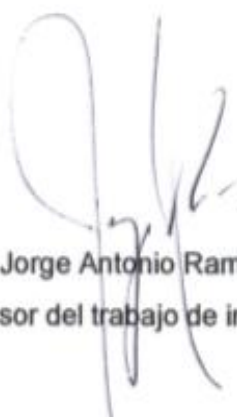
Dr. Juan Carlos Moir Rodas, Decano.
Facultad de Medicina
Universidad Mesoamericana
Ciudad.

Respetables doctores:

De manera atenta me dirijo a ustedes para hacer de su conocimiento que revisé el trabajo de investigación designado con el título **"USO DE IBUPROFENO VIA ORAL EN EL CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO,"** estudio descriptivo retro-prospectivo efectuado en pacientes recién nacidos prematuros ingresados en el departamento de pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2017 a 2020, realizado por la estudiante Kelly Melissa Díaz Maldonado quien se identifica con el carné número 201516098 como requisito previo para obtener el Título de Médica y Cirujana, en el grado de Licenciada, por lo que considero que el mismo reúne la calidad científica, teórica y técnica requerida por la Universidad Mesoamericana, y me permito emitir DICTAMEN FAVORABLE para que se le pueda dar el trámite correspondiente.

Sin otro particular

Atentamente


Dr Jorge Antonio Ramos Zepeda
Revisor del trabajo de investigación.

Jorge Antonio Ramos Zepeda
PEDIATRA
Col No 11 487



DEDICATORIA.

No puedo iniciar esta dedicatoria sin antes mencionar al creador del universo al padre de Abraham, Isaac y de Jacob el padre nuestro de la eternidad por permitirme llegar hasta aquí, sin el nada de esto fuera posible, por lo que estaré eternamente agradecida.

A mis padres, por confiar en mí y apoyarme en todo momento sin importar las circunstancias, espero algún día poder pagarles todo el esfuerzo y sacrificio que realizaron por mí.

A mis segundos padres, mis abuelos, gracias por siempre estar presentes y nunca decir un no por respuesta, por todo su apoyo incondicional.

Quiero decir que, no hay amor más verdadero y sincero que el que mis hermanos me demuestran con su apoyo, comprensión y cariño.

Y, por último, pero no menos importantes a mis tíos y primos gracias una vez más por todo.



AGRADECIMIENTO.

A Dios por darme sabiduría, inteligencia y sobretodo salud.

A mi asesora de Tesis Dra. Carolina Méndez, por su apoyo para que esta investigación fuera llevada a cabo.

Al Hospital Regional de Occidente por permitirme realizar mis prácticas hospitalarias y también a todos los residentes que contribuyeron en mi formación.

Al departamento de Registros Médicos por apoyar las investigaciones que realizamos todos los tesisistas y por siempre recibirme de una manera atenta.

A la Universidad Mesoamericana por permitirme cumplir una de mis primeras metas en la vida, por mi formación y todas las enseñanzas a mi persona.



Índice

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	JUSTIFICACIÓN	2
III.	MARCO TEÓRICO	4
A.	Conceptos básicos de Cardiopatías Congénitas CC	4
1.	Definición.....	4
2.	Clasificación de las cardiopatías congénitas.....	4
3.	Epidemiología de las cardiopatías congénitas	16
4.	Circulación fetal y posnatal: adaptación del corazón en el recién nacido a la vida posnatal.....	21
5.	Métodos diagnósticos por imagen en cardiología: ecocardiografía	30
B.	Defecto congénito cardiovascular.....	34
1.	Ductus arterioso persistente (DAP) en el prematuro	34
2.	Tratamiento conservador, farmacológico y quirúrgico	48
3.	Técnicas recomendadas: ligadura, aplicación de un clip metálico, la división y sutura del ductus.	54
IV.	OBJETIVOS	61
A.	General	61
B.	Específicos.....	61
V.	MÉTODOS, MATERIALES Y TÉCNICAS A EMPLEAR.	62
A.	Tipo de estudio.....	62
B.	Universo.....	62
C.	Población.....	62
D.	Muestra.....	62
E.	Criterios de Inclusión y exclusión.....	62
F.	Variables	63
G.	Proceso de investigación	66
H.	Aspectos éticos.....	67
VI.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	68
VII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	77
VIII.	CONCLUSIONES	81
IX.	RECOMENDACIONES	82
X.	BIBLIOGRAFIA	83



XI. ANEXOS	86
A. Cronograma de actividades.....	86
B. Boleta de recolección de datos	87
C. Carta de Aprobación (o Resolución) de tema de tesis.	88



I. INTRODUCCIÓN

“Las cardiopatías congénitas son un defecto en el nacimiento que afecta aproximadamente a 1 de cada 100 nacidos vivos”. (Dávila Migoya & Montejo Delgado, 2016).

Pero también, Perich Durán aporta lo siguiente: *“se define como cardiopatía congénita (CC) a toda anomalía estructural del corazón o de los grandes vasos. Las cardiopatías congénitas son consecuencia de las alteraciones del desarrollo embrionario del corazón, aproximadamente entre la 3ª y 10ª semana de gestación”.* (Perich Durán, 2012)

Por su frecuencia es muy importante conocerlas, es por ello que se decide investigar una cardiopatía congénita, específicamente del grupo acianóticas como lo es, el conducto arterioso persistente, que se caracteriza *“por la persistencia de una conexión fetal normal entre la aorta y la arteria pulmonar”.* (Stanford Children's Health, 2015). Se ha establecido que, en los pacientes recién nacidos prematuros es más frecuente que se presente esta patología, por lo que el grupo a estudiar pertenece a esta población.

Se menciona en diversos estudios que, el ibuprofeno por vía oral tiene un porcentaje de efectividad alto para el cierre del conducto arterioso persistente. La investigación se realizó por el interés de dar a conocer el porcentaje de efectividad del tratamiento con ibuprofeno por vía oral en los pacientes del Hospital Regional de Occidente.

Para diagnosticar esta cardiopatía el gold standard, es el ecocardiograma que cuenta con una sensibilidad del 89% y una especificidad del 91%, este es realizado por un especialista en cardiología, al obtener el informe, se evalúa el tamaño del conducto arterioso persistente al que se está enfrentando el paciente, por lo que después de decidir que el paciente es apto para recibir el tratamiento de tipo farmacológico, se inició con la medicación, siempre y cuando el ductus arterioso este presente más allá del tercer día. Seguidamente se realiza un ecocardiograma control para valorar la evolución de los pacientes, y así poder ver la eficacia o no del tratamiento, observando el cierre del conducto arterioso persistente es por ello que dicha herramienta juega un papel muy importante. Los datos obtenidos fueron obtenidos de los expedientes del Hospital Regional de Occidente.

Y por último en los siguientes apartados se podrá observar el marco teórico, objetivos, métodos, materiales y técnicas empleadas, resultados, análisis y discusión de resultados.



II. JUSTIFICACIÓN

Los motivos que nos llevaron a investigar el uso del ibuprofeno vía oral en pacientes prematuros, con el diagnóstico de conducto arterioso persistente, fue dar a conocer la efectividad del ibuprofeno, a través de la evolución y la realización de un ecocardiograma. En la actualidad existen varias opciones de fármacos para el cierre del conducto arterioso persistente de los cuales se han obtenido múltiples estudios con datos estadísticos de la eficacia o ineficacia, por lo que, en esta oportunidad, se brindara un dato en Quetzaltenango, al utilizar el ibuprofeno por vía oral en recién nacido prematuros, siempre y cuando, cumplan con los criterios de inclusión, y así poder llenar la boleta correspondiente, con los expedientes del Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente, con previa autorización de Coordinador Comité de Docencia e Investigación y del Departamento de Registros Médicos. Al obtener un dato estadístico sólido podría reforzar posibles investigaciones o que se convierta en una teoría.

Indagar de una cardiopatía congénita acianótica, como lo es el conducto arterioso persistente, es muy interesante e importante ya que se puede tratar de varias maneras, dependiendo del estado clínico del paciente. Se sabe que el ibuprofeno es un analgésico que se receta muy frecuentemente en toda la población, pero en esta ocasión se estudiara el ibuprofeno con el mecanismo de acción de, la inhibición de la ciclo-oxigenasa (COX) que lo hace aún más interesante ya que esta enzima es la encargada de convertir el ácido araquidónico en prostaglandinas, por lo que es importante mencionar que, las prostaglandinas tienen un efecto vasodilatador y al inhibir esta enzima ciclo-oxigenasa no sucede esta conversión lo que beneficia al paciente para la vasoconstricción y así se pueda cerrar el conducto arterioso persistente ya que, si no se cierra, *“la sangre oxigenada y la no oxigenada se mezclan aumentando el trabajo del corazón”*. (Rodríguez, 2018)

Recordemos que el conducto arterioso en la fase prenatal juega un papel muy importante por lo que se menciona a continuación:

El feto dentro de la madre necesita tener el ductus abierto para sobrevivir, pues, al no respirar dentro de la mamá (el pulmón de un feto no recibe casi flujo sanguíneo, porque para ello está el conducto arterioso), el corazón precisa de comunicaciones para poder enviar la sangre oxigenada que recibe de la placenta materna para distribuirla por el resto de su cuerpo. El ductus permeable es una de estas comunicaciones. (Villagra, 2010)



Solo en la vida prenatal, ya que a la hora del nacimiento el intercambio de presiones y la entrada de oxígeno por el paciente recién nacido hace que se cierre el conducto, funcionando ya de forma adecuada los pulmones, en este punto el conducto ya no es necesario para el paciente. La investigación sin duda alguna es la mejor herramienta que se tiene en medicina ya que sin ella no se supiera todo lo relatado anteriormente es por ello la importancia de este tema de investigación, enriquecer el conocimiento.

Seguidamente se realizó la tabulación de datos, resultados, análisis y discusión de resultados donde se obtuvo el porcentaje de la eficacia y así poder ofrecer un dato estadístico al Hospital que será de ayuda también para el personal médico o a futuras investigaciones que se lleven a cabo y tratar siempre de poseer una mejora o aplicar un mejor método de investigación, siempre buscando el beneficio del paciente. La investigación para el personal médico es vital ya que día a día existen actualizaciones.



III. MARCO TEÓRICO

A. Conceptos básicos de Cardiopatías Congénitas CC

1. Definición

“Las cardiopatías congénitas son un defecto en el nacimiento que afecta aproximadamente a 1 de cada 100 nacidos vivos”. (Dávila Migoya & Montejo Delgado, 2016)

Pero también para complementar esta definición según Rodríguez y la Fundación Española del Corazón:

Son lesiones anatómicas de una o varias de las cuatro cámaras cardíacas, de los tabiques que las separan, o de las válvulas o tractos de salida (zonas ventriculares por donde sale la sangre del corazón) de origen congénito (de nacimiento) cuya causa exacta se desconoce, siendo raros los casos ligados a una única mutación genética concreta. (Rodríguez, 2018) (Fundación Española del Corazón, 2012)

Hay múltiples cardiopatías congénitas, unas de carácter y evolución y/o tratamiento leve con buen pronóstico y otras mucho más severas y de pronóstico reservado. No es infrecuente que las lesiones congénitas cardíacas se combinen entre sí de forma que un mismo paciente puede tener múltiples lesiones congénitas cardíacas. (Rodríguez, 2018)

Durán menciona lo siguiente: *“se define como cardiopatía congénita (CC) a toda anomalía estructural del corazón o de los grandes vasos. Las cardiopatías congénitas son consecuencia de las alteraciones del desarrollo embrionario del corazón, aproximadamente entre la 3ª y 10ª semana de gestación”.* (Perich Durán , 2012)

2. Clasificación de las cardiopatías congénitas

a) Introducción

Según Uriel & Puigdevall, *“existen numerosas cardiopatías congénitas (CC) y también diversas formas de clasificarlas tanto por su fisiopatología como por su presentación clínica o su anatomía”.* (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



Para adoptar una nomenclatura común y poder clasificar todas las cardiopatías, en 1972 se propuso el método segmentario, que tiene en cuenta cinco segmentos cardiacos, tres principales (aurículas, ventrículos y grandes arterias) y dos de conexión (canal auriculoventricular [AV] e infundíbulo). El análisis de los segmentos en cuanto al situs o topología, alineamientos, conexiones y relaciones espaciales constituye la clasificación segmentaria.

“Otra clasificación útil para el clínico está basada en los aspectos fisiopatológicos y agrupa las cardiopatías desde un punto de vista sindrómico, en cianóticas o acianóticas, con cortocircuito o sin él; es la clasificación fisiopatológica”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Recientemente se ha publicado una clasificación que las unifica por grupos, atendiendo a las posibilidades de reparación, corrección y atendiendo a criterios anatómicos, diagnósticos y terapéuticos. Las agrupa en 10 categorías y 23 subcategorías con 6 dígitos”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015, págs. 1-6)

b) Clasificación Segmentaria

Autores como Becker y Anderson, y Richard Van Praagh realizaron importantes contribuciones para la comprensión de la anatomía del corazón y la morfología de las malformaciones cardíacas. Estos autores representan las dos grandes escuelas sobre las que se basa la clasificación anatómica:

- ❖ *“Escuela del método morfológico de Van Praagh”.*
- ❖ *“Escuela del método de análisis segmentario de Anderson”.*

“En la clasificación de Van Praagh, en la que es importante la embriología cardíaca y la anatomía cardíaca, las cardiopatías se representan con tres letras (S, D, S)”:

- ❖ Primera letra. Corresponde al situs viscerauricular:
 - *“S: situs solitus”.*
 - *“I: situs inversus”.*
 - *“A: en los isomerismos”.*
- ❖ Segunda letra. Corresponde a la dirección del giro del tubo cardíaco:
 - *“D: si es normal (D-loop, a la derecha)”.*

- “L: si está invertido (L-loop, a la izquierda)”.
- “X: si es indeterminado”.
- ❖ Tercera letra. Corresponde a la situación de los grandes vasos:
 - “S: en posición normal con la pulmonar anterior a la aorta”.
 - “I: la aorta colocada a la izquierda de la pulmonar”.
 - “D: la aorta anterior y ala derecha”.
 - “L: la aorta anterior y a la izquierda”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“La clasificación segmentaria del corazón se basa en la comprensión morfológica de los segmentos anatómicos del corazón”: (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

- ❖ Segmento auricular (disposición auricular, situs auricular o viscerauricular):

La aurícula morfológicamente derecha es aquella que posee una orejuela de contorno obtuso y amplia base de implantación y que en su interior contiene músculos pectíneos y una cresta que separa su componente venoso del apéndice auricular. La aurícula morfológicamente izquierda posee una orejuela de contorno irregular, dentada, en forma de gancho, con base de implantación estrecha y que en su interior su componente venoso es liso. Imagen 1

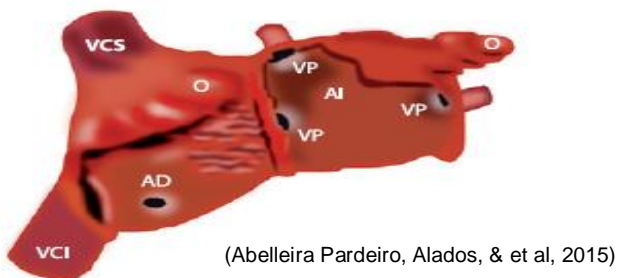
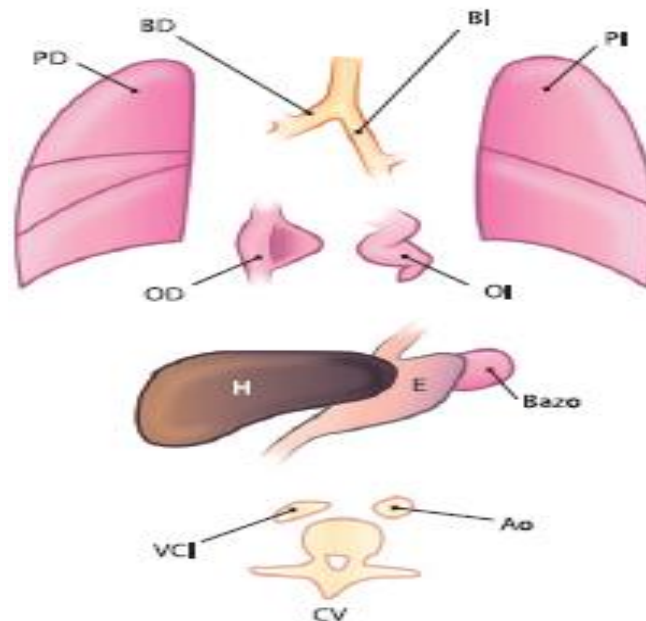


Imagen 1. Se visualizan la vena cava superior (VCS) y la vena cava inferior (VCI) que drenan a la aurícula morfológicamente derecha, que posee la orejuela derecha. También se observa la aurícula izquierda (AI) en la que drenan las venas pulmonares (VP) y que tiene la orejuela izquierda (obsérvese la morfología de las orejuelas) (AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; O: orejuela)

Normalmente, la aurícula morfológicamente derecha recibe la desembocadura de ambas venas cavas y está en estrecha relación con el hígado y la porción suprahepática de la vena cava inferior (VCI). La interrelación que mantienen estas estructuras entre si suele ser muy constante y, por ello, se le denomina triada hepato-cavo-atrial. Cuando esta triada se ubica a la derecha de la columna vertebral, clínicamente se establece el diagnóstico de *situs viscerauricular solitus* (Imagen 2); cuando está a la

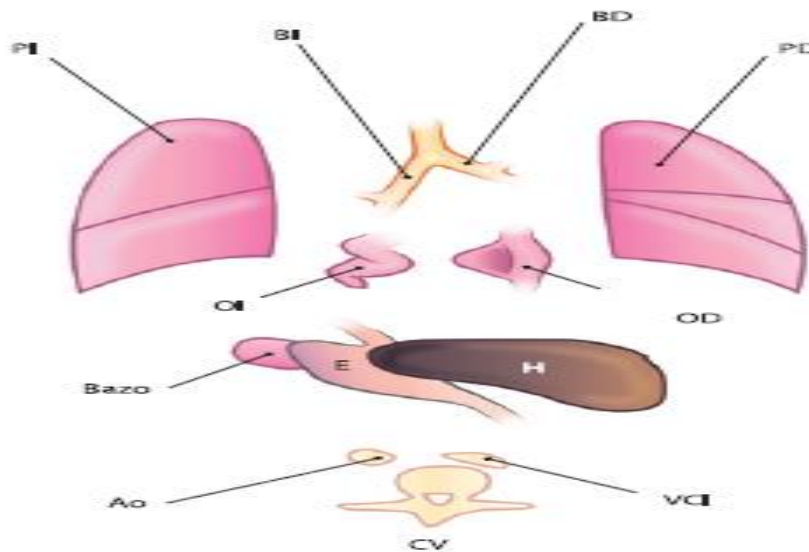
izquierda de la columna vertebral, se dice que el *situs es inversus*. (Imagen 3). Habitualmente, la aurícula morfológicamente izquierda recibe las venas pulmonares, pero este hallazgo anatómico no asegura su morfología. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015, págs. 1-6)

Cabe designar que estas dos disposiciones (*solitus* e *inversus*) mantienen en común lo que se denomina “lateralización o lateralidad” corporal. El cuerpo humano no es simétrico en su conformación interior y presenta estructuras derechas (hígado y ciego) y estructuras izquierdas (cámara gástrica y bazo). Ocasionalmente, y de modo patológico, la disposición de los órganos no es “lateralizada”, existiendo una disposición de los mismos relativamente simétrica. Tanto es así que, en lo que respecta al corazón, es posible observar la existencia de dos aurículas morfológicamente derechas o dos aurículas morfológicamente izquierdas. Estas disposiciones peculiares (no lateralizadas) se denominan isomerismos (iso = igual). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015, págs. 1-6)



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 2. Situs solitus. Aurícula derecha que recibe la desembocadura de la vena cava superior e inferior. Triada hepato-cavo-atrial a la derecha de la columna vertebral y disposición lateralizada de los órganos (pulmón derecho trilobulado y localizado a la derecha; izquierdo bilobulado y localizado a la izquierda; bronquio principal derecho, ubicado a la derecha; hígado a la derecha y cámara gástrica y bazo a la izquierda) (Ao: arteria aorta; BD: bronquio derecho; BI: bronquio izquierdo; CV: columna vertebral; E: estómago; H: hígado; OD: orejuela derecha; OI: orejuela izquierda; PD: pulmón derecho; PI: pulmón izquierdo; VCI: vena inferior)



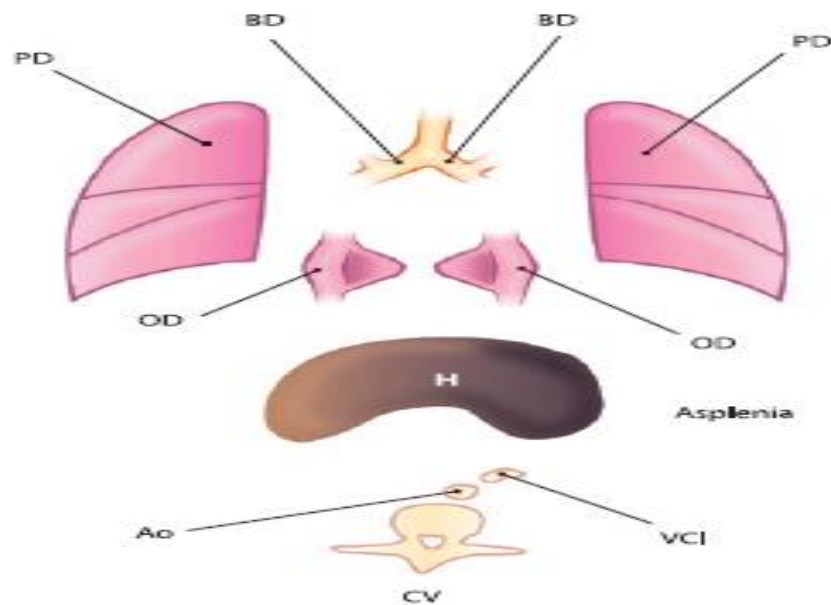
(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 3. Situs inversus. Aurícula derecha que recibe la desembocadura de la vena cava superior e inferior. Triada hepato-cavo-atrial a la izquierda de la columna vertebral y disposición lateralizada de los órganos, pero presentando una localización en espejo de la habitual (pulmón derecho trilobulado localizado a la izquierda, pulmón izquierdo bilobulado y localizado a la izquierda, hígado ubicado a la izquierda y cámara gástrica y bazo ubicados a la derecha) (Ao: arteria aorta; BD: bronquio derecho; BI: bronquio izquierdo; CV: columna vertebral; E: estómago; H: hígado; OD: orejuela derecha ; OI: orejuela izquierda; PD: pulmón derecho; PI: pulmón izquierdo; VCI: vena cava inferior)

“Los situs isoméricos constituyen anomalías morfológicas con importantes alteraciones en la disposición de los órganos abdominales, denominadas heterotaxias, y frecuentemente se acompañan de malformaciones cardíacas complejas”.

Genéricamente, se dice que los situs isoméricos pueden ser “izquierdos” o “derechos”.

En los situs isoméricos derechos existen dos aurículas derechas (AD) con sus orejuelas “derechas”, que mantienen una relación bastante constante con los bronquios morfológicamente derechos que ventilan pulmones derechos (trilobulados). La disposición de las vísceras no es tan constante, pero normalmente, además de un hígado central, no existe bazo. Imagen 4.



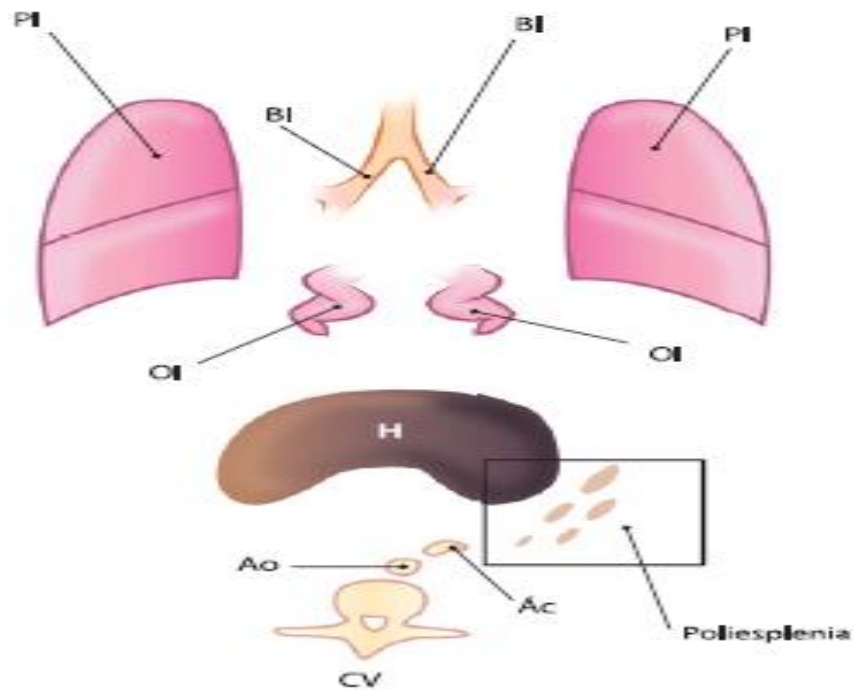
(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 4. Situs isomérico derecho (Ao: arteria aorta; BD: bronquio derecho; CV: columna vertebral; H: hígado; OD: orejuela derecha; PD: pulmón derecho; VCI: vena cava inferior)

“En los situs isoméricos izquierdos existen dos aurículas morfológicamente izquierdas con sus correspondientes orejuelas “izquierdas”, que se asocian de forma bastante constante con dos bronquios izquierdos que ventilan pulmones morfológicamente izquierdos (bilobulados)”.

“Su relación con las vísceras abdominales no es tan contante como sus relaciones broncopulmonares, pero en general se puede afirmar que suele existir un hígado de disposición central y múltiples pequeños bazos ubicados a la izquierda (síndrome de poliesplenia)” (Imagen 5).

“En este contexto, la VCI suele estar interrumpida y las venas hepáticas desembocan directamente en la AD. El retorno venoso sistémico de la mitad inferior del cuerpo se realiza habitualmente mediante un retorno ácigos o herniácigos”.



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 5. Situs isomérico izquierdo (Ao: arteria aorta; Ac: vena ácigos; BI: bronquio izquierdo; CV: columna vertebral; H: hígado; OI: orejuela izquierda; PI: pulmón izquierdo)

❖ Segmento ventricular (disposición ventricular o situs ventricular)

La morfología ventricular es particular e identifica cada ventrículo. El ventrículo derecho (VD) es trabeculado, triangular, tiene banda moderadora (músculo que lo atraviesa) y la válvula tricúspide que lo acompaña está situada más apical que la mitral, y sus músculos papilares se unen a través de las cuerdas tendinosas a la pared septal. El ventrículo izquierdo (VI) es cilíndrico, de paredes lisas u las cuerdas tendinosas mitrales van a la pared libre del ventrículo, no al septo. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Para definir la disposición espacial de los ventrículos es de utilidad comprender el origen embriológico del mismo. El tubo cardíaco primitivo se tuerce en forma de asa o de "U", cuando el asa rota a la derecha (que es lo habitual), un ventrículo morfológicamente derecho quedara ubicado a la derecha, y otro ventrículo morfológicamente izquierdo se ubicara a la izquierda. A este proceso de desarrollo normal se le ha llamado loop-ventricular. Cuando esa rotación ocurre hacia la izquierda, de forma que el ventrículo morfológicamente izquierdo se ubicará espacialmente a la derecha (L-loop) (Imagen 6). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



Imagen 6. Loop-ventricular

Conexión auriculoventricular

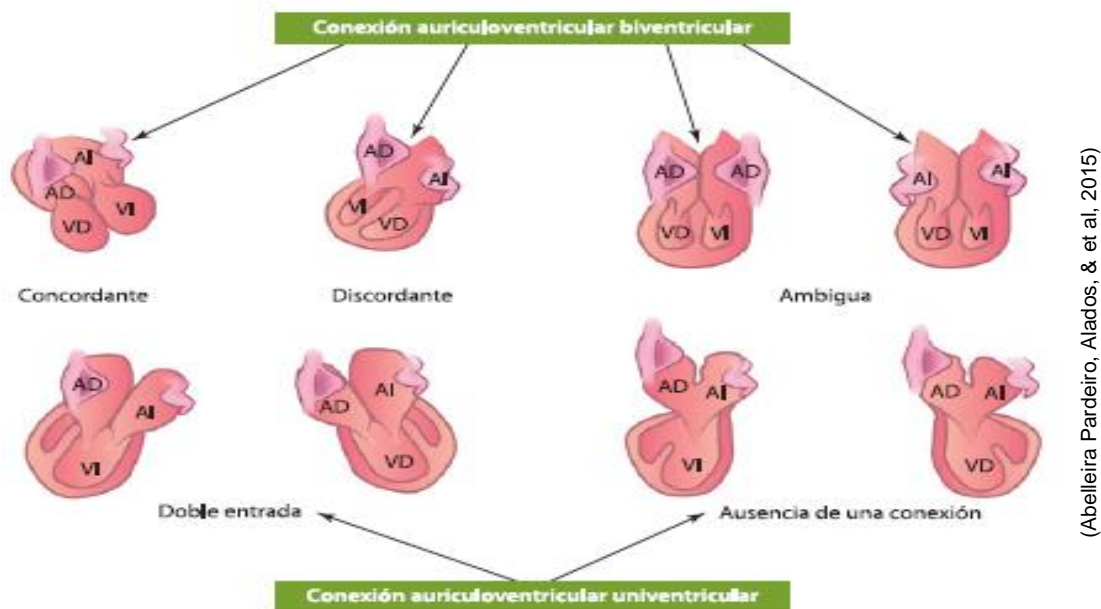
Existen distintos tipos de conexión AV (Imagen 7)

- ❖ Conexión AV biventricular: Cada aurícula se conecta con un ventrículo diferente. Según Becker y Anderson las diferentes conexiones AV son:
 - *“Concordante. Cuando una aurícula morfológicamente derecha se conecta con un ventrículo morfológicamente derecho, y una aurícula morfológicamente izquierda se conecta con un ventrículo morfológicamente izquierdo”.*
 - *“Discordante. Cuando una aurícula morfológicamente derecha se conecta con un ventrículo morfológicamente izquierdo, y una aurícula morfológicamente izquierda se conecta con un ventrículo morfológicamente derecho”.*
 - *“Ambiguo. Cuando el situs auricular es isomérico (dos aurículas morfológicamente derechas o dos aurículas morfológicamente izquierdas), sea cual fuere la disposición ventricular, se dice que el tipo de conexión AV es ambiguo”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)*
- ❖ Conexión AV univentricular. En esta situación existen dos tipos adicionales de conexión AV:
 - *“Doble entrada a un ventrículo (derecho, izquierdo o de morfología indeterminada)”.*
 - *“Ausencia de una conexión AV, que puede ser derecha (atresia tricuspídea) o izquierda (atresia mitral)”.*

En cuanto a los posibles modos de conexión AV, son los siguientes:

- ❖ “Perforado”.
- ❖ “Imperforado”.
- ❖ “Cabalgante”.
- ❖ “Común”.

Por convención, si una válvula conecta con una cavidad cardíaca en más del 50% de su superficie, esta valvular se considera abocada a dicha cavidad. Por tanto, si dos válvulas AV cabalgan, respectivamente, más del 50% de su área sobre una cavidad ventricular, se entiende que existe “doble entrada” a dicho ventrículo.



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 7. Tipos de conexión auriculoventricular (biventricular y univentricular) (AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo)

- ❖ Segmento arterial.

La tabicación infundibular o conal es recta, de modo que una vez ocurrida, quedan dos canales, uno “posterior e izquierdo” que constituirá la aorta, y otro “anterior y derecho” que dará lugar a la arteria pulmonar. En cambio, la tabicación truncal se produce en espiral, generando también dos canales, pero de tal modo que el canal truncal que en su extremidad superior es “anterior y derecho”, por su extremidad inferior es “posterior e izquierdo” y se fusiona con el canal infundibular aórtico, y el canal truncal que en su extremidad superior es “posterior e izquierdo”, por su extremidad inferior es “anterior y derecho” y se fusiona



con el canal infundibular pulmonar. De este modo, la apariencia exterior de los grandes vasos que emergen del corazón es en espiral.

Inicialmente, ambos canales infundibulares están conectados con la futura cavidad ventricular derecha, pero junto con el proceso de desarrollo ocurre un movimiento morfogénico de desplazamiento del infundíbulo hacia la izquierda a la vez que, de rotación, de modo que finalmente el canal infundibular aórtico queda conectado al VI y el canal infundibular pulmonar queda conectado al VD. La disposición definitiva de las grandes arterias es en espiral y la válvula aórtica adopta una posición posterior e izquierda respecto a la válvula pulmonar.

Conexión ventriculoarterial

En cuanto a los tipos de conexión ventriculoarterial, existen cuatro posibles (Imagen 8):

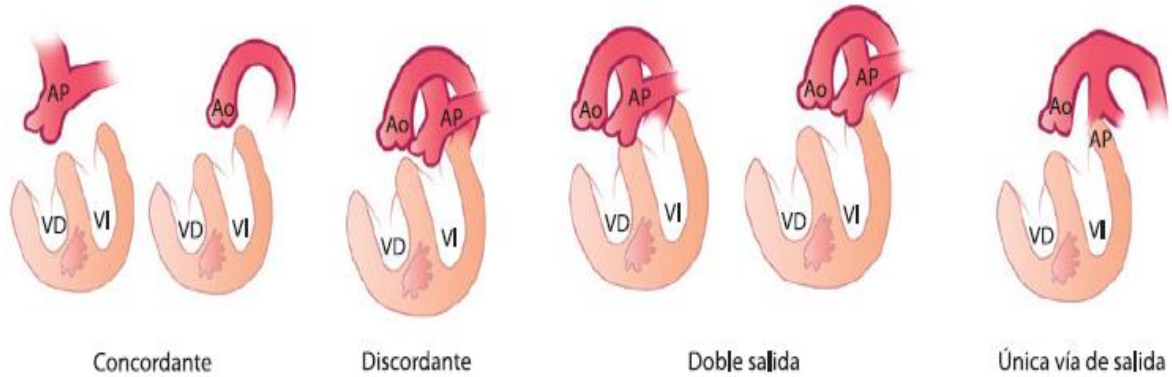
- ❖ *“Concordante. Cuando la aorta emerge de un ventrículo morfológicamente izquierdo y la arteria pulmonar lo hace de un ventrículo morfológicamente derecho”.*
- ❖ *“Discordante. Cuando la aorta emerge de un ventrículo morfológicamente derecho y la arteria pulmonar lo hace de un ventrículo morfológicamente izquierdo”.*
- ❖ *“Doble salida de un ventrículo. Cuando ambos vasos emergen mayoritariamente (más del 50%) de una misma cavidad ventricular”.*
- ❖ *“Única vía de salida. Situación en la que solamente es posible identificar un único vaso emergente del corazón, tronco arterial común o tronco arterioso, provisto de una válvula arterial común”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)*

Con respecto a los modos de conexión ventriculoarterial, las distintas posibilidades son:

- ❖ Perforado.
- ❖ Imperforado
- ❖ Cabalgado

Una válvula sigmoidea normal es una válvula “perforada” que permite libre comunicación entre las cavidades que relaciona. Las válvulas sigmoideas también pueden ser cabalgantes y para ellas también rige la ley 50%, de modo que cuando una válvula sigmoidea cabalga sobre el tabique interventricular, se considera que emerge del ventrículo donde aboca un área valvular superior al 50%.

A modo de resumen, la Imagen 9 muestra los tres segmentos cardíacos principales y sus conexiones posibles.



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 8. Posibilidad de conexión ventriculoarterial (Ao: arteria aorta; AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo)

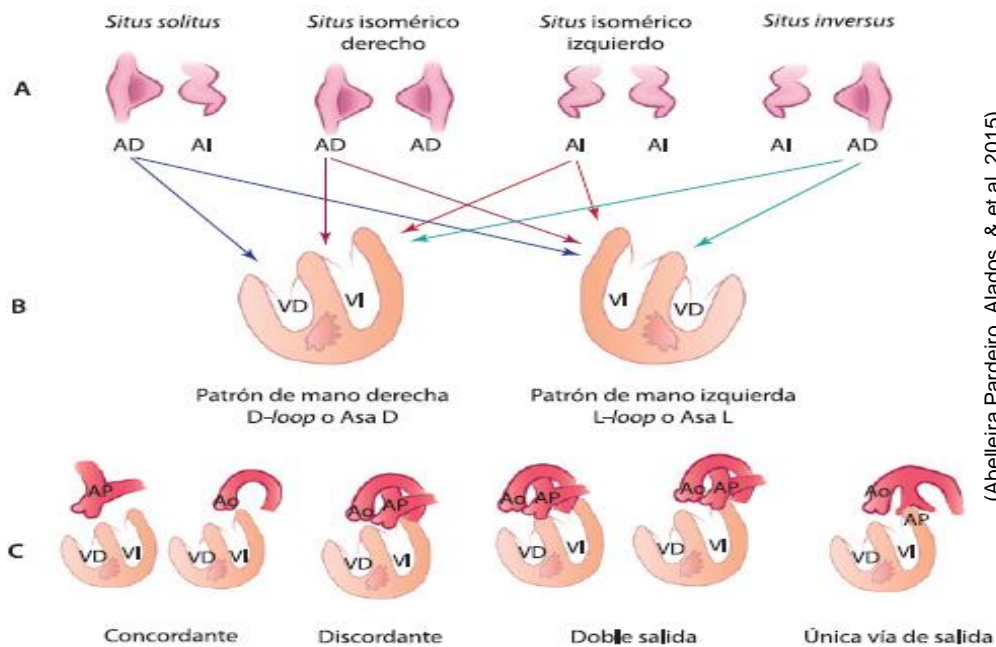


Imagen 9. A: segmento auricular, B: segmento ventricular, C: segmento arterial. Conexión auriculoventricular y conexión ventriculoarterial (AD: aurícula derecha; AI: aurícula



izquierda; Ao: arteria aorta; AP: arteria pulmonar; VD: ventrículo derecho; Vi: ventrículo izquierdo)

c) Clasificación fisiopatológica

“Esta clasificación como ya se ha comentado, está basada en los aspectos fisiopatológicos y agrupa las cardiopatías en acianóticas o cianóticas”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Cardiopatías acianóticas

- ❖ Cardiopatías con cortocircuito de izquierda a derecha. Constituye el grupo más numeroso de CC, alcanzando alrededor del 50% de todas ellas. Las características fisiopatológicas de los cortocircuitos son acianóticas con hiperaflujo pulmonar y sobrecarga de volumen. Los cortocircuitos a nivel ventricular y de gran tamaño debutan normalmente con clínica de insuficiencia cardíaca. El cortocircuito de izquierda a derecha puede ocurrir:
 - *“A nivel auricular, como en la comunicación interauricular (CIA) y en el drenaje venoso anómalo parcial”.*
 - *“A nivel ventricular, como en la comunicación interventricular (CIV)”.*
 - *“A nivel auricular y ventricular, como en el defecto septal AV o canal AV”.*
 - A nivel de grandes arterias, como en el ductus arterioso persistente (DAP) y en la ventana aortopulmonar (VAP). Dentro de este grupo, y en menor frecuencia, están la fistula auriculovenosa coronaria, la rotura-aneurisma del seno de Valsalva a cavidad derecho, origen anómalo de la rama de la arteria pulmonar, comunicación desde el VI a la AD (defecto de Gerbode) y el túnel aortopulmonar.
- ❖ Cardiopatías obstructivas izquierdas. Son todas aquellas que impiden o dificultan el normal flujo sanguíneo a través del lado izquierdo del corazón, desde las venas pulmonares hasta la aorta torácica. Las cardiopatías de este grupo son la estenosis aórtica (que puede ser a nivel valvular, subvalvular y supra valvular), la coartación de la aorta, la interrupción del arco aórtico (IAA), la estenosis mitral, el cor triatriatum y la estenosis de las venas pulmonares.
- ❖ Cardiopatías obstructivas derechas no cianóticas. La más frecuente es la estenosis valvular pulmonar, pudiéndose localizar también a nivel supra valvular y subvalvular. En menor frecuencia, se pueden encontrar la anomalía de Ebstein y el cor triatriatum dexter. La estenosis supra valvular pulmonar se puede asociar con el síndrome de Noonan.
- ❖ *“Miocardiopatías. Pueden ser de forma dilatada, hipertrófica, obstructiva y no obstructiva, restrictiva y miocardiopatía no compactada”.*
- ❖ *“Anomalías coronarias. Origen anómalo de la coronaria izquierda al tronco de la pulmonar (ALCAPA) u origen anómalo de una coronaria al seno opuesto”.*



- ❖ Insuficiencias valvulares. Corresponden a lesiones cardíacas en las que la sangre eyectada por alguna de las cuatro cavidades del corazón retorna parcialmente a esa cavidad a través de una válvula AV o sigmoidea incompetente. La regurgitación puede ocurrir en más de una válvula. Aunque habitualmente la regurgitación valvular acontece en válvulas congénitamente anómalas, también puede darse en lesiones valvulares adquiridas, como la enfermedad reumática.

Cardiopatías cianóticas

Estas cardiopatías constituyen un grupo heterogéneo cuya característica común es la presencia de cortocircuito de derecha a izquierda a nivel cardíaco, con la consiguiente hipoxemia, manifestada clínicamente por cianosis marcada de piel y mucosas. Desde el punto de vista fisiopatológico, las cardiopatías con cortocircuito de derecha a izquierda se pueden dividir en dos grupos, dependiendo de si hay obstáculo del flujo a nivel pulmonar:

- ❖ **Cardiopatías cianóticas con flujo pulmonar aumentado.**

La característica fisiopatológica de este grupo es su cianosis con flujo pulmonar aumentado; se presentan con insuficiencia cardíaca y son ductus-dependientes. Pueden desarrollar hipertensión pulmonar (HTP). En este grupo se incluyen transposición congénita de grandes vasos, doble salida del VD (DSVD), ventrículo único sin estenosis pulmonar, tetralogía de Fallot con estenosis pulmonar leve y flujo colateral arterial aumentado, atresia tricuspídea con CIV y sin estenosis pulmonar, tronco arterioso, hipoplasia del corazón izquierdo, drenaje venoso pulmonar anómalo total (DVPAT).

- ❖ **Cardiopatías cianóticas con flujo pulmonar disminuido.**

La característica fisiopatológica de este grupo es su cianosis con isquemia pulmonar; son ductus-dependientes. No desarrollan HTP. Incluye tetralogía de Fallot, atresia tricuspídea, atresia pulmonar con CIV, atresia pulmonar con septo íntegro (APSI), DSVD, ventrículo único y transposición congénita de grandes vasos con estenosis pulmonar. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

3. Epidemiología de las cardiopatías congénitas

a) Etiología

“Se ha visto que las cardiopatías congénitas no tienen una etiología clara, pero más sin embargo se pueden indicar algunas de las posibles causas que son: genéticas, factores ambientales y multifactores”. (Perich Durán , 2012)



Si nos enfocamos en la primera causa que es la genética, esta puede tener hasta un porcentaje del 10%. La mayoría se centra en la investigación del ADN en busca de una alteración que nos haga pensar que es la responsable de una malformación cardíaca, de igual forma si son heredadas en forma recesivas o dominante y de hecho se ha tenido éxito con ello, ya que se han demostrado mutaciones que son responsables de dichas cardiopatías. Como, por ejemplo: la estenosis aortica supravalvular y la coartación aortica que son aisladas debido a la mutación de un solo gen. (Perich Durán , 2012)

Autosómica dominante	Autosómica recesiva
Síndrome de Apert	Síndrome de Ellis van Creveld
Síndrome de Ehler-Danlos	Síndrome de Jervell-Langer-Nielsen
Síndrome de Holt-Oram	Glucogenosis IIa, IIIa, IV
Síndrome de Marfan	Mucopolisacaridosis I, IV
Síndrome de Romano-Ward	Ataxia de Friedreich
Síndrome de Alagille	Pseudoxantoma elástico
Síndrome de Noonan	Síndrome de Beckwith-Wiedemann
Síndrome de Leopard	Síndrome de Mulibrey
Síndrome de Williams-Beuren	Síndrome de Smith-Lemli-Opitz
Síndrome de Bourneville (esclerosis tuberosa)	
Síndrome de Steinert (distrofia miotónica)	Ligada al cromosoma X
Síndrome de Watson (cardiocutáneo)	Distrofia muscular de Duchenne
Síndrome de Rubenstein-Taybi	Síndrome de Hunter (mucopolisacaridosis de tipo II)

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Tabla 1. También se pueden observar cardiopatías en distintos síndromes con herencia monogénica que tienen una explicación genética. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Para empezar a hablar de la segunda causa de las CC es preciso mencionar que alrededor del 2-3% pueden estar causadas por factores ambientales, bien sean enfermedades maternas o causadas por teratógenos”.

Es muy difícil determinar con seguridad la relación causa-efecto entre los factores ambientales y las malformaciones. La identificación de teratógenos cardíacos es complicada, debido a la variabilidad del riesgo (que depende del momento y dosis de la exposición), así como a la certeza de la exposición, a las limitaciones en el diseño del estudio y a la heterogeneidad etiológica de anomalías fenotípicamente similares. En el momento actual hay evidencia o sospecha importante respecto a la asociación causal por exposición a algunos factores ambientales en el periodo periconcepcional (3 meses antes y 3 meses después de la concepción), entre los que se encuentran:

- ❖ *“Algunas enfermedades maternas: como la diabetes mellitus (DM), el lupus eritematoso o la fenilcetonuria”.*



- ❖ “Agentes físicos, como las radiaciones y la hipoxia, o químicos, como el litio o los disolventes, colorantes y lacas para el cabello”.
- ❖ “Fármacos o drogas: como el ácido retinoico, la talidomida, las hidantoínas, la trimetadiona, las hormonas sexuales, las anfetaminas o el alcohol”.
- ❖ “Agentes infecciosos: como la rubéola y probablemente otros virus”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Fármacos/drogas	Agentes infecciosos	Agentes maternos
Trimetadiona	Rubéola	Diabetes
Ácido retinoico	Otras infecciosas*	Enfermedades del colágeno
Talidomida	Agentes físicos	Fenilcetonuria
Litio	Radiaciones	Otros
Alcohol	Hipoxia	Disolventes*
Hidantoínas*		Pinturas*
Hormonas sexuales*		Lacas y colorantes*
Simpaticomiméticos*		Pesticidas*
* Menor grado de evidencia		

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Tabla 2. Para ello se ilustra mejor en la siguiente gráfica: Agentes ambientales en la causalidad de las cardiopatías congénitas.

Y para terminar mencionaremos la tercera causa que es la multifactorial en donde se unen las dos primeras causas y estas tienen alrededor del 80%. Por ejemplo, el feto puede tener una predisposición genética, pero depende también de los factores ambientales porque juegan un papel importante en el desarrollo del feto, puede ser que la cardiopatía se intensifique por el estilo de vida o que se mantenga. Concretamente no se sabe con precisión el periodo exacto donde estos factores pueden afectar más al desarrollo de una cardiopatía congénita. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

b) Incidencia

“Se estima una incidencia de CC entre el 5-12 por 1.000 recién nacidos (RN) vivos”. (Perich Durán, 2012)

La incidencia varía en algunas literaturas debido a que no en todos los estudios implementan ciertas cardiopatías congénitas debido a criterios de inclusión, estudios diagnósticos implementados y también la época en que se realice el estudio. Sin embargo, se ha observado un incremento de cardiopatías leves como lo son CIA y CIV, debido a la anticipación y mejoras en el diagnóstico como es el



ecocardiograma Doppler, aunque las más graves siguen siendo prevalencia al nacimiento como lo es la transposición de las grandes arterias (TGA) o el síndrome del corazón izquierdo hipoplásico (SCIH). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Se debe de tomar muy en cuenta el diagnóstico prenatal en las cardiopatías congénitas debido a que esto podría llegar a influir en un posible aborto claro en los países que este legalizado dicho procedimiento y así experimentar una disminución en las cardiopatías graves. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“De hecho, la incidencia de cardiopatías congénitas en prematuros y en neonatos con bajo peso es mucho mayor que en los neonatos a término es por ello que en esta investigación nos enfocamos más en el grupo de pacientes prematuros”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Alrededor del 25-30% de las CC se presentan en el contexto de síndromes malformativos (Tabla 3) o cromosomopatías”.

“A su vez, la tasa de CC en algunas cromosomopatías, como las trisomías 21, 18 y 13 o el síndrome de Turner (45X) es muy elevada (Tabla 4)”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Síndromes malformativos con afectación cardíaca frecuente
Hernia diafragmática
Atresia duodenal
Atresia de esófago y fístula traqueoesofágica
Atresia de vías biliares extrahepática
Asociación VACTERL
Asociación CHARGE
Síndrome de Ivemark (heterotaxia). Onfalocele
Pentalogía de Cantrell y <i>ectopia cordis</i>
Agnesia renal (síndrome de Potter)
Síndrome de Goldenhar
Agnesia del cuerpo calloso

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Tabla 3. Síndromes malformativos con afectación cardíaca frecuente

Cromosopatía	Incidencia de CC	Lesiones más comunes
Visibles con técnicas convencionales		
Trisomía 21 (síndrome de Down)	50%	CAVC, CIV, CIA
Trisomía 13 (síndrome de Patau)	> 90%	CIV, DAP, valvulopatías
Trisomía 18 (síndrome de Edwards)	> 90%	CIV, DAP, valvulopatías
Trisomía 9	> 65%	CIV, DAP, TF
Tetrasomía 22p (síndrome de ojo de gato)	50%	DVPA
45X0 (síndrome de Turner)	25%	CoAo, EP, EA, otras
47XXY (síndrome de Klinefelter)	50%	CIA, DAP, PVM
4p- (síndrome de Wolff)	40%	CIV, CIA, DAP
5p- (síndrome de maullido de gato)	25%	DAP
13q-	50%	CIV
18q-	50%	CIV, CIA
Síndromes de microdelección		
22q11 (CATCH-22)	75%	Malformaciones troncoconales
12q22 (Noonan)	> 50%	EP, miocard. hipertrófica
7q11.23 (Williams-Beuren)	75%	EA supra, EP perif.
12q (Holt-Oram)	75%	CIA, CIV, trastornos conducción
20p12 (Alagille)	85%	EP, TF

(CAVC: canal auriculoventricular común; CC: cardiopatía congénita; CIA: comunicación interauricular; CIV: comunicación interventricular; CoAo: coartación aórtica; DAP: ductus arterioso permeable; DVPA: drenaje venoso pulmonar anómalo; EA: estenosis aórtica; EP: estenosis pulmonar; PVM: prolapso V mitral; TF: tetralogía de Fallot)

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Tabla 4. Cromosopatías más comunes con afectación cardiaca

Como se mencionaba en párrafos anteriores se han publicado algunos estudios en donde las cardiopatías graves han tenido una disminución en la prevalencia debido a la interrupción del embarazo. En general, la más frecuente es la CIV, que en algunas series supera el 60%, seguida por la CIA, la estenosis pulmonar, el ductus arterioso, la coartación de aorta, los defectos del septo AV, la tetralogía de Fallot, la estenosis aórtica, la TGA y el SCIH (Tabla 5). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Cardiopatía	Distribución porcentual (%)	
	Intervalo	Mediana
Comunicación interventricular	16-50	(31)*
Comunicación interauricular	3-14	(7,5)*
<i>Ductus</i> arterioso permeable	2-16	(7,1)
Estenosis pulmonar	2-13	(7,0)
Coartación de aorta	2-20	(5,6)
Tetralogía de Fallot	2-10	(5,5)
Estenosis aórtica	1-20	(4,9)
Defectos del septo auriculoventricular	2-8	(4,4)
Transposición de las grandes arterias	2-8	(4,5)
Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico	0-6	(3,1)

* La tasa actual es más alta, sobre todo en la comunicación interventricular

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Tabla 5. Distribución de las cardiopatías congénitas más comunes.

4. Circulación fetal y posnatal: adaptación del corazón en el recién nacido a la vida posnatal

a) Circulación fetal

En los fetos, el corazón y los primitivos vasos sanguíneos por los que circulará la sangre en esta etapa de la vida comienzan a desarrollarse al final de la tercera semana después de la fecundación. El bombeo del corazón a la circulación fetal empieza a estabilizarse al final de la tercera semana o comienzos de la cuarta (Imagen 10), momento en el que el feto tiene aproximadamente 0,4 mm de diámetro. Así, el sistema cardiovascular es el primer sistema que comienza a funcionar en el feto. (García Moro, 2018)

Estructuralmente, el corazón y la vascularización continúan desarrollándose con la adición del atrio, el tabique y los vasos sanguíneos en las siguientes semanas, así que las mayores características estructurales se completarán al final de la séptima semana (Imagen 11). Después de esto, el corazón se hace más grande y los vasos sanguíneos proliferan a medida que se desarrollan nuevos tejidos, pero la estructura básica cardiovascular cambia poco. (García Moro, 2018)



(García Moro, 2018)

Imagen 10. Feto a las tres semanas



(García Moro, 2018)

Imagen 11. Feto a las 7 semanas

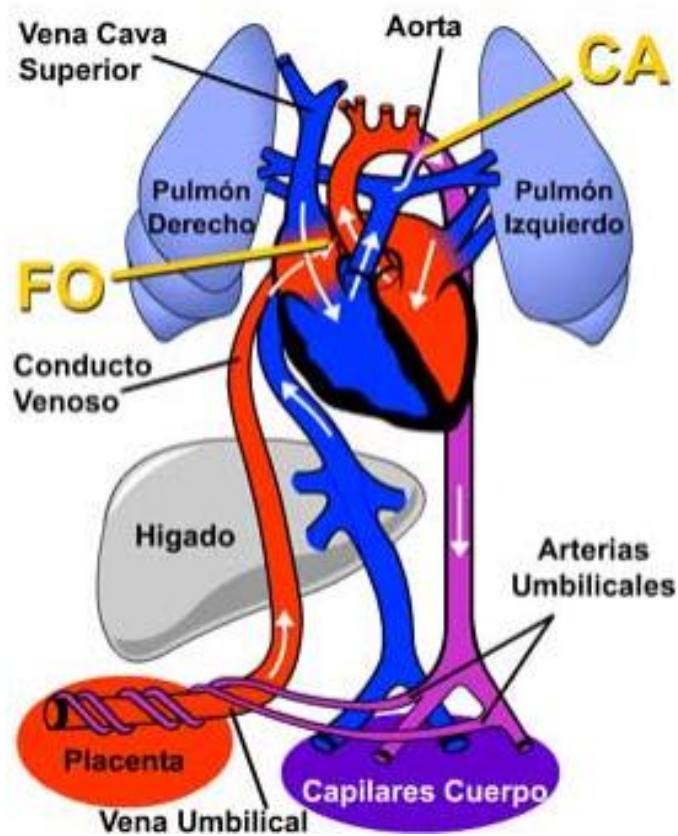
b) Estructuras cardiovasculares fetales especiales

Hay cuatro estructuras en el aparato circulatorio del feto que lo diferencian del de un adulto:

- Conducto arterioso (Imagen 12): Se trata de una anastomosis (pequeño conducto que conecta, en el caso que nos atañe: la arteria pulmonar principal, que dirige la sangre a los pulmones; y la arteria aorta, que dirige la sangre al resto del cuerpo y a la placenta). Esta estructura va a permitir que la circulación sanguínea evite el paso por los pulmones, de forma que la mayoría de la sangre que lleva el tronco arterioso pulmonar va a desembocar en la arteria aorta. La resistencia de los vasos pulmonares es muy elevada durante el periodo fetal, por lo que apenas va a pasar sangre por ellos, y no influyen en ellos las presiones parciales de los gases que circulan por la sangre. Por esta razón los pulmones no van a tener una función relevante durante la vida fetal. La presión en la arteria pulmonar es más elevada que en la arteria aorta, esto facilita el paso de la sangre de la arteria pulmonar a la arteria aorta a través del conducto arterioso.
- Placenta (Imagen 12): Órgano efímero (solo aparece durante la vida fetal) en el que ocurre el intercambio de sustancias (oxígeno y metabolitos) entre la circulación materna y la circulación fetal. Posee baja resistencia, por lo que va a tener gran irrigación. A ella llega la sangre desoxigenada que circula por la arteria aorta descendente y las arterias umbilicales. En la placenta la sangre se oxigena, y se dirige al corazón del feto para ser bombeada.
- Conducto venoso (Imagen 12): Se trata de un pequeño vaso sanguíneo que comunica dos venas: la vena umbilical (que lleva sangre oxigenada procedente de la placenta), y la vena cava inferior (que recoge la sangre desoxigenada de la parte inferior del cuerpo del feto). La finalidad de que exista este conducto es evitar la irrigación del hígado (órgano de alta resistencia); función semejante a la del conducto arterioso que, en su caso, evitaba la irrigación de los pulmones. Al contrario que los pulmones, el hígado sí posee funciones de alta relevancia en el feto, como por ejemplo la hematopoyesis. Sin embargo, para su irrigación basta de una pequeña porción de sangre proveniente

de la placenta (sangre oxigenada), la cual circulará por la vena porta para irrigar este órgano mientras que el resto de la sangre de la vena umbilical pasará por el conducto venoso hasta llegar a la vena cava inferior. (Garcia Moro, 2018)

- Foramen oval (Imagen 12): Una abertura en el tabique entre la aurícula izquierda y derecha, la cual permite que la sangre oxigenada procedente de la vena cava inferior fluya hacia la aurícula izquierda. El foramen oval está cubierto por una solapa que permite un flujo sanguíneo de derecha a izquierda, pero evita el flujo en sentido contrario. La función de esta estructura es que la sangre que proviene de las venas cava no se mezcle, puesto que por ellas circulan distintos tipos de sangre en lo que se refiere al grado de oxigenación que existe en cada una de ellas:
 - “La vena cava superior lleva sangre desoxigenada procedente de los tejidos superiores del cuerpo del feto: cabeza, cuello, tórax, etc”.
 - “La vena cava inferior lleva dos tipos de sangre: sangre desoxigenada procedente de los tejidos inferiores del cuerpo del feto y del hígado, y sangre oxigenada procedente de la placenta que a la altura del hígado atraviesa el conducto venoso”. (Garcia Moro, 2018)



(CONGENITAL HEART DISEASE,
2020)

Imagen 12. CA: conducto arterioso, FO: foramen oval, conducto venoso y placenta



c) Circuito que recorre la sangre

Si nos situamos en la aurícula derecha, a ella llega sangre procedente de las venas cavas:

- *“La vena cava superior, que lleva a la aurícula derecha sangre desoxigenada procedente de los tejidos de la parte superior del cuerpo”.*
- *“La vena cava inferior en la que circula sangre oxigenada procedente de la vena umbilical y sangre desoxigenada procedente de los tejidos de la parte inferior del cuerpo y el hígado”.*

“Por tanto, a la aurícula derecha llegan 3 tipos de sangre: desoxigenada de la cava superior, desoxigenada de la cava inferior y oxigenada de la cava inferior”.

La sangre desoxigenada, pasa de la aurícula derecha al ventrículo derecho. Desde aquí es bombeada a la arteria pulmonar. Sin embargo, aquí la sangre puede viajar a dos destinos distintos:

- Seguir por las arterias pulmonares hasta los pulmones fetales. En la práctica, la cantidad de sangre que pasa a los pulmones fetales es bastante poca en comparación con la que toma la ruta del conducto arterioso; esto es debido a la alta resistencia existente en los vasos sanguíneos pulmonares, provocada por la compresión que ejercen los pulmones sobre los vasos, que evita el paso de la sangre a los mismos.
- *“Atravesar el conducto arterioso, que une la arteria pulmonar con la aorta descendente, pasando por alto los pulmones fetales”.*

A partir de aquí haremos un seguimiento de ambas rutas:

- La sangre que ha viajado a los pulmones fetales a través de las arterias pulmonares retorna al corazón, a la aurícula izquierda, a través de las venas pulmonares. Esta sangre, que está poco oxigenada (porque los pulmones en el feto no llevan a cabo su función), pasa al ventrículo izquierdo que la manda a través de la aorta a la circulación sistémica. Parte de la sangre se dirige al encéfalo a través de las arterias carótidas, otra parte irriga el propio corazón a través de las arterias coronarias y otra parte irriga las extremidades superiores; el resto de la sangre circulará a la parte inferior del cuerpo y sus tejidos a través de la aorta descendente.
- *“La sangre que pasa por el conducto arterioso viaja a través de la aorta descendente a los tejidos de la parte inferior del cuerpo”.*

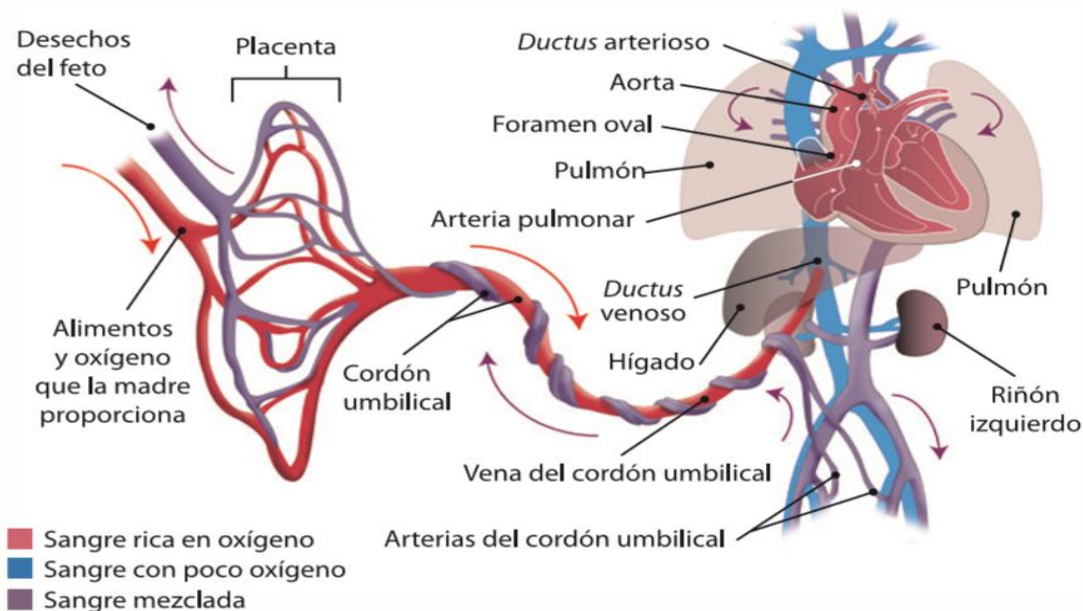


Parte de la sangre que viaja por la arteria aorta descendente pasa a las extremidades y órganos de la parte inferior del cuerpo y otra parte se dirige a las arterias umbilicales. Estas arterias son ramificaciones de la aorta y llevan la sangre a la placenta, donde tiene lugar su oxigenación e intercambio metabólico (recoge nutrientes y deposita sustancias de desecho). La sangre regresa por la vena umbilical al cuerpo del feto. En este momento en el que viaja por la vena umbilical pueden ocurrir dos cosas:

- *“La sangre pasa por la vena porta y se dirige al hígado fetal inmaduro. Esta sangre cede el oxígeno en el tejido y se convierte en sangre desoxigenada que viajará a la vena cava inferior”.*
- *“La sangre no pasa por el hígado, sino que atraviesa el conducto venoso y llega a la vena cava inferior. Esta sangre permanece oxigenada”.*

Como se mencionó anteriormente, la sangre que viaja por la vena cava inferior es de dos tipos: una oxigenada y otra no oxigenada. Es importante señalar que, por la vena cava inferior, existe un flujo laminar de sangre. Es por esta razón que la sangre oxigenada no se mezcla con la desoxigenada salvo en la zona en la que hay contacto entre ellas, en la que se produce algo de difusión. Esta vena desemboca en la aurícula derecha. La sangre que aquí llega se encuentra con una estructura que forma parte del “septum secundum” llamada crista dividida que, gracias a su posición anatómica y su funcionamiento, evita la mezcla entre sangre oxigenada y no oxigenada. Esta estructura dirige la que está oxigenada a la aurícula izquierda, haciendo que atraviese el foramen oval. Desde allí, volverá a hacer el recorrido anteriormente mencionado (bombeo a la circulación sistémica).

La sangre desoxigenada pasará al ventrículo derecho y seguirá la ruta previamente explicada (bombeo a la arteria pulmonar, y en este punto podrá dirigirse a los pulmones o atravesar el conducto arterioso). Como conclusión de la explicación de este circuito sacamos en claro que la sangre que irriga la parte superior del cuerpo se encuentra más oxigenada que la que irriga la parte inferior ya que la primera se encuentra con el conducto arterioso tras dejar atrás las arterias coronarias y el cayado de la aorta, de donde salen las carótidas y las arterias que llevan la sangre a las extremidades superiores, oxigenando los tejidos y órganos de la parte superior del cuerpo, promoviendo un desarrollo más eficaz de los mismos. (García Moro, 2018)



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 13. Circulación fetoplacentaria

d) Bombeo de la sangre y su distribución en el feto

En un adulto, la sangre es impulsada desde el ventrículo izquierdo a la circulación sistémica; después vuelve al corazón, esta vez a la parte derecha del mismo, que impulsará la sangre a la circulación pulmonar. De esta forma, las dos mitades del corazón trabajan como un circuito en serie. En el feto, la mayoría de la sangre bombeada por el corazón derecho no va a los pulmones, evita este destino y entra directamente en el conducto arterioso. Así, los dos ventrículos del corazón fetal bombean la sangre en paralelo. El término "salida ventricular combinada" es utilizado para describir este mecanismo de bombeo de la sangre por el corazón en el feto. La salida de sangre del corazón del feto ha sido estudiada con gran detalle en ovejas. En condiciones de reposo, el volumen de sangre bombeada por estos animales alcanza los 500 ml/min/kg del peso del cuerpo del animal. Este número toma un valor muy alto en comparación con el que representa el bombeo de un corazón adulto que alcanza valores de 80 ml/min/kg. Además, la distribución de esta sangre y la cantidad que llega a varios de los órganos es diferente que en la de un espécimen adulto.

Se estima que la sangre que es expulsada del corazón de los fetos humanos (usando técnicas de ultrasonografía) alcanza valores bastante altos alcanzando los 350 ml/min/kg del peso del feto. Además, el hematocrito de los fetos humanos parece ser un 50 % mayor que en el de los fetos de oveja. En cuanto a la distribución de la sangre en el feto:



- “Un 6 % se encuentra irrigando a los pulmones”
- “Un 5 % en el propio corazón”
- “Un 2 % en los riñones”
- “Un 20 % en el cerebro”
- “Un 20 % en músculo esquelético y huesos”
- “Un 7 % en la zona abdominal”
- “Un 40 % en la placenta”. (Garcia Moro, 2018)

	Feto	Adulto
Pulmones	6	100
Corazón	5	5
Riñones	2	20
Músculo esquelético/huesos	20	20
Zona abdominal	7	30
Cerebro	20	20
Placenta	40	-

Tabla 6. Comparativa (en porcentaje) sobre la distribución de la sangre en el feto y en el adulto.

e) Funcionamiento cardiovascular posnatal

Cambios circulatorios posnatales

Los cambios circulatorios posnatales más relevantes son:

- Disminución de las resistencias vasculares pulmonares (RVP)

En el nacimiento, tienen lugar una serie de cambios circulatorios sistémicos centrales que continúan durante las siguientes semanas de vida posnatal y que se deben principalmente a varios eventos externos. El más importante es el rápido y brusco descenso de las RVP y la separación de la circulación placentaria y umbilical. Inmediatamente después de nacer, las tareas de oxigenación pasan a formar parte de la circulación pulmonar, que se consigue gracias a la vasodilatación del lecho vascular pulmonar (debida, principalmente, a la distensión pulmonar y a la oxigenación), que consigue un incremento de 10 veces el flujo pulmonar inicial.

El principal factor asociado a las altas RVP fetales es el ambiente hipoxico prenatal. Unido a otras sustancias que producen vasoconstricción pulmonar como son alfaagonistas, tromboxanos y leucotrienos. Con el inicio de la ventilación y la oxigenación tiene lugar el descenso de las RVP. En primer lugar, la

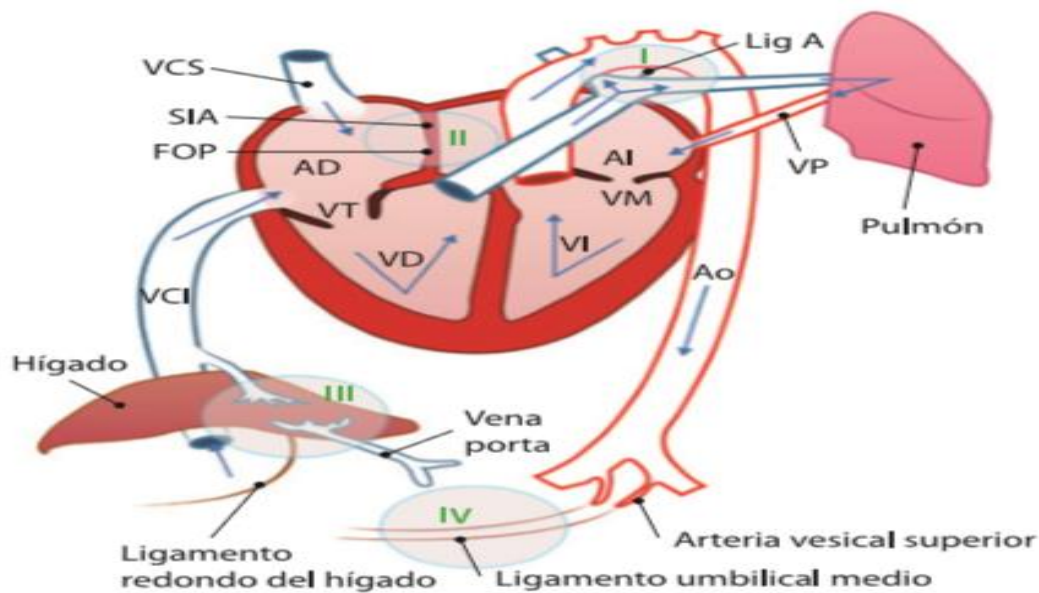
vasodilatación pulmonar está causada por la expansión física de los pulmones y la producción de prostaglandinas (PGI₂ y PGD₂). Este componente, probablemente, es independiente de la oxigenación fetal y resulta en un incremento modesto del flujo pulmonar y una disminución de RVP. En segundo lugar, existe una vasodilatación pulmonar máxima asociada con la oxigenación y síntesis de óxido nítrico derivado del endotelio (EDNO) y que es independiente de la producción de prostaglandinas. Ambos componentes son necesarios para la transición con éxito a la vida extrauterina.

Después del periodo posnatal inmediato, los factores más importantes que afectan al tono vascular pulmonar y a las resistencias son la concentración de oxígeno, el pH, la producción basal del EDNO, los efectos de la distensión alveolar y quizá la producción de otros agentes vasoactivos como histamina, 5-hidroxitriptamina, ET-1, prostanoïdes, tromboxanos y leucotrienos. La interacción del oxígeno y el pH es especialmente importante (se observa que el descenso en la tensión de oxígeno y del pH se traduce en vasoconstricción pulmonar). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Los cambios circulatorios después del periodo neonatal inmediatos son muchas más graduales y limitados. Las RVP continúan disminuyendo durante los siguientes 2-3 meses después de nacer y las resistencias vasculares sistémicas (RVS) muestran un incremento gradual durante los primeros años de vida.

- Cierre del foramen oval permeable (FOP)

Como consecuencia del incremento del flujo pulmonar, se incrementa el retorno venoso pulmonar a la aurícula izquierda AI y se invierte la diferencia de presión entre las aurículas derecha e izquierda. Este aumento de presión en la AI cierra la valva de foramen oval evitando el shunt (Imagen 15).



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



Imagen 14. Cambios circulatorios posnatales. I: cierre del ductus arterioso. II: cierre de foramen oval permeable (FOP). III: cierre del ductus venoso. IV: desaparición de la circulación placentaria (AD: aurícula derecha; AI: aurícula izquierda; Ao: aorta; Lig A: ligamento arterioso; SIA: septo interauricular; VCI: vena cava inferior; VCS: vena cava superior; VD: ventrículo derecho; VI: ventrículo izquierdo; VM: válvula mitral; VP: vena pulmonar; VT: válvula tricúspide)

- Cierre del ductus arterioso

El ductus arterioso se cierra funcionalmente a las pocas horas después de nacer, en respuesta al incremento de oxígeno. Este cierre funcional se produce gracias a la contracción y migración celular de la musculatura lisa medial de la pared, que produce acortamiento, engrosamiento y protrusión interna de la íntima. Este proceso ocurre, habitualmente, durante las primeras 12 horas tras nacer en recién nacido a término (RNT).

En un segundo tiempo, que se completa a las 2-3 semanas de vida, tiene lugar la disrupción y fragmentación de la lámina elastina interna, la proliferación de las capas subintimales y la hemorragia y necrosis de la región subintima. Se forma tejido conjuntivo, que reemplaza a las fibras musculares con fibrosis y sellado permanente de la luz ductal, produciendo el ligamento arterioso (Imagen 15).

Otras sustancias vasoactivas, como acetilcolina, bradiquinina o catecolaminas endógenas, pueden contribuir al cierre ductal posnatal en condiciones fisiológicas. Las prostaglandinas también juegan un papel importante; PGE y PGI₂ se forman intramuralmente en el ductus y ejercen su acción de manera local sobre las células musculares, manteniendo el ductus arterioso permeable durante la vida fetal. El feto tiene altas concentraciones de PG circulantes probablemente debido a su producción placentaria y al bajo catabolismo pulmonar (ocasionado por la disminución del flujo pulmonar). Al nacer, la producción placentaria desaparece y el marcado incremento en el flujo pulmonar permite la eliminación de las PG circulantes.

“Todos estos eventos resultan en la separación efectiva de la circulación sistémica y pulmonar después de nacer”.

- Cierre del ductus venoso

El ductus venoso dirige el retorno venoso umbilical al corazón izquierdo. Al nacer, cuando la circulación umbilical-placentaria desaparece (Imagen 13), el flujo venoso portal a través del ductus incrementa, de manera transitoria, de menos de 5% a más del 50% en 1 hora. A pesar de este incremento en el flujo venoso portal, el flujo hepático disminuye sustancialmente. El cierre funcional del ductus venoso es probablemente un fenómeno pasivo. Aunque se ha demostrado su respuesta ante la estimulación adrenérgica y los prostanoides, lo que hace pensar que su cierre puede estar parcialmente inducido por cambios hormonales que ocurren al nacer (Imagen 15).



Cambios posnatales en el mecanismo cardíaco

Al nacer, el corazón no solo está expuesto a cambios circulatorios mayores, sino que también aumentan las demandas del corazón de manera gradual. En la vida fetal, el corazón se encuentra en un ambiente término neutral, sin las demandas de la respiración y recibiendo los sustratos y el oxígeno vía circulación placentaria. El consumo de oxígeno se triplica al nacer, el recién nacido debe utilizar energía para la termorregulación, la respiración y la alimentación y, por ello, el gasto cardíaco se incrementa hasta 3 veces en ese momento.

El incremento en el retorno venoso aumenta el volumen y la presión diastólica del VI; estos factores, añadidos a un aumento de la presión de eyección de este ventrículo, causan un cambio en la configuración septal, orientada y moviéndose en conjunción con la pared libre del VI. De esta manera, aumentan su distensibilidad y precarga de manera sustancial, lo que unido al aumento simultáneo de la frecuencia cardíaca (FC) produce un incremento del gasto cardíaco.

La orientación de las fibras cardíacas, la composición de la matriz extracelular y los miocitos de los recién nacidos son inmaduros y, a pesar de estas diferencias estructurales, el VI del recién nacido normal es capaz de generar gastos cardíacos muy superiores a los del corazón del adulto. Este gasto cardíaco elevado en reposo se asocia con una elevada contractibilidad, por lo que la respuesta contráctil a la estimulación inotrópica del corazón del recién nacido es muy limitada. En estos casos, cuando es necesario aumentar la contractibilidad, los mecanismos dirigidos a aumentar el flujo de calcio al sarcolema obtienen mejores resultados. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

5. Métodos diagnósticos por imagen en cardiología: ecocardiografía

a) Introducción

Se sabe que el ecocardiograma es la prueba complementaria más útil para el diagnóstico de las cardiopatías congénitas, y no solo este sino que se ha tenido un avance significativo en los métodos diagnósticos lo que permite tener un diagnóstico más preciso en los pacientes y por lo tanto un aumento de la supervivencia. No se trata de competir con los métodos diagnósticos al contrario se trata de colaboración para que sean de fácil acceso de una forma integral y que también se cuente con el entrenamiento del personal en las diferentes modalidades de diagnóstico. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Desde luego que se debe relacionar la información clínica que nos aporta el paciente con la prueba complementaria que en este caso sería el ecocardiograma, siempre y cuando realizar esta prueba si lo amerita el paciente.



De todas las pruebas por imagen, las diferentes modalidades de ecocardiografía ocupan un papel principal. En pediatría, esta técnica supone una herramienta no invasiva, que proporciona información cardiaca anatómica y funcional precisa, y de la que dispone el Hospital Regional de Occidente como primera herramienta diagnóstica por imagen. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

b) Ecocardiografía

Para iniciar se hace mención de que es una ecocardiografía:

Una ecocardiografía es un examen que emplea ondas de sonido para crear imágenes del corazón. Se utiliza en niños para ayudar a diagnosticar defectos en dicho órgano que están presentes al momento del nacimiento (congénitos). La imagen que ofrecen es más detallada que la de una radiografía regular. (TRUEHEALTH, 2020)

Podemos complementar esta definición con lo siguiente: *“una ecocardiografía, es un procedimiento que se utiliza para evaluar la estructura del corazón y su funcionamiento. También se la denomina eco, ecocardiograma, ultrasonido cardíaco, ultrasonografía o ecografía Doppler del corazón”*. (Stanford Children's Health, 2014)

Gracias al uso de los ultrasonidos para obtener las imágenes, el ecocardiograma es una prueba que no irradia al paciente (como sí pueden hacerlo otras pruebas como las radiografías, TAC, etc). Otras ventajas que aporta es que no es una prueba dolorosa ni produce ningún efecto secundario. (Fundación Española del Corazón, 2012)

Según la Fundación Española del Corazón: el ecocardiograma se obtiene a través de un aparato llamado ecocardiógrafo. Este aparato consta de 3 elementos básicos:

- *“Transductor: dispositivo gracias al cual se puede captar las imágenes del corazón”*.
- *“Pantalla: en la cual se recogen las imágenes captadas por el transductor”*.
- *“Ordenador”*. (Fundación Española del Corazón, 2012)

Los dos principales tipos de ecocardiografías son los siguientes:

- Ecocardiografía transtorácica o (ETT). Una pequeña sonda llamada transductor se coloca sobre el pecho de su hijo y envía ondas de sonido ultrasónicas a una frecuencia demasiado alta para ser escuchadas. Cuando el transductor se coloca en el pecho de su hijo en ciertos lugares y con un ángulo determinado, las ondas sonoras ultrasónicas atraviesan la piel y otros tejidos del cuerpo hasta llegar a los tejidos cardíacos, donde rebotan (o hacen eco) en las estructuras del corazón. El transductor recoge



las ondas reflejadas y las envía a una computadora. La computadora muestra los ecos como imágenes de las paredes cardíacas y las válvulas; y

- Ecocardiografía transesofágica o ETE. La ETE utiliza la misma tecnología que la ETT, pero la ETE es más invasiva. La ETE requiere sedación para que la sonda pueda bajar al esófago. El esófago se encuentra justo detrás del corazón, por lo la ETE proporciona mejores imágenes de ciertas partes del corazón. (Stanford Children's Health, 2014)

Según Stanford Children's Health (2014), un ecocardiograma puede utilizar uno o varios de los siguientes tipos especiales de ecocardiografías.

- Ecocardiografía Doppler. Esta técnica Doppler se utiliza para visualizar el flujo sanguíneo a través del corazón. La cantidad de sangre que se bombea en cada latido es un indicio del funcionamiento cardíaco. Detectar flujo sanguíneo anómalo dentro del corazón, como una abertura anormal entre las cámaras cardíacas, un problema con una o más válvulas o un problema con las paredes cardíacas puede ayudar a identificar los defectos cardíacos.
- Doppler color. El Doppler color es una forma mejorada de la ecocardiografía Doppler. Esta tecnología utiliza colores distintos para cada dirección del flujo sanguíneo. Esto simplifica la interpretación de las imágenes de Doppler.
- Ecocardiografía en 2-D (bidimensional). Esta técnica es utilizada para "ver" el movimiento de las estructuras del corazón. En el monitor aparece una vista eco en 2-D con forma de cono y se puede observar el movimiento en tiempo real de las estructuras cardíacas. Esto permite que el médico evalúe las diferentes estructuras del corazón en funcionamiento.
- Ecocardiografía en 3-D (tridimensional). Esta técnica representa un avance mayor que la ecocardiografía bidimensional, ya que genera películas tridimensionales del corazón latiendo.
- Ecocardiografía de esfuerzo. Esta técnica examina lo que le sucede al corazón durante un periodo de esfuerzo, ya sea producido por medicamentos o por ejercicio. Las imágenes del corazón son examinadas durante periodos de esfuerzo y comparadas con el ecocardiograma en reposo. (Stanford Children's Health, 2014)

La Fundación Española del Corazón (2012) añade también el modo M o unidimensional en donde se menciona que *“se detecta una estrecha porción de corazón”*. (Fundación Española del Corazón, 2012).

Una ecocardiografía puede detectar un número de enfermedades cardíacas.

- *“Aneurisma, una dilatación o debilidad de una cámara del corazón, parte de las arterias coronarias o de la aorta (la gran arteria que lleva sangre oxigenada desde el corazón al resto del cuerpo)”*.
- *“Miocardiopatía, un agrandamiento del corazón debido a la dilatación o al debilitamiento del músculo cardíaco”*.

- “Defectos congénitos (presentes al nacer), anomalías o deficiencias en una o más estructuras del corazón que ocurren durante la formación del corazón en el feto”.
- “Insuficiencia cardíaca, una condición en la cual el músculo cardíaco se ha debilitado a tal grado no puede bombear sangre de manera eficiente; por lo tanto, provoca una acumulación de líquido (congestión) en los vasos sanguíneos, pulmones, pies, tobillos y en otras partes del cuerpo”.
- “Pericarditis. Una inflamación de la membrana (recubrimiento delgado) que rodea al corazón”.
- “Enfermedad de la válvula cardíaca, una condición en la cual una o más válvulas del corazón se vuelven defectuosas o se encuentra malformada de manera congénita (desde el nacimiento)”. (Stanford Children's Health, 2014)

“El ecocardiograma que con mayor frecuencia se realiza es el ecocardiograma transtorácico, es decir, cuando se coloca el transductor sobre el pecho del paciente”. (Fundación Española del Corazón, 2012). (Imagen 15).



(NIAKORO, s.f.)

Imagen 15. Realización de ecocardiograma transtorácico

B. Defecto congénito cardiovascular

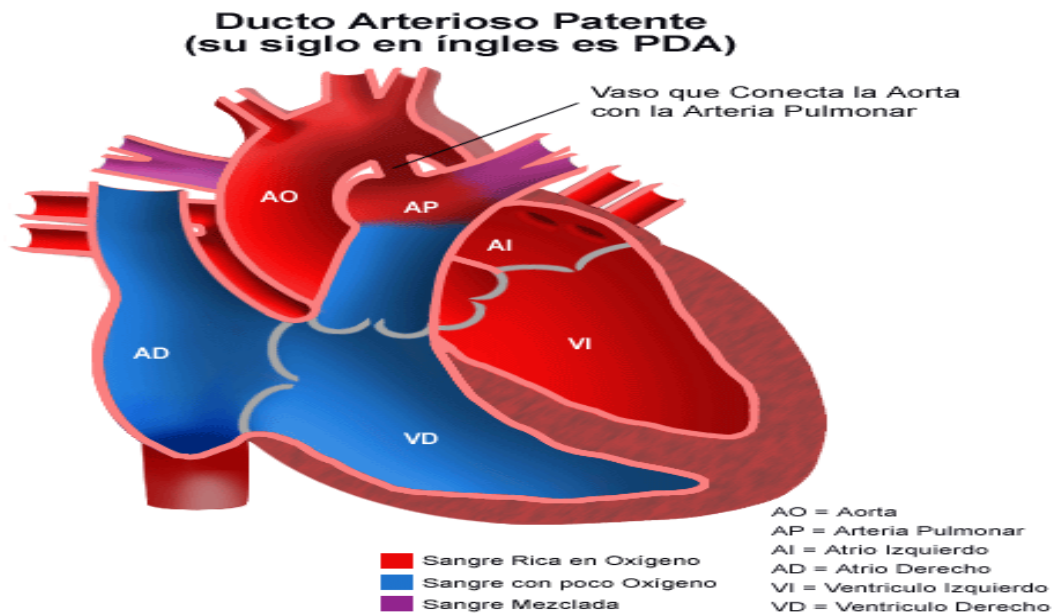
1. Ductus arterioso persistente (DAP) en el prematuro

a) Introducción

Según Bravo menciona que, “el ductus arterioso (DA) es una estructura vascular cuyo origen embrionario es la región distal del sexto arco aórtico” (Bravo Laguna, 2011) esto también es confirmado por otras bibliografías (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

Para complementar esta definición se agrega lo siguiente: “el DAP es un problema cardíaco que se observa generalmente en las primeras semanas o meses de vida. Se caracteriza por la persistencia de una conexión fetal normal entre la aorta y la arteria pulmonar”. Como se observa en la Imagen 16. (Stanford Children's Health, 2015)

Esta estructura vascular fetal comunica la aorta descentente (5-10 mm distal al origen de la arteria subclavia izquierda) con la arteria pulmonar principal cerca del origen de la rama pulmonar izquierda. Su presencia es esencial e indispensable para la vida fetal, dado que soporta el mayor porcentaje del gasto del VD favoreciendo un shunt pulmonar sistémico durante este periodo. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015).



(Stanford Children's Health, 2015)

Imagen 16. Persistencia del Ductus Arterioso en el periodo posnatal

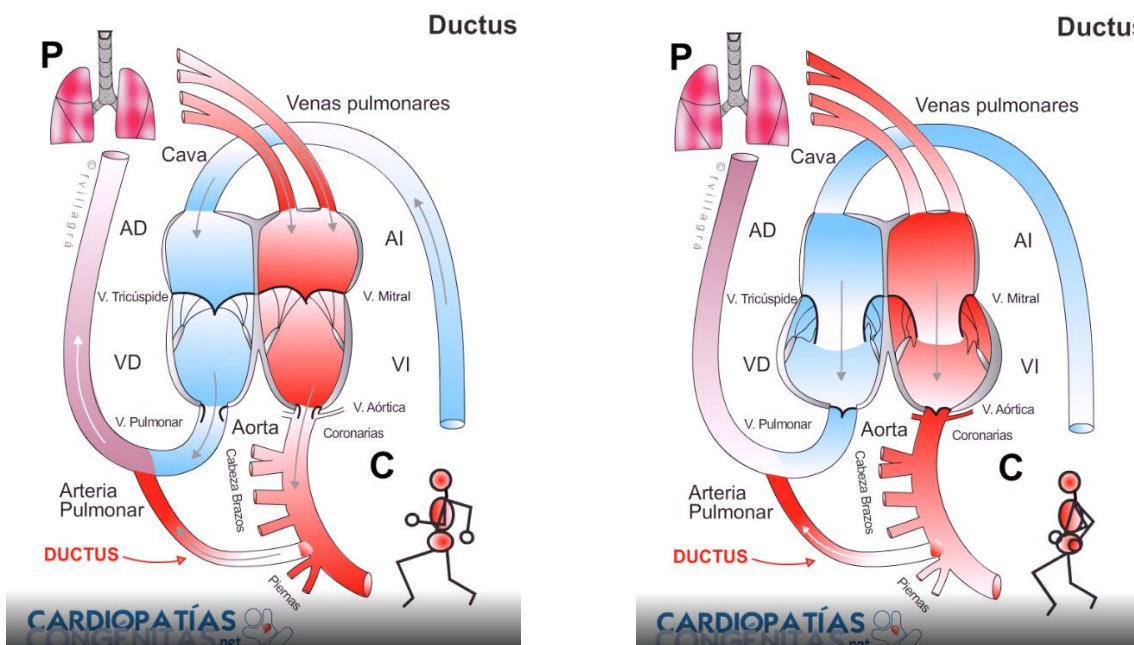
Igualmente, en este periodo, no es necesario que la sangre circule por los pulmones porque el bebé recibe el oxígeno a través de la placenta. Durante el embarazo, las aperturas permiten que la sangre rica en oxígeno (roja) pase por alto los pulmones del bebé y prosiga hacia el cuerpo. Esta conexión normal que tienen todos los bebés se denomina conducto arterial.

En el nacimiento, la placenta se retira, por lo que los pulmones del paciente tienen que abastecer al cuerpo de oxígeno. Cuando el recién nacido respira por primera vez, los vasos sanguíneos de los pulmones se abren y la sangre comienza a fluir para captar oxígeno. En este punto, el conducto arterial ya no es necesario. (Stanford Children's Health, 2015)

Por lo que, en circunstancias normales, suele cerrarse espontáneamente en los primeros días de vida posnatal debido a la pérdida del estímulo de las prostaglandinas maternas liberadas durante el embarazo, al cambio de la hemodinámica circulatoria y al aumento de los niveles de oxígeno en la sangre. (Rodríguez, 2018)

Sin embargo, la persistencia del ductus arterioso más allá del tercer día o DAP se asocia o es más frecuente en los recién nacidos prematuros pues a mayor inmadurez, más frecuente es que el ductus continúe abierto indebidamente y también se obtiene un aumento de la morbimortalidad, especialmente en los de menos de 1.500 g. (Rodríguez, 2018) (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Los ductus moderados o grandes pueden comprometer la perfusión de órganos vitales como los riñones, el cerebro o el intestino”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



(Rodríguez, 2018)



Como se observa en la imagen 17 con fines de ilustración el ductus arterioso persistente permite el paso de sangre oxigenada (roja) de la aorta (Ao) (tiene más presión) a la arteria pulmonar (AP) (tiene menos presión) y a los pulmones (P), inútilmente, pues ya está oxigenada, mezclándose (violeta) con la sangre no oxigenada que proviene del ventrículo derecho (VD). Este flujo de sangre extra sobrecarga al pulmón y al corazón (aurícula y ventrículo izquierdos) aumentando el trabajo de este último.

En varios estudios epidemiológicos se ha visto una relación entre DAP y aumento de patologías relacionadas con la prematuridad como la hemorragia intraventricular, la enterocolitis necrotizante o la leucomalacia periventricular. Sin embargo, la evidencia sobre la asociación entre dichas enfermedades y el DAP es conflictiva, y no implica necesariamente causalidad. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

b) Epidemiología

En varios estudios o fuentes de información se menciona que *“el conducto arterioso persistente se presenta más comúnmente en el sexo femenino, con una relación de 2:1”*. (Scholz & Reinking, 2020) (Arias Monrroy, Peralta Pedreno, & et al, 2012)

La persistencia del ductus arterioso es inversamente proporcional a la edad gestacional y al peso al nacimiento en prematuros. En esta población, hasta 1 de cada 3 puede presentar un DAP que precise tratamiento, siendo más frecuente en aquellos que presentan distrés respiratorio y no hayan recibido corticoides prenatales. Esta cifra puede ascender hasta un 55-60% en prematuros extremos con pesos <750g. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

En prematuros sin distrés respiratorio el cierre ductal se produce en un periodo similar al de recién nacido a término (RNT). En el RNT el hallazgo de ductus arterioso permeable (DAP) generalmente está relacionado con un defecto anatómico del ductus o de otras partes del corazón. Aunque la mayoría de los casos ocurren de forma esporádica es importante resaltar el papel, cada vez más relevante, de los factores genéticos y de las infecciones prenatales, como la rubéola, cuando se padece en las primeras cuatro semanas del embarazo, como se mencionó anteriormente. (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

c) Incidencia

Según Tejera (2011) la incidencia es elevada especialmente entre los prematuros. El peso juega un papel importante ya que Datos de la Vermont Oxford Network muestran una incidencia de DAP en recién nacidos menores de 1500 g del 37%, y por cada semana menos de gestación, la incidencia aumenta un 9%. (Tejera Ramírez & Bas Suárez, 2011) (Martínez Parajes, 2016).

Pero no todos los prematuros sufren DAP, incluso entre los más inmaduros hay quienes cierran más o menos precozmente el DA, y es que el grado de remodelado y madurez del DA varía entre individuos



de un peso y EG similares. La genética, junto a otros condicionantes externos, probablemente influyan en el proceso de remodelado y por tanto en el grado de madurez del DA. (Martínez Parajes, 2016)

Estos condicionantes van a modificar tanto el riesgo de padecer un DAP como su gravedad, y es importante conocerlos porque algunos de ellos pueden ser evitados o modificados:

- La indometacina antenatal, usada como tocolítico, produce un efecto vasoconstrictor del DA, y clásicamente, se le ha atribuido un aumento de la incidencia de DAP. Un reciente metaanálisis contradice este extremo, aunque lo asocia con hemorragia intraventricular (HIV) grave, enterocolitis necrosante y leucomalacia periventricular.
- Administración de corticoides prenatales reduce la incidencia de DAP. Esta intervención ha supuesto uno de los grandes avances de la neonatología en términos de reducción de mortalidad y además del DAP también reduce la incidencia y severidad de SDR, HIV, y ECN, aunque no de DBP. (Martínez Parajes, 2016)
- “Hay estudios que relacionan a los recién nacidos prematuros con crecimiento intrauterino restringido CIR con un riesgo aumentado de presentar un DAP grave y de forma más precoz, en comparación con los que tienen un crecimiento intrauterino normal”. (Martínez Parajes, 2016)
- El sulfato de magnesio ha sido empleado clásicamente como agente tocolítico, y como profilaxis anticonvulsiva en gestantes con pre-eclampsia, y actualmente también es utilizado como neuroprotector en diversos protocolos, ya que reduce la incidencia de parálisis cerebral. Existen estudios que lo relacionan con una mayor incidencia de DAP de manera dosis-dependiente, sobre todo en prematuros mayores de 26 semanas de gestación. (Martínez Parajes, 2016)
- Infección prenatal y/o postnatal: Un reciente meta-análisis relaciona la corioamnionitis, tanto clínica como histológica, con una mayor incidencia de DAP. La administración de corticoides prenatales limita en parte este efecto. Los recién nacidos de muy bajo peso que cursan una sepsis precoz tienen una mayor incidencia de DAP. Y en cuanto a la sepsis nosocomial, se ha relacionado con el mantenimiento y/o reapertura del DAP, y a un efecto sumatorio a este en cuanto al desarrollo de DBP. No se conoce muy bien el mecanismo por el que la infección se relaciona con el DAP, y en este sentido cabe mencionar un reciente estudio en el que se demuestra cómo los aminoglucósidos ejercen un efecto vasodilatador directo sobre el DA, y por tanto serían estos los responsables de esta asociación, y no los mediadores inflamatorios o los componentes bacterianos. (Martínez Parajes, 2016)
- El síndrome de distrés respiratorio se relaciona con el DAP, sobre todo en los casos más severos. La administración de surfactante, que es una de las medidas que más ha reducido la morbilidad en neonatología, a nivel hemodinámico produce un descenso en la presión pulmonar y un aumento del gasto cardíaco derecho, así como a un aumento del tamaño del DAP, lo cual puede poner de manifiesto el DAP de manera más precoz. (Martínez Parajes, 2016)
- El estudio CAP (Caffeine therapy for Apnea of Prematurity) demostró que el tratamiento con cafeína precoz reduce la incidencia de DBP en los prematuros de < 1500 g. También se encontró de forma inesperada



una disminución del DAP grave (valorado por la necesidad de tratamiento médico o quirúrgico), y se discute si este hallazgo puede estar en parte relacionado con la reducción de la DBP. (Martínez Parajes, 2016)

- “También se sabe que una política moderadamente restrictiva de líquidos postnatales disminuye el riesgo de DAP y ECN, con tendencia también a reducir la DBP, la HIV y la mortalidad, sin evidenciar efectos adversos importantes”.
- “El tratamiento con fototerapia produce efectos hemodinámicos en el recién nacido, entre ellos la reapertura del DA. Se han realizado estudios para dilucidar si una protección radiopaca colocada sobre el tórax para reducir la fotoexposición sobre el DA reduciría la incidencia de DAP, sin resultados concluyentes”. (Martínez Parajes, 2016)
- El uso de corticoides postnatales también produce una disminución de la incidencia de DAP, aunque su uso sistémico se ha relacionado con peor pronóstico neurológico a largo plazo, sobre todo la dexametasona, por lo que no es una opción recomendable actualmente. Además, se asocia a un aumento de perforación intestinal espontánea cuando se utiliza conjuntamente con indometacina. Con respecto al uso inhalado, un ensayo clínico recientemente publicado encuentra una reducción de DBP en el grupo tratado con budesonida inhalada desde las primeras 12 horas de vida, junto a una disminución de la necesidad de cirugía del DAP, aunque puede aumentar la mortalidad. Además, hay que esperar a ver los resultados neurológicos a largo plazo.
- Otros fármacos de uso habitual en las UCIN que poseen efecto vasodilatador, y por tanto pueden tener cierta influencia sobre el DA son los diuréticos como la furosemida o las tiazidas, que estimulan la producción de PGs, la milrinona, que inhibe la fosfodiesterasa, o la heparina. (Martínez Parajes, 2016)

d) Etiología y fisiopatogenia

Como se mencionaba durante la vida fetal, la función respiratoria y nutricional se lleva a cabo por la placenta. El patrón circulatorio fetal se caracteriza fundamentalmente por la existencia de cortocircuitos derecha izquierda y por las elevadas resistencias pulmonares. Como consecuencia, la sangre que llega al VD puentea las arterias pulmonares (shunt derecha-izquierda) y a través del ductus arterioso alcanza la aorta descendente.

“En el feto este gran shunt convierte al ductus arterioso en un vaso muy importante cuyo tamaño es similar al de la aorta que se dirige a la aorta descendente y desde allí a la placenta”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

La permanencia del ductus arterioso en la vida fetal está regulada por diversos factores (Imagen 19), tales como los bajos niveles de presión arterial de oxígeno fetal y los niveles elevados de

prostaglandina (del tipo) E 2 (PGE2). El óxido nítrico (NO) también juega un papel en la permanencia del ductus arterioso abierto en la vida fetal. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015).

Ruiz agrega que *“las especiales características de la estructura del musculo liso de la pared ductal y que también las prostaciclina (PGI2) inducen vasodilatación del DA”*. (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

“Histológicamente, el DA posee una túnica media pobre en fibras elásticas y rica en fibras musculares lisas dispuestas en forma helicoidal, que le permiten contraerse y dilatarse”. (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

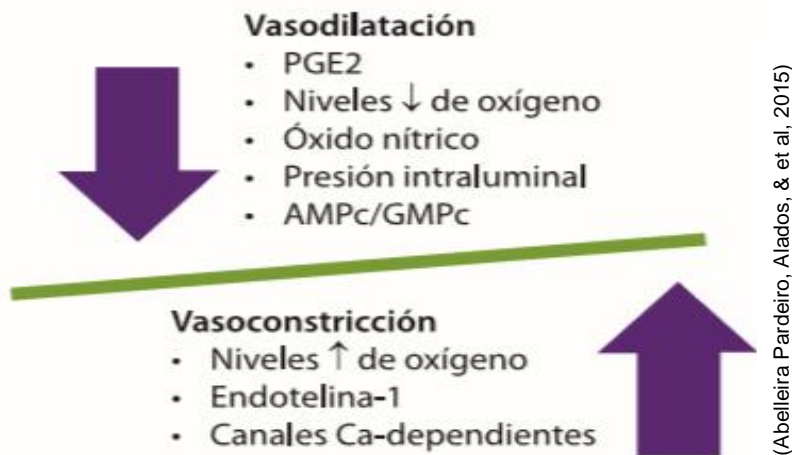


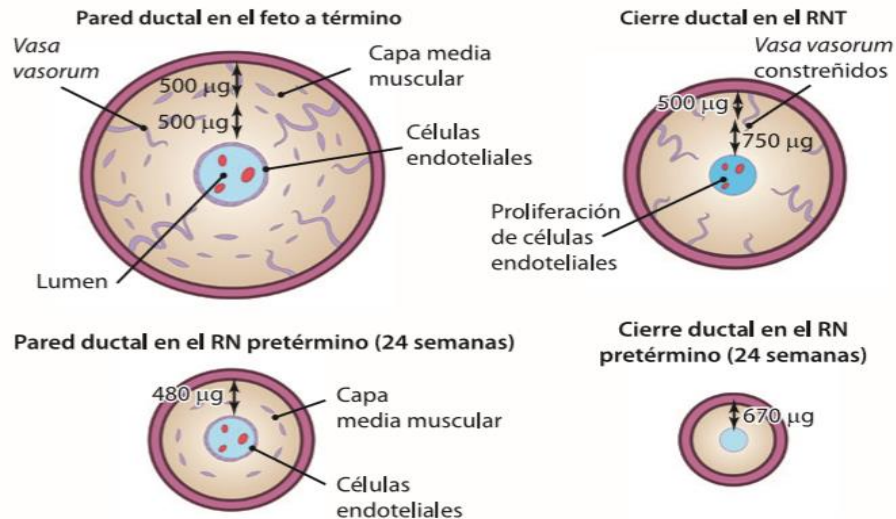
Imagen 18. Balance entre los factores que promueven la vasodilatación del ductus arterioso en el feto y los que favorecen la vasoconstricción y el cierre del mismo al nacimiento

Al nacimiento y con las primeras respiraciones el pulmón asume la función respiratoria llevada a cabo hasta entonces por la placenta, provocando una caída brusca en las resistencias vasculares pulmonares (RVP) y un aumento en los niveles arteriales de oxígeno que condicionaran el cierre progresivo del ductus arterioso. El descenso de los niveles de circulantes de PGE2 y la formación por el ductus arterioso de un potente vasoconstrictor como es la endotelina-1, que actúa a su vez incrementando el calcio intracelular, contribuyen al cierre del ductus arterioso. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

El cierre del DAP tiene lugar en dos etapas. Un cierre funcional “provisional” se produce en pocas horas tras el nacimiento debido a la contracción de las células de la capa muscular media. Posteriormente ocurre un proceso de proliferación celular, formación de neointima y remodelado del DAP que

desencadena el cierre definitivo del vaso. Esta proliferación y remodelado fisiológicos se observan como respuesta a la hipoxia/isquemia que la contracción vascular desencadena en la pared ductal y recuerda, en gran medida, al proceso patológico que tiene lugar durante el desarrollo de lesiones aterotromboticas en vasos como las arterias coronarias o cerebrales donde las plaquetas también juegan un importante papel. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

En el recién nacido pretérmino, el conducto arterioso permanece frecuentemente abierto un mayor número de días con respecto al recién nacido a término (RNT), ya que aun cuando exista una constricción del ductus, la remodelación por profunda hipoxia suele fallar debido a que se requiere una mayor constricción del ductus para producir el mismo nivel de hipoxia en la pared del ductus como el que se encuentra en el RNT. Para comprender este fenómeno es preciso entender las diferencias estructurales del ductus arterioso en el prematuro y en el RNT. (Imagen 19). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 19. Esquema de cortes transversales de la pared del ductus arterioso en el feto a término y en el recién nacido a término, así como en el recién nacido prematuro de 24 semanas de edad gestacional. Obsérvese como la constricción posnatal del ductus arterioso en el recién nacido a término da lugar a una contracción de las células de la capa media musculares con la consiguiente compresión de los vasa vasorum. La hipoxia/isquemia del área ductal supone un estímulo para la proliferación de células endoteliales y la activación de las mismas a nivel de la luz del ductus, la acumulación de factor de von Willebrand y fibrinógeno, adoptando la pared un fenotipo “protrombótico” con



acumulación de plaquetas en la luz. En la pared ductal de un prematuro de 24 semanas no están desarrollados los vasa vasorum que no penetran hasta la capa muscular media. De ahí que la constricción del ductus del prematuro precise una mayor constricción vascular, ya que no existe esa zona vulnerable de isquemia en la pared ductal dado que la capa muscular media se nutre directamente de la luz. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Aunque la mayor fuente de nutrientes en el ductus es a través de la luz, (Martínez Parajes, 2016) una sustancial cantidad de éstos deriva de los vasa vasorum, que suplen y nutren las capas externas del ductus en el feto a término o RNT, atravesando su estructura y permaneciendo a una distancia de 400-500µm de la luz. Esta distancia entre la luz y los vasa vasorum se llama zona avascular y es clave en el proceso de contracción ductal y cierre del mismo. En el RNT, la constricción inicial conlleva una oclusión de los vasa vasorum, que impide la llegada de nutrientes a las capas externas y, tiene lugar en el centro del ductus arterioso una zona isquémica. En el ductus de un prematuro extremo (p. ej., 24 semanas de gestación), el tamaño de la pared ductal mide aproximadamente 200µm de grosor. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Los vasa vasorum finalizan en la adventicia y no penetran hasta la capa media, nutriéndose esta delgada pared vascular a través del lumen. Como consecuencia de estas diferencias estructurales, durante el cierre del ductus arterioso en el RNP, no existe una zona vulnerable de isquemia en la pared ductal que suponga el nivel óptimo de hipoxia necesario para el inicio del remodelado tan esencial en el cierre definitivo del ductus arterioso. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Junto al factor histológico de la pared del ductus se añaden otros factores que contribuyen al fracaso del cierre del ductus arterioso en el prematuro”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

- *“Menor respuesta al efecto constrictor del oxígeno”.*
- *“Mayor sensibilidad a los niveles de PGE2, que debería ser menor tras el nacimiento”.*
- *“Incremento en la producción de NO tras el nacimiento”.* (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

e) Implicaciones hemodinámicas. Manifestaciones clínicas

En el periodo fetal, las elevadas RVP permiten un shunt pulmonar-sistémico, mientras que en el periodo posnatal, tras descender las RVP, la persistencia del ductus conduce a un incremento del flujo sanguíneo desde la aorta a la arteria pulmonar. Este cortocircuito de sangre izquierda-derecha supondrá un incremento del flujo sanguíneo pulmonar y un secuestro de sangre de la circulación

sistémica. Las consecuencias fisiológicas de este “robo ductal” dependerán del tamaño del shunt y de la respuesta del corazón, pulmones y otros órganos a tal cortocircuito (Imagen 20). (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

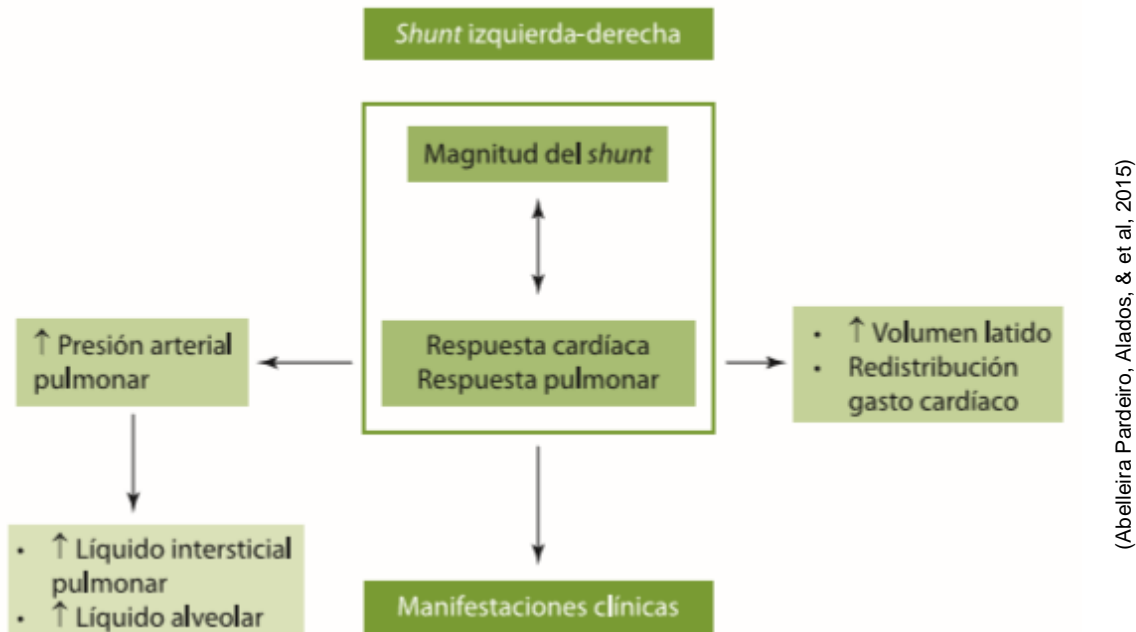


Imagen 20. Fisiopatología de la persistencia del ductus arterioso. Las manifestaciones clínicas vienen determinadas por la cantidad de shunt izquierda derecha que provoca sobrecarga pulmonar (hiperaflujo) y del robo del flujo sistémico

A nivel pulmonar, el DAP incrementa el flujo sanguíneo favoreciendo el edema pulmonar y reduciendo la distensibilidad pulmonar. Con ello, el tiempo de ventilación mecánica se prolonga y aumentan las necesidades de oxígeno, incrementándose probablemente el riesgo de padecer broncodisplasia pulmonar. Asimismo, el riesgo de hemorragia pulmonar también se encuentra incrementado en prematuros con mayor tamaño ductal. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

El descenso del gasto cardíaco secundario al cortocircuito izquierda-derecha lleva consigo una hipoperfusión a los órganos vitales. La disminución del flujo a nivel renal condiciona una hipoperfusión renal con la consecuente disminución del filtrado glomerular que deviene en insuficiencia renal secundaria. Por otra parte, complicaciones gastrointestinales como la enterocolitis necrotizante se han asociado frecuentemente a la persistencia del ductus arterioso. A nivel cerebral es bien conocido que shunts importantes reducen el flujo cerebral y la oxigenación cerebral hecho que puede contribuir al

incremento del riesgo de hemorragia intraventricular y leucomalacia periventricular en prematuros. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

DAP HS: signos clínicos
<ul style="list-style-type: none">- Taquicardia- Precordio hiperdinámico- Empeoramiento del estado respiratorio- Taquipnea- Apnea- Cardiomegalia- Soplo sistólico <i>in crescendo</i>- Pulsos pedios saltones- Dependencia CPAP- Hepatomegalia- Oligoanuria- Acidosis metabólica- Hipotensión diastólica- Aumento de la presión diferencial (presión del pulso > 25-30 mmHg)- Caída de la presión arterial media- Acidosis metabólica

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Tabla 7

En la tabla No. 7 se exponen las manifestaciones clínicas que pueden estar presentes en un ductus arterioso persistente hemodinámicamente significativo (DAP HS).

Otros autores mencionan que la taquicardia no es un indicador útil o confiable de CAP en recién nacidos prematuros. (Scholz & Reinking, 2020)

f) Complicaciones cardiacas del DAP

Es posible que un conducto arterioso persistente pequeño no cause complicaciones. Los defectos más grandes y sin tratamiento podrían causar lo siguiente:

- Presión arterial alta en los pulmones. La circulación excesiva de sangre a través de las arterias principales del corazón por un conducto arterioso persistente puede producir hipertensión pulmonar, lo cual puede causar daño pulmonar permanente. Un conducto arterioso persistente grande puede producir el síndrome de Eisenmenger, un tipo de hipertensión pulmonar irreversible.
- Insuficiencia cardíaca. Finalmente, un conducto arterioso persistente puede causar que el corazón se agrande y se debilite, lo que provoca insuficiencia cardíaca, una afección crónica en la que el corazón no puede bombear de manera eficaz.



- Infección cardíaca (endocarditis). Las personas que presentan problemas estructurales del corazón, como un conducto arterioso persistente, tienen un mayor riesgo de sufrir una inflamación de la capa interna del corazón que las personas con corazones sanos. (Mayo Clinic, 2021)

g) Enfoque diagnóstico

El diagnóstico del DAP HS se realiza en virtud de la clínica y de los hallazgos ecográficos. El concepto de hemodinámicamente significativo es algo “amplio”. Un DAP HS es aquél que, en general, es sintomático, pero puede no serlo, y en el que se demuestra en la ecocardiografía Doppler que existe un cortocircuito de izquierda a derecha importante a través del DAP. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Los hallazgos clínicos podrían ser de ayuda, pero tienen el inconveniente de presentar una alta especificidad y una baja sensibilidad para el diagnóstico de DAP HS. Quizá la hipotensión arterial sistémica con cifras más bajas de presiones tanto sistólicas como diastólicas suponga una de las características más específicas y sensibles a la hora de diagnosticar el DAP HS. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

En recién nacidos con grandes cortocircuitos izquierda-derecha pueden presentar evidencia de cardiomegalia y aumento en la trama arterial pulmonar en su radiografía de tórax; sin embargo, por lo general, la radiografía de tórax y el electrocardiograma no son de utilidad en el diagnóstico de CAP. (Scholz & Reinking, 2020)

Por ello mismo es que en otras bibliografías se menciona que el diagnóstico en prematuros debe ser ecocardiográfico por varios motivos que se mencionan a continuación:

- *“Los signos clínicos son, con frecuencia, poco fiables y puede existir un ductus grande, con gran paso izquierda derecha en ausencia de síntomas”.*
- *“Las resistencias vasculares pulmonares están elevadas y por tanto existe poca diferencia de presión entre aorta y pulmonar y la velocidad del flujo puede ser insuficiente para generar soplo”.*
- *“Es necesario, antes de iniciar tratamiento para el cierre, descartar cardiopatías congénitas sobre todo ductus dependientes como por ejemplo la coartación de aorta”.*
- *“Existen causas frecuentes de soplo en el neonato, como estenosis de ramas pulmonares o insuficiencia tricúspide leve, que no requieren ningún tratamiento”.* (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

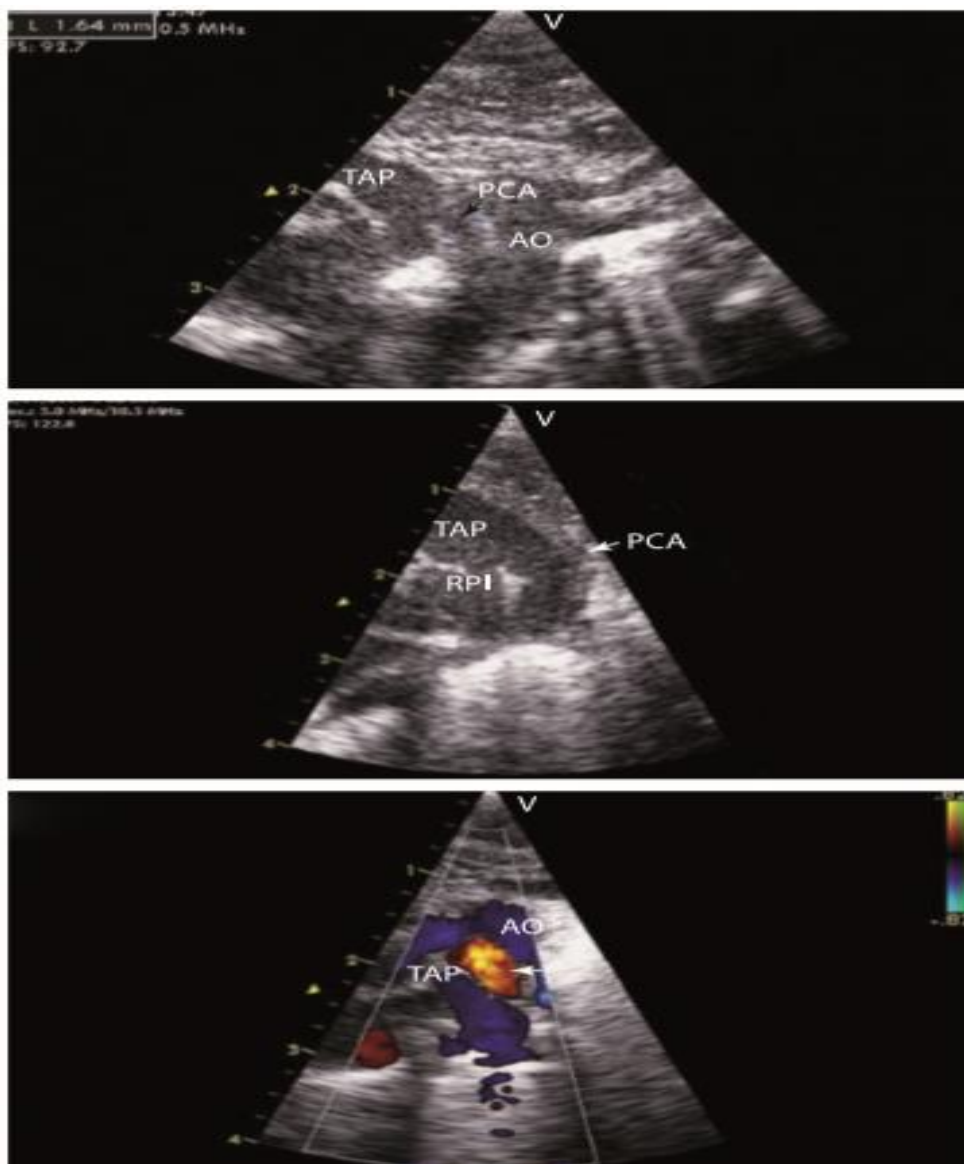


Ecografía cardiaca

La ecografía bidimensional Doppler color ha demostrado ser el método más seguro para diagnosticar el DAP HS en pacientes prematuros, incluso en aquellos que no han presentado clínica (silente). La sensibilidad de este recurso diagnóstico se ha reportado de un 89% y presenta una especificidad del 91%. En la actualidad, existen numerosos datos que se emplean para diagnosticar el DAP HS, pero ninguno totalmente válido de manera aislada. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

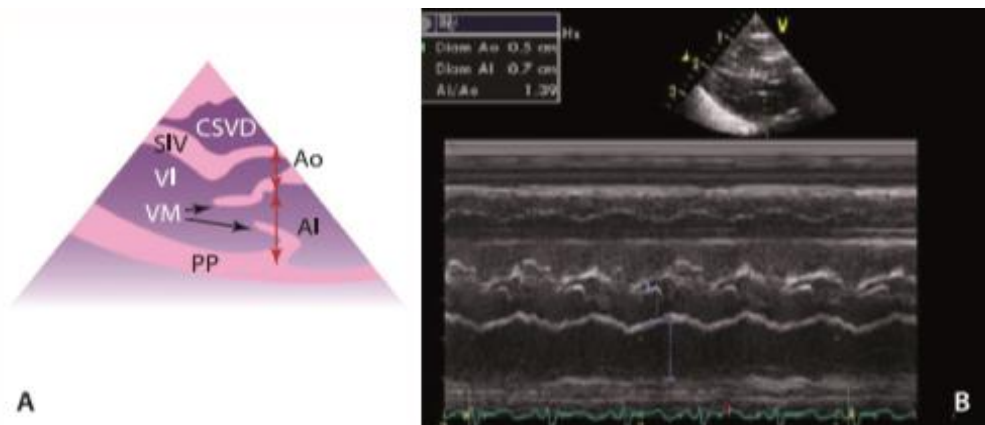
A continuación, se describen los parámetros más destacados de DAP HS:

- **Tamaño del ductus:** El diámetro transductal es uno de los parámetros habitualmente usado para determinar si un DAP es hemodinámicamente significativo o no. Presenta una alta sensibilidad (94%) y especificidad (90%) cuando se realiza por ecocardiografía bidimensional (Imagen 21), disminuyendo ligeramente si se realiza la medición de la estructura con Doppler color. Un diámetro > 1.5 mm medido por Doppler color es indicativo de DAP HS mientras que si la medición es por ecocardiografía bidimensional la medida del DAP HS debe ser > 1.4 mm/kg. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)
- **Relación AI/aorta:** La dilatación de cavidades izquierdas del corazón es, junto con el tamaño ductal, una de las medidas más usadas para determinar un DAP HS. Tal medición se realiza en el plano longitudinal largo a nivel del anillo aórtico con el modo M y presenta una sensibilidad y especificidad similares al diámetro ductal (Imagen 22). Una ratio AI/aorta > 1.4 es sugestiva de DAP HS.
- *“El flujo retrogrado holosistólico en la aorta descendente: Es indicativo de un DAP amplio con robo sistémico a la circulación pulmonar. Cuanto mayor sea el flujo invertido más repercusión existirá”.* (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)
- *“Patrón de flujo pulsado o continuo a través del DAP: es también indicativo de la presencia de un DAP HS. Para determinar este patrón de flujo es necesario la utilización del Doppler”.* (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)
- **Velocidad transductal y de flujo diastólico de la arteria pulmonar izquierda posductal:** la rama pulmonar izquierda recibirá el shunt izquierda-derecha provocado por el ductus; de ahí que la velocidad media a nivel de dicha rama pulmonar > 0.42 m/s y una velocidad en el flujo diastólico final > 0.20 m/s sean indicadores de ductus amplio hemodinámicamente significativo. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 21. Corte ecográfico supraesternal bidimensional y Doppler color para ver el ductus (AO: aorta; RPI: rama pulmonar izquierda; TAP: tronco arterial pulmonar)



(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Imagen 22. Corte ecográfico en plano longitudinal en modo M (A) y en modo bidimensional (B). El índice AI/aorta resulta de dividir las medias obtenidas en modo M (flechas rojas)

En la siguiente tabla se puede observar los datos ecocardiográficos que definen la magnitud del DAP citados en el 2008

Tabla 8

Hallazgos ecocardiográficos	Pequeño	Moderado	Grande
Diámetro del DAP por doppler color	<1.5 mm	1,5-2mm	>2mm
AI/ Ao	<1.4	1.4-1.6	>1.6
Fracción de acortamiento	>40%	30-40%	<30%

(Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

Biomarcadores:

Existe un incremento de evidencia en los últimos años que sugiere el papel de los biomarcadores, como el BNP (péptido natriurético cerebral o de tipo B) y el NR-pro-BNP (prohormona N-terminal del BNP), en el diagnóstico del DAP HS. El BNP podría constituir en el futuro una herramienta de apoyo al diagnóstico al identificar a los pacientes subsidiarios de tratamiento médico. Estos biomarcadores permiten, asimismo, monitorizar la respuesta del DAP al tratamiento con inhibidores de la enzima COX, pues ante concentraciones de BNP < 100pg/ml durante el tratamiento con indometacina permiten



suspender el tratamiento y no exponer al recién nacido prematuro a un mayor número de dosis. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Es interesante destacar que los niveles plasmáticos de NT-pro-BNP y troponina T se encuentran elevados en RNP < 32 semanas con DAP que desarrollan hemorragia intraventricular grave y muerte comparados con los que no presentan complicaciones”.

“El futuro y los próximos investigadores terminarán por dilucidar el papel de los biomarcadores en el diagnóstico y tratamiento del DAP HS en recién nacidos prematuros”.

2. Tratamiento conservador, farmacológico y quirúrgico

a) Introducción

Clásicamente y durante más de tres décadas los neonatólogos han estado convencidos de que un DAP HS debía cerrarse en los recién nacidos prematuros con el fin de evitar las complicaciones. La Sociedad de Neonatología recomendó en un consenso que todo DAP HS siempre debería tratarse para evitar un incremento en la morbilidad de esta población. Sin embargo, en los últimos años varios autores han añadido mayor controversia al tema, alegando una falta de evidencia científica en el tratamiento del DAP y la aparición de complicaciones posteriores asociadas en mayor medida al tratamiento quirúrgico del DAP.

No existen guías de recomendación mundiales y las pautas de tratamiento cambian entre los distintos centros e incluso entre los distintos profesionales del mismo centro. En el Hospital Regional de Occidente se lleva a cabo el uso del ibuprofeno P.O por tres días y se realiza ecocardiograma control para verificar si está cerrado o se considera nuevo ciclo si este lo ameritara.

A continuación, se desgana cada uno de los tipos de tratamiento disponibles para el cierre del DAP HS, que hasta la fecha y en espera de mayor número de ensayos clínicos controlados y aleatorizados que arrojen más luz, constituyen una de las prácticas más generalizadas en las UCI neonatales. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

b) Tratamiento Conservador

El manejo conservador del DAP incluye todos aquellos procedimientos orientados a la disminución del shunt izquierda-derecha sin tratamiento con inhibidores de la síntesis de prostaglandinas. Se recomiendan medidas conservadoras como la restricción hídrica (110-130 ml/kg/día), la administración



de dopamina o el uso de CPAP con PEEP elevada en aquellos DAP que permanecen abiertos, pero no son hemodinámicamente significativos. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Otras medidas de tipo conservador podrían ser mantener un hematocrito superior a 35% o una hipercapnia permisiva en niños ventilados (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015). También la cafeína precoz o la prevención de infecciones”. (Martínez Parajes, 2016)

“El uso de furosemida está desaconsejado por favorecer la producción renal de prostaglandinas que minimiza la respuesta del DAP al tratamiento farmacológico”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

“Si el ductus no procede a cerrarse, debe repararse para evitar que se desarrollen problemas en los pulmones como consecuencia de la exposición prolongada al flujo sanguíneo”. (Stanford Children's Health, 2015)

Indicaciones del tratamiento conservador:

En el niño prematuro > de 1000g sin ventilación mecánica, en el que el ductus no complique el SDR y que no presente apneas, sería en este caso prudente iniciar tratamiento con medidas conservadoras siempre y que no se trate de un ductus moderado o grande ecocardiográficamente. (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

c) Tratamiento Farmacológico: Ibuprofeno

La base farmacológica del tratamiento médico es la inhibición de la COX, que transforma el ácido araquidónico de los fosfolípidos de membrana en PGs a través de dos pasos intermedios, el primero mediante la acción ciclo-oxigenasa propiamente dicha, y la segunda, mediante una acción peroxidasa. Todos los fármacos utilizados hasta la fecha tienen este mecanismo de acción, los más usados, indometacina e ibuprofeno, del grupo de los antiinflamatorios no esteroideos (AINE), actúan sobre la parte ciclo-oxigenasa, mientras que el recientemente incorporado paracetamol actuaría sobre la parte peroxidasa. (Martínez Parajes, 2016)

Estos dos fármacos comercializados que son inhibidores no selectivos de la COX como son la indometacina e ibuprofeno, cuya eficacia depende de la edad gestacional a la que se administren. Así, son menos eficaces para el cierre del DAP en los prematuros extremos, hecho a menudo atribuido a la inadecuada contracción de las células de la capa muscular de las paredes del endotelio (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015).



En los últimos años, se ha desarrollado el inhibidor de la COX de administración intravenosa como es el ibuprofeno, si bien recientes estudios demuestran que su administración oral es igual de efectiva y de fácil administración (tasa de éxito entre 60-80%) y no añade más efectos secundarios. Presenta igual tasa de éxito (60-80%) en el cierre del DAP que la indometacina, pero en los ensayos clínicos se observó menor incidencia de oliguria y enterocolitis necrotizante. Por ello mismo en este estudio se indaga su administración oral. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Sin embargo, la administración profiláctica con ibuprofeno se ha asociado a casos de HTP (especialmente la forma trometanol), y en algunos estudios se ha observado que la incidencia de broncodisplasia es mayor en los pacientes tratados con este inhibidor de la COX. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015). Sin embargo, otros autores mencionan un estudio de Gimeno y Cols en donde no observaron casos de HTP. (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008)

En cuando a la farmacocinética, el ibuprofeno se encuentra casi en un 95% de su concentración ligado a la albumina y se sabe que compite por su unión con la bilirrubina. Sin embargo, el uso del ibuprofeno no ha supuesto un incremento en la tasa de Kernicterus en los pacientes tratados e incluidos en los ensayos clínicos, ni se ha observado un aumento en la incidencia de ictericia en los pacientes tratados. Debido a las características descritas, el ibuprofeno constituye hoy en día uno de los fármacos de elección para el cierre farmacológico del ductus. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

La tasa de cierre ductal con el ibuprofeno oscila entre un 60-80%. En caso de fracaso de cierre tras un primer ciclo de inhibidores de la COX, una segunda tanda de tratamiento está indicada, o realizar cierre quirúrgico. La tasa de éxito de cierre se sitúa en torno a un 44%. La dosis recomendada del ibuprofeno se expone en la tabla 9.

Las contraindicaciones del tratamiento médico son:

- *“Insuficiencia renal: Oliguria < 0.5 ml/kg/h o creatinina >1.8mg/dl (de elección el ibuprofeno por no presentar efectos renales)”*.
- *“Plaquetopenia < 25.000 (valorar transfusión)”*.
- *“Hemorragia activa o intraventricular”*.
- *“Enterocolitis necrotizante”*. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)
- *“Cardiopatía ductus-dependiente”*
- *“Infección no controlada”* (Martínez Parajes, 2016)

Tabla 9. Pauta recomendada del ibuprofeno

Ibuprofeno (dosis administradas cada 24 h)	
1.ª dosis (mg/kg)	10
2.ª dosis (mg/kg)	5
3.ª dosis (mg/kg)	5

(Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

Existen multitud de estudios comparando la eficacia y seguridad de los dos fármacos más frecuentemente usados en el tratamiento del DAP, la indometacina y el ibuprofeno, que han sido objeto de revisiones sistemáticas, la más reciente en la revisión sistemática de la Cochrane (2015) que analiza diversos aspectos en relación al tratamiento con ibuprofeno en un grupo de pacientes prematuros (< 37 semanas) o bajo peso (< 2500g).

“Se trata de comparaciones entre ibuprofeno, e indometacina o placebo, clasificando los estudios según diferentes vías de administración o dosificación de los fármacos, más que en función del momento de su administración o la estrategia elegida”. (Martínez Parajes, 2016)

- Comparado frente a placebo, el ibuprofeno administrado por vía intravenosa consigue aumentar la tasa de cierre del DAP, aunque sin obtener otros beneficios a largo plazo. El ibuprofeno por vía oral aumenta la tasa de cierre del DAP, sin disponer de otros datos a más largo plazo.
- Comparado frente a indometacina, independientemente si la forma de administración es oral o intravenosa, el ibuprofeno tiene la misma tasa de éxito en el cierre del DAP, y además se asocia a una reducción en la duración de la ventilación mecánica, de la incidencia de ECN, y de la afectación renal. No se observó diferencias en mortalidad u otra morbilidad. Sin embargo, la administración oral de ibuprofeno sí se asoció a una disminución de la mortalidad y de la ECN frente a la administración de indometacina por cualquiera de las vías. (Martínez Parajes, 2016)

“Además de compararse entre sí o con placebo, también se han realizado comparaciones usando el mismo fármaco, pero analizando diferentes pautas o vías de administración en un intento de aumentar la eficacia y/o reducir los eventos adversos”.

- Ibuprofeno oral versus intravenoso: Tras analizar un total de 304 pacientes derivados de 4 estudios, realizados sobre todo en entornos con bajos recursos donde el acceso al ibuprofeno intravenoso es más restringido, parece que la administración oral mejora la tasa de cierre del DAP y los efectos adversos renales, sin un aumento de la morbimortalidad. En un análisis farmacológico reciente se estima que la tasa de cierre del DAP aumenta del 75% al 90% con el uso oral, necesitando en menos ocasiones una segunda



tanda de tratamiento, y también se asoció a una menor afectación renal, a una reducción del uso de corticoides para el destete respiratorio, y a una menor necesidad de soporte respiratorio, tanto invasivo como no invasivo. La explicación puede deberse a una absorción más lenta del ibuprofeno por vía oral, lo que hace mantener niveles más estables en sangre durante más tiempo.

- El ibuprofeno usado al doble de dosis mejora la tasa de éxito respecto a la dosis habitual (del 67% al 86%), sin aumentar los eventos adversos, aunque no existen diferencias en la morbimortalidad. Se estima que esta dosificación sería más lógica cuando se use a partir de los 5 días de vida.
- *“Administración en perfusión continua, frente a administración en bolos: Se piensa que la administración en perfusión continua puede reducir los efectos adversos, sobre todo en el caso de la indometacina”.*
 - *“Según datos de un estudio que incluía a 111 pacientes, el grupo tratado con ibuprofeno en perfusión continua tuvo menos necesidad de tratamiento quirúrgico que el grupo estándar”.*
 - La infusión en bolos de indometacina produce una reducción de la velocidad del flujo cerebral, mesentérico y renal, que se mantiene durante 12-24 horas más tarde. Esto no se observa durante la infusión continua, aunque no está claro que esto aporte algún beneficio, según datos de dos pequeños estudios sobre pacientes sintomáticos. (Martínez Parajes, 2016)

Como se puede apreciar el uso del ibuprofeno vía oral es muy recomendado ya que se tienen mejores resultados y menos efectos adversos comparado con el otro fármaco AINE, por lo que lo hace una buena elección para tratar a pacientes con el diagnóstico del Ductus Arterioso Persistente.

d) Tratamiento farmacológico con acetaminofén

En el 2020 se publicó un artículo que menciona que el tratamiento habitual para el CAP ha sido la indometacina o el ibuprofeno, que inhiben la producción de prostaglandinas y promueven el cierre del CAP. Recientemente se ha indicado el paracetamol (acetaminofén), un fármaco utilizado habitualmente para tratar la fiebre o el dolor en lactantes, niños y adultos, como una opción al ibuprofeno, con potencialmente menos efectos secundarios. Varios informes de casos y series de casos han indicado que el paracetamol puede ser una alternativa para el cierre del CAP. No se sabe exactamente cómo funciona el paracetamol para cerrar el CAP, pero probablemente incluye la inhibición de la síntesis de las prostaglandinas.

Las prostaglandinas son compuestos químicos que se producen en todo el cuerpo (es decir, no en algún órgano concreto), en particular donde los tejidos blandos están lesionados, y su producción (síntesis) desempeña una función clave en los procesos de curación. Se sabe que desempeñan una función importante al mantener el conducto arterioso persistente, de manera que la disminución de su producción promovería el cierre del conducto arterioso. (COCHRANE, 2020)



La existencia de un ductus arterioso persistente hemodinámicamente significativo (DAPhs) en recién nacidos prematuros se asocia a múltiples complicaciones. Por ello es frecuente en estos pacientes provocar el cierre farmacológico de dicha estructura, habitualmente mediante la utilización de inhibidores no selectivos de la ciclooxigenasa (COX), indometacina e ibuprofeno. Debido a que no se trata de fármacos exentos de efectos adversos, se siguen buscando otras estrategias, entre las que se incluye el paracetamol, como alternativa eficaz y segura.

En un estudio realizado en España con 15 pacientes a los que no fue efectivo el ibuprofeno IV se decidió iniciar paracetamol vía oral o intravenosa con previa autorización de los padres para intentar el cierre del mismo y se consideraba exitoso si se obtenía el cierre total del DAP o también que este pasara a ser hemodinámicamente no significativo por lo que de 15 paciente se obtuvo eficacia en 10 de ellos.

Así que recientes estudios establecen que el paracetamol es tan eficaz como el ibuprofeno. No obstante, se precisan más ensayos clínicos para determinar su no inferioridad al tratamiento con indometacina o ibuprofeno y su seguridad, sobre todo a largo plazo. Por un lado, los RNPT tienen más riesgo de hepatotoxicidad debido a su inmadurez y la dosis empleada es superior a la analgésica o antipirética (45-60mg/kg/día vs. 30-40mg/kg/día). Además, a largo plazo, algunas series lo han relacionado con trastornos del espectro autista y alteraciones en el neurodesarrollo, recomendándose un seguimiento y la evaluación neuropsicológica exhaustiva en los niños sometidos a este tratamiento. (Asociación Española de Pediatría, 2017)

e) Tratamiento quirúrgico

Una de las opciones terapéuticas del DAP ha sido clásicamente su ligadura quirúrgica. Algunos autores abogan por realizar dicha intervención en aquellos prematuros que han presentado un fracaso del tratamiento médico para el cierre de un DAP HS con gran repercusión clínica. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

El cierre quirúrgico, a pesar de ser un procedimiento sencillo que puede incluso realizarse a través de video toracoscopia, no está exento de complicaciones tales como sangrado, lesión de cuerdas vocales, atelectasias, neumotórax, infección y, a largo plazo, escoliosis. Es relativamente frecuente (30%) la aparición de hipotensión posquirúrgica, que requiere un aumento de vasopresores debido a una disfunción del VI en las horas posteriores a la cirugía. Varios estudios demuestran que los prematuros tratados con ligadura quirúrgica presentan una mayor necesidad de ventilación prolongada mayores concentraciones de oxígeno y una mayor incidencia de alteraciones en el neurodesarrollo. De ahí que el cierre quirúrgico se reserve para aquellos en los que el DAP sea hemodinámicamente significativo, el tratamiento médico haya fracasado o este contraindicado y el paciente se encuentre conectado a



ventilación mecánica con elevada asistencia o precise fármacos vasoactivos para mantener presiones arteriales aceptables. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)

En los últimos años se está generalizando el uso de toracoscopia videoasistida cerrando el DAP con clips, con lo que se reduce el tiempo operatorio con una menor morbilidad acompañante y una menor incidencia de ductus residual (0%) frente a la ligadura clásica (3-5%) e, incluso se está realizando cierre ductal por cateterismo intervencionista.

A continuación, se describen algunas de ellas en el siguiente apartado.

3. Técnicas recomendadas: ligadura, aplicación de un clip metálico, la división y sutura del ductus.

a) Introducción

Cuando se habla de cirugía para la persistencia del conducto arterioso (PCA) se debe concentrar en aquellas para la interrupción de la luz ductal para suprimir el corto circuito aorto-pulmonar (“izquierda a derecha”) que instaura un hiperflujo pulmonar y también las de preservación del flujo pulmonar en aquellas patologías ducto-dependientes. A los fines prácticos se concentra a la interrupción del ductus arterioso, indicada en pacientes prematuros y recién nacidos mayores a 2-3 semanas cuando su oclusión natural haya fallado en pacientes alérgicos a los AINES (anti inflamatorios no esteroideos) o con condiciones clínicas de trombocitopenias, enterocolitis necrotizantes, elevación de la creatinina o insuficiencia renal aguda que contraindiquen el cierre farmacológico. (Troconis, 2016).

También en aquellos con insuficiencia cardiaca congestiva refractaria al tratamiento médico con empeoramiento de su dificultad respiratoria (SDR) o membrana hialina concomitante a pesar las terapias ventilatorias específicas, finalmente en presencia de una endocarditis bacteriana. (Troconis, 2016)

b) Técnicas

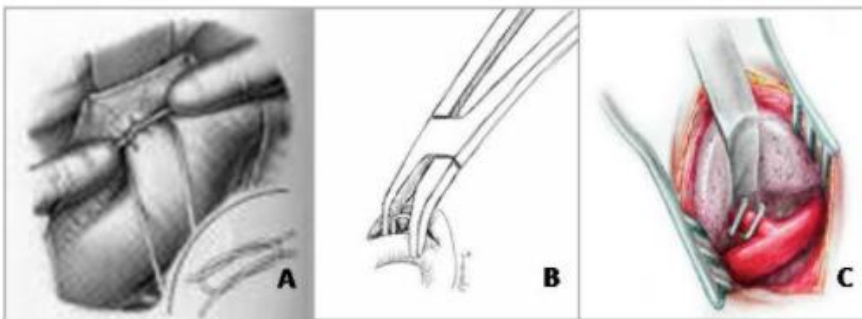
Existen básicamente tres técnicas (Tabla 10) para su interrupción, consistiendo en la ligadura, aplicación de un clip metálico, la división y sutura del ductus. La más utilizada en prematuros es la ligadura simple (Imagen 23) o la aplicación de un clip de Titanio (Imagen 23). También se practica la aplicación de uno o dos clips metálico (Imagen 23C), u

ocasionalmente la división y sutura, aunque se reserva para pacientes mayores con ductus grandes, anchos y largos. (Troconis, 2016)

<i>Técnicas</i>	<i>Prematuros</i>	<i>Neonatos</i>
1.- Ligadura:		
<input type="checkbox"/> Simple	•	•
<input type="checkbox"/> Doble		•
2.- Clip de Titanio	•	•
3.- División y Sutura		•

(Troconis, 2016)

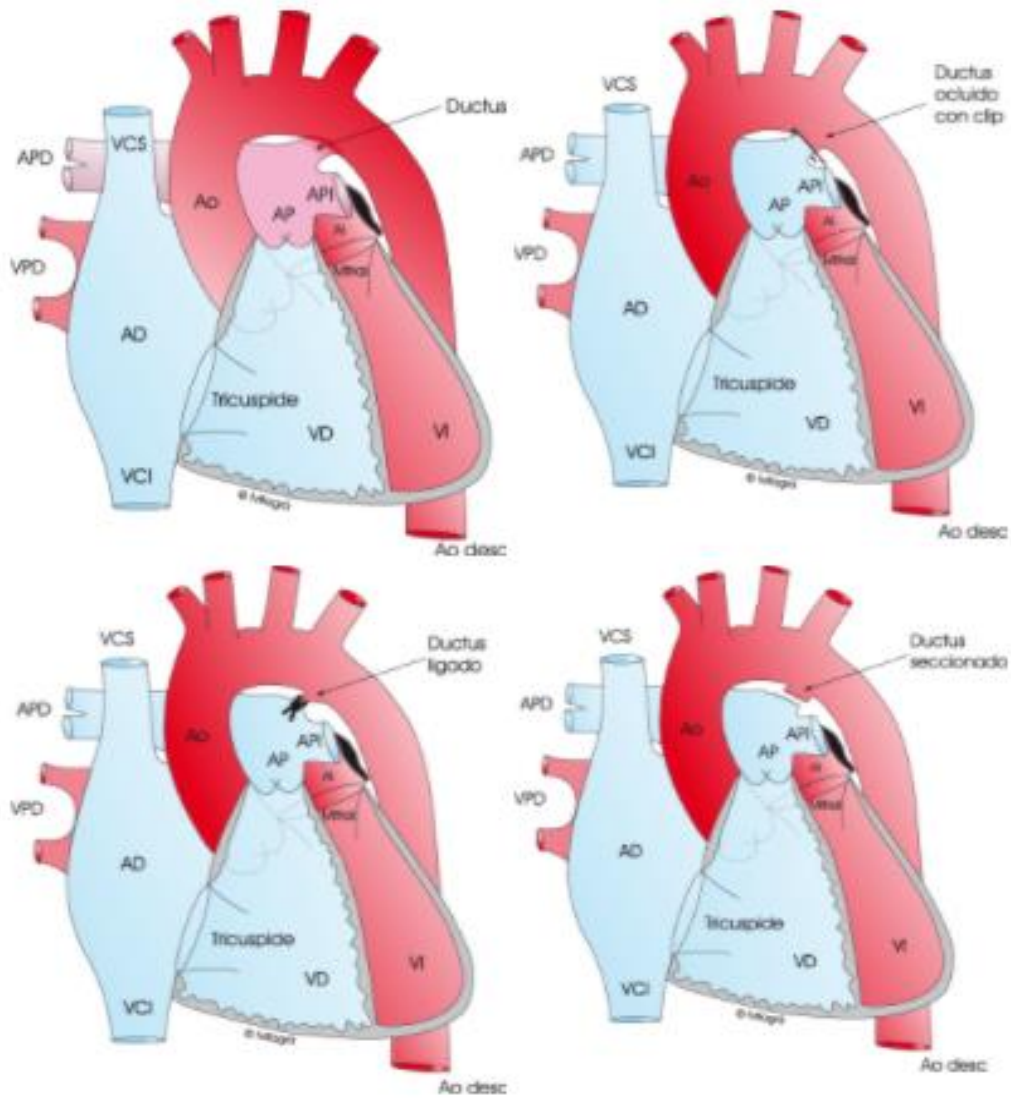
Tabla 10. Técnicas



(Troconis, 2016)

Imagen 23: Panel A: Ligadura simple. Panel B: Clip simple. Panel C: Doble clip.

También se puede apreciar la siguiente imagen con fines de aprendizaje:



(Rodríguez, 2018)

Imagen 24 Clip, ligadura y seccionado

<i>Abordajes</i>	<i>Prematuros</i>	<i>Neonatos</i>
<i>Toracotomía antero-lateral izquierda</i>		•
<i>Toracotomía post-lateral izquierda</i>		•
<i>Mini-toracotomía lateral izquierda</i>	•	•
<i>Video toracosopia</i>		•
<i>Estereotomía media</i>		•

(Troconis, 2016)

Tabla 11. Abordajes

En cuanto a los abordajes (Tabla 11) utilizados en prematuros, el más común es la mini toracotomía postero-lateral izquierda a través del 3er EICI y en pacientes neonatos se han utilizado la toracotomía antero lateral izquierda, la trans-axilar y la más común por toracotomía posterolateral izquierda (mini-toracotomía subescapular), a través del 4º EICI, siempre transpleural, dejando la vía extrapleural para los lactantes hasta de un año de edad (≤ 10 Kg.) o recientemente por video toracosopia asistida. (Troconis, 2016)

c) Descripción de las técnicas

Para la interrupción del ductus se coloca al paciente en decúbito lateral derecho (de acuerdo a la ubicación del arco aórtico), se practica toracotomía postero lateral izquierda hasta la línea axilar media sobre el cuarto espacio intercostal (un 1 cm de la punta del omoplato), se disecan los planos musculares laterales del tórax, se eleva el periostio de la 3era o 4ta costilla según el caso y por el borde superior costal se aborda la cavidad pleural transpleuralmente (la vía extrapleural conlleva a más de tiempo, ~ 30 minutos en pacientes usualmente críticos), se coloca el separador de Finochietto infantil, los retractores pulmonares o valvas maleables finas cubiertas de gasa húmeda, exponiendo el mediastino posterior, se disecciona el tejido ductal tanto el cabo aórtico como pulmonar, se identifica el nervio recurrente y se esqueletiza el ductus arterioso circunferencialmente. Con una pinza de ángulo recto se pasa por debajo un hilo de seda 0 untada de cera de huesos y se anuda, utilizando las pinzas de disección (como "chop stick") o con un baja nudos endoscópico, para introducir el nudo por la



diminuta incisión que no permite la entrada de los dedos del operador. La anudada debe de ser de una forma apretada pero no excesivamente, para evitar seccionar el tejido ductal, complicación ésta fatal.

En ese momento el anestesiólogo que previamente a la cirugía había colocado un estetoscopio esofágico, notifica la desaparición o no del soplo continuo del ductus, se observa en el monitor que la presión arterial debe incrementarse al menos 10 mmHg sobre las cifras basales. Seguidamente se practica la hemostasia, se revisa el área quirúrgica y se procede a retirar los retractores pulmonares, mientras se practica la maniobra de Valsalva, para desairear la cavidad pleural se aproximan las costillas con sutura peri costal de catgut crómico 0, sin utilización de drenajes torácicos, luego se afrontan los planos musculares en dos planos con poliglactina 2-0 (sutura absorbible, sintética, multifilamentosa y entrelazada), seguido con sutura subcuticular absorbible para la piel y se aplica la cura operatoria, se revierte la anestesia y se concluye el acto quirúrgico. (Troconis, 2016)

“Para la aplicación de un clip de Titanio se utiliza el mismo abordaje y procedimiento, excepto que en vez de ligarlo se ocluye con uno o dos clips metálicos según las dimensiones del ductus”. (Troconis, 2016)

Se han descrito complicaciones con el clip, como la sección ductal al momento de aplicarlo, por ser un material metálico o porque se utilice un clip que no cierre desde la punta hacia el ángulo, actuando como tijera seccionando el tejido ductal mientras se está apretando, en ocasiones por temor del operador a que suceda esta fatal complicación, no se aprieta el clip con la suficiente presión y podría quedar un ojal central en aquellos ductus muy grandes o anchos, resultando de esta manera en una PCA residual. (Troconis, 2016)

La técnica de doble ligadura o doble clip es similar a la ligadura o clip simple, recomendando ocluir el cabo aórtico primero para disminuir el flujo y/o tensión ductal y luego el cabo pulmonar (Imagen B3.1 B y C). Se utiliza en ductus anchos y largos en recién nacidos más grandecitos, garantizando la oclusión completa del ducto arterioso. (Troconis, 2016)

En contadas ocasiones hemos optado por el cierre de la PCA por esternotomía media cuando el ductus está asociado a patología pulmonares que impiden el colapso del pulmón, o esté asociado a otras cardiopatías congénitas con hiperflujo pulmonar como las comunicaciones interventriculares (CIV) en el prematuro o recién nacido y en aquellos ductus tipo ventana aorto-pulmonar (“corto y grueso”) donde por vía transpulmonar y uso de la circulación extracorpórea (bomba) se coloca un parche de pericardio bovino o PTFE y una sonda de Foley o Fogarty pequeña para cerrarlo.

En general, han reportado cero o baja mortalidad quirúrgica con poca morbilidad en este grupo de pacientes. Se han descrito algunas complicaciones como lesiones del nervio recurrente, quilotorax (rara), escoliosis tardías post toracotomías (19-31 %), PCA residuales (3.1 % en casos de ligadura o clips, siendo 0 % cuando se realiza división y sutura), algunas lesiones vasculares de acceso hasta ligadura errónea de la rama izquierda de la pulmonar o de la aorta descendente (en abordaje anterior). (Troconis, 2016)



Otra indicación de cirugía que ocasionalmente se ha experimentado, son aquellos casos en que el cierre percutáneo fue fallido por: inexperiencia, tipo/características del conducto, edad/peso del paciente, tipo de dispositivo que a veces puede atascarse o migrar hacia otras estructuras vecinas, no quedando otra opción que cerrar el defecto y rescatar el dispositivo transpulmonarmente. Circunstancias estas que ameritan el abordaje por esternotomía media y el uso de circulación extracorpórea (CEC) de ser necesario. Anecdóticamente en 1986, se tuvo que convertir a cirugía por esternotomía media y CEC preparada, el primer cierre de ductus arterioso en un infante a quien se le intentó el cierre percutáneo (“Clamshell” por J. Locks y colaboradores locales) en el Centro Medico de Caracas, cerrando el defecto y rescatando el dispositivo del tronco de la arteria pulmonar.

Estas situaciones incrementan el riesgo quirúrgico por estar el tejido ductal traumatizado y más friable, pudiendo encontrarse el dispositivo incrustado intrapulmonarmente como sucedió con el primer caso de cierre del conducto arterioso con dispositivo de Raskind, en el Hospital de Niños de Caracas (HNJMR) en 1982, y fue rescatado exitosamente a pesar de las dificultades y cierre subsecuente del conducto arterioso por toracotomía izquierda sin bomba (no recomendado). (Troconis, 2016)

“A pesar de que algunos grupos han reportado el cierre percutáneo del ductus en prematuros y neonatos, lo habitual es el cierre quirúrgico”.

Con frecuencia cuando la PCA es < de 3 mm de diámetro sin clínica florida, se pospone para cierre electivo a mayor edad, usualmente con coils (0.038” Gianturco) y si es > 3 mm, sin mayor repercusión clínica, bajo tratamiento médico alcanzando los 6 meses de edad y peso > 6 Kg., se puede utilizar un dispositivo ocluser ductal de Amplatzer. (Troconis, 2016)

d) Cirugía del PCA en prematuros y neonatos en la unidad de cuidados intensivos neonatales (UCIN):

El pequeño tamaño de estos bebés prematuros trae consigo ciertas dificultades técnicas que hay que tomar en consideración, como son las diminutas vías aéreas que demandan mayor experticia en su intubación y manejo, el acceso vascular para manejo de fluidos endovenosos y la inestabilidad térmica entre algunas, hacen que el transporte a otras áreas sea muy riesgoso, razón está por la cual es costumbre universal de realizar estas cirugías en la UCIN.

Ventajas:

- *“Menos riesgos e inestabilidad hemodinámica del transporte”.*
- *“Menos extubaciones accidentales”.*
- *“Un mejor manejo térmico previniendo hipotermias y consecuente acidosis metabólica que era muy común cuando se operaban sin tomar estas previsiones”.*

- *“Aparte de permitir un manejo ventilatorio más expedito por el neonatólogo que con rutina maneja los fármacos necesarios en la UCIN junto a un personal de enfermería habituado al manejo del prematuro y neonato”. (Troconis, 2016)*

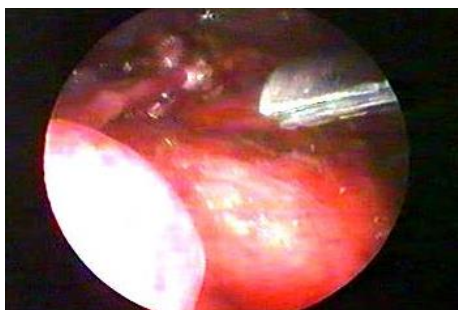
“Como corolarios destaco que en muchas unidades neonatales en el mundo tienen quirófano para estos procedimientos entre otros, con la excepción de que mayormente son ejecutadas por el cirujano pediátrico”. (Troconis, 2016)

e) Cierre del PCA por video-toracoscopia en prematuros y neonatos:

Laborde en Francia introduce esta modalidad quirúrgica en 1991, sin necesidad de abrir el tórax para niños con persistencia del conducto arterioso (PCA), en 1995 Redmond Burke la populariza en EEUU. En 1996 luego de entrenamiento en técnicas mini invasivas para cirugías de las cardiopatías congénitas y cierre de la PCA por videotoracoscopia (“VATS”), bajo la directriz de Burke del Miami Children’s Hospital y en julio de 1996 se efectúa el primer caso de cierre exitoso del PCA por videotoracoscopia en Latino América (Imagen 26). Burke RP, Jacobs JP y colaboradores preconizan el cierre de la PCA por videotoracoscopia en prematuros y neonatos en 1999. Junto al Dr. J Lozada se realizó esta técnica en dos neonatos en el 2001 en la Clínica Padre Pio, Caracas.

Brevemente, se hace mención sobre la cirugía robótica de la PCA en prematuros y neonatos que no guarda mayor diferencia a la video asistida y en escasos otros centros mundiales se limitan a pacientes mayores 12-15 Kg., reportándose un tiempo operatorio más prolongado y a un alto costo/beneficio no aplicable a nuestra realidad. (Troconis, 2016)

Imagen 25. Cierre de PCA por videotorascopia.



(Troconis, 2016)



IV. OBJETIVOS

A. General

Determinar la evolución de los pacientes que utilizaron ibuprofeno vía oral en el cierre del conducto arterioso en recién nacidos prematuros en el Hospital Regional de Occidente en el Departamento de Pediatría del año 2016-2020.

B. Específicos

- ❖ Identificar epidemiológicamente a los pacientes que presentan la persistencia del conducto arterioso.
- ❖ Describir cuantos ciclos de ibuprofeno fueron necesarios para el cierre del conducto arterioso.
- ❖ Demostrar si el antiinflamatorio ibuprofeno vía oral es eficaz o no en el uso del cierre del conducto arterioso persistente en recién nacidos prematuros en el Hospital Regional de Occidente a través de un ecocardiograma control.
- ❖ Determinar si los recién nacidos prematuros con conducto arterioso persistente desarrollaron complicaciones cardíacas.
- ❖ Establecer la tasa de mortalidad en los recién nacidos prematuros con conducto arterioso persistente en el Hospital Regional de Occidente.



V. MÉTODOS, MATERIALES Y TÉCNICAS A EMPLEAR.

A. Tipo de estudio

Descriptivo retro-prospectivo

B. Universo

El 100% de los recién nacidos que nacieron en el Hospital Regional e Occidente

C. Población

Los recién nacidos prematuros que hayan desarrollado ductus arterioso persistente

D. Muestra

Pacientes recién nacidos prematuros del Hospital Regional de Occidente que presenten conducto arterioso persistente que hayan utilizado Ibuprofeno vía oral como tratamiento farmacológico para el cierre del mismo.

E. Criterios de Inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
❖ Pacientes recién nacidos prematuros que presentaron persistencia del ductus arterioso y para dicha resolución se haya utilizado ibuprofeno vía oral.	Pacientes recién nacidos prematuros que no tengan Ductus Arterioso Persistente. Que presenten falla renal Que se haya utilizado un fármaco diferente para tratar el DAP



F. Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIÓN DE LA VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Edad de la madre	Cantidad de tiempo que ha vivido un individuo, tomando como punto de partida su nacimiento	Cuantitativa	15 a 20 21 a 25 26 a 30 31 a 35 Mayor a 35 años	Numérica continua de razón	Expedientes del Hospital Regional de Occidente
Edad del Recién nacido	Se considera prematuro un bebé nacido vivo antes de que se hayan cumplido 37 semanas de gestación.	Cuantitativa	❖ Prematuros extremos: <28 semanas ❖ Muy prematuros: 28 a 32 semanas ❖ Prematuros moderados a tardíos: 32 a 37 semanas	Numérica continua de razón	Expedientes del Hospital Regional de Occidente
Sexo del RN	Condición de un organismo que se diferencia	Cualitativa	❖ Femenino ❖ Masculino	Nominal	Expedientes del Hospital Regional de Occidente



	entre masculino y femenino				
Dosis de ibuprofeno	Es la cantidad del medicamento recomendada para una patología a que se requiera la utilización del mismo. En este caso para el cierre del ductus arterioso persistente.	Cuantitativa	Dosis administrada cada 24 horas <ul style="list-style-type: none"> ❖ 1era dosis(mg/kg): 10 ❖ 2da dosis(mg/kg): 5 ❖ 3era dosis (mg/kg): 5 <ul style="list-style-type: none"> ○ Primer ciclo ○ Segundo ciclo ○ Tercer ciclo 	Numérica continua de razón	Expedientes del hospital Regional de Occidente
Eficacia del ibuprofeno	La determinación de la eficacia de este medicamento será vista con la evolución de los pacientes a través de un Ecocardiograma control	Cualitativa	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Si ❖ No 	Nominal	Expedientes del hospital Regional de Occidente



Complicaciones	Problema médico que se presenta durante el curso de una enfermedad o después de un procedimiento o tratamiento.	Cualitativa	❖ Insuficiencia cardíaca (IC) ❖ Hipertensión arterial pulmonar persistente	Nominal	Expedientes del Hospital Regional de Occidente
Mortalidad	Definir la tasa de mortalidad o el número de defunciones en los pacientes con ductus arterioso persistente en periodos establecidos.	Cuantitativa	❖ Porcentaje	Numérica	Expedientes del Hospital Regional de Occidente



G. Proceso de investigación

- ❖ En febrero del 2019, se dan las indicaciones pertinentes a cerca de los parámetros a seguir al momento de plantear un tema de investigación, se solicitan tres temas de investigación de tesis.
- ❖ En el mes de marzo del 2019, se autorizó el tema de investigación: Uso de ibuprofeno vía oral en el cierre del conducto arterioso persistente en recién nacidos prematuros en el HRO.
- ❖ En el mismo mes de marzo se dan indicaciones para la realización de anteproyecto y el tiempo brindado para la entrega del mismo.
- ❖ Se empezó con el planteamiento del problema indagando todo lo relacionado al tema para poder dar a conocer la importancia del tema de investigación.
- ❖ La justificación se realizó basándose en el valor teórico, utilidad metodológica como la relevancia social que tiene este tema en Quetzaltenango.
- ❖ Seguidamente el objetivo general que surgió del tema de investigación y los específicos que ayudaron a alcanzar el objetivo general de nuestra investigación.
- ❖ Teniendo los objetivos, se inició con la realización de las variables que fueron necesarias en la recolección de datos para las boletas.
- ❖ La delimitación del marco teórico se realizó basándose en poder dar a conocer los conceptos importantes para comprender la patología, para que el tema fuera desarrollado de la mejor manera y pudiera dar datos actualizados para investigadores, y dar a conocer la importancia del mismo.
- ❖ En los meses de abril y mayo del 2019, fue tiempo destinado para la entrega de anteproyecto.
- ❖ Seguidamente en el mes de julio, agosto, septiembre y octubre del 2020 fue el tiempo para la realización del protocolo con sus respectivas fuentes de información al igual que la aplicación.
- ❖ La realización de trabajo de campo que se llevó a cabo en enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio y julio del 2021 revisando los respectivos expedientes de los recién nacidos prematuros y el uso de ibuprofeno para el conducto arterioso persistente
- ❖ En el mes de agosto, septiembre y octubre del 2021 se llevó a cabo el informe final con los resultados obtenidos en la investigación.
- ❖ Y por último en el mes de diciembre del 2021 la revisión de informe final por autoridades.



H. Aspectos éticos

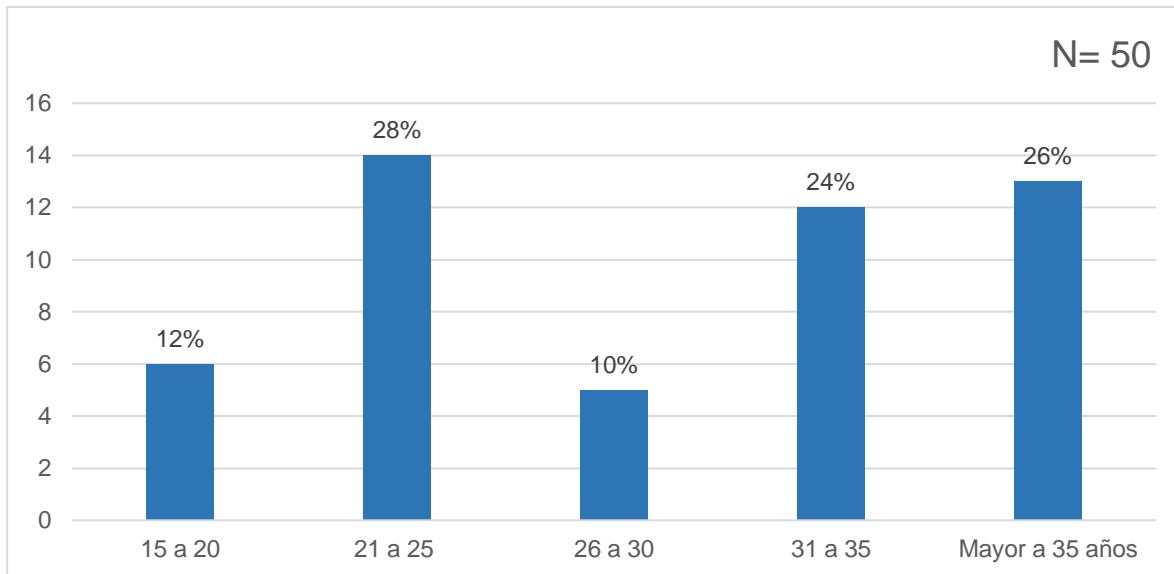
La investigación se realizó en base a los resultados obtenidos, en los expedientes de aquellos pacientes prematuros que utilizaron ibuprofeno por vía oral con el diagnóstico de conducto arterioso persistente en el Hospital Regional de Occidente, por lo que no existen inconvenientes en cuanto a aspectos de bioética o conflictos de interés.



VI. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Gráfica No. 1

Rango de edades de las madres de pacientes prematuros en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.



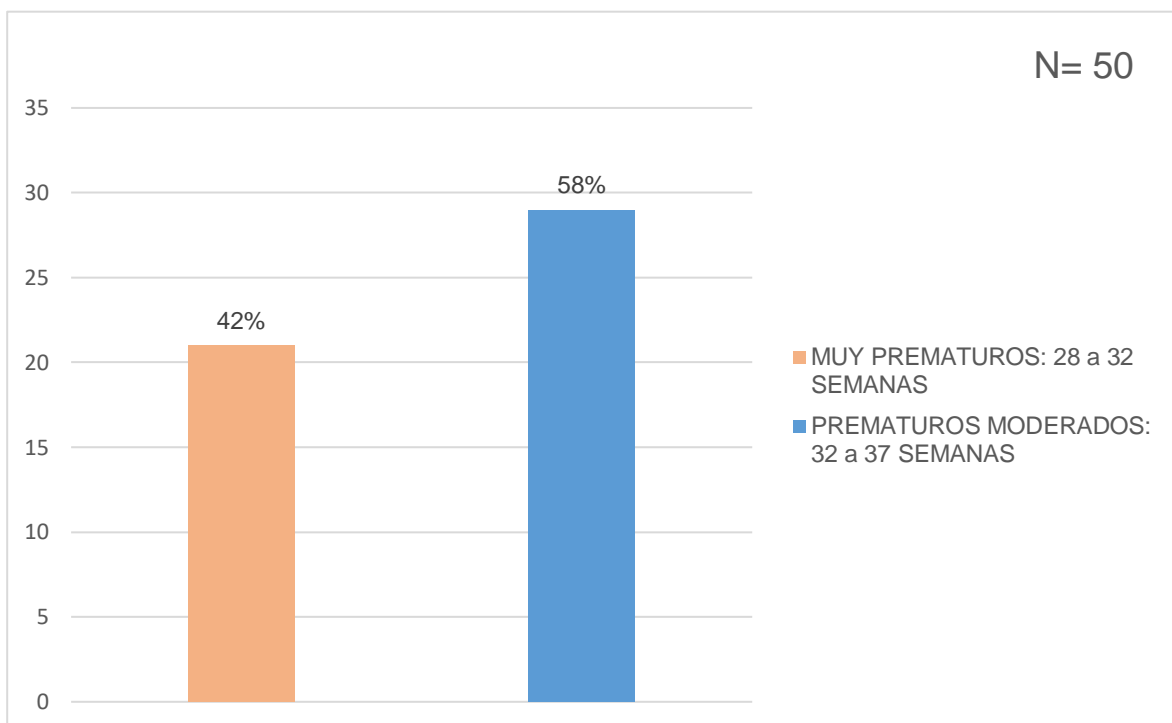
Fuente: Boleta de Recolección de Datos

En la gráfica anterior se observan los rangos de las edades de las madres de los pacientes prematuros (eje x) diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó Ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo, en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. En donde se puede valorar que el rango de edad más frecuente es de 21 a 25 años teniendo un total de 14 paciente (representado en el eje y) que hacen un porcentaje de 28% y el rango de edad menos frecuente es de 26 a 30 años teniendo un total de 5 pacientes que hacen un porcentaje del 10%



Gráfica No. 2

Semanas gestacionales de pacientes prematuros en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.

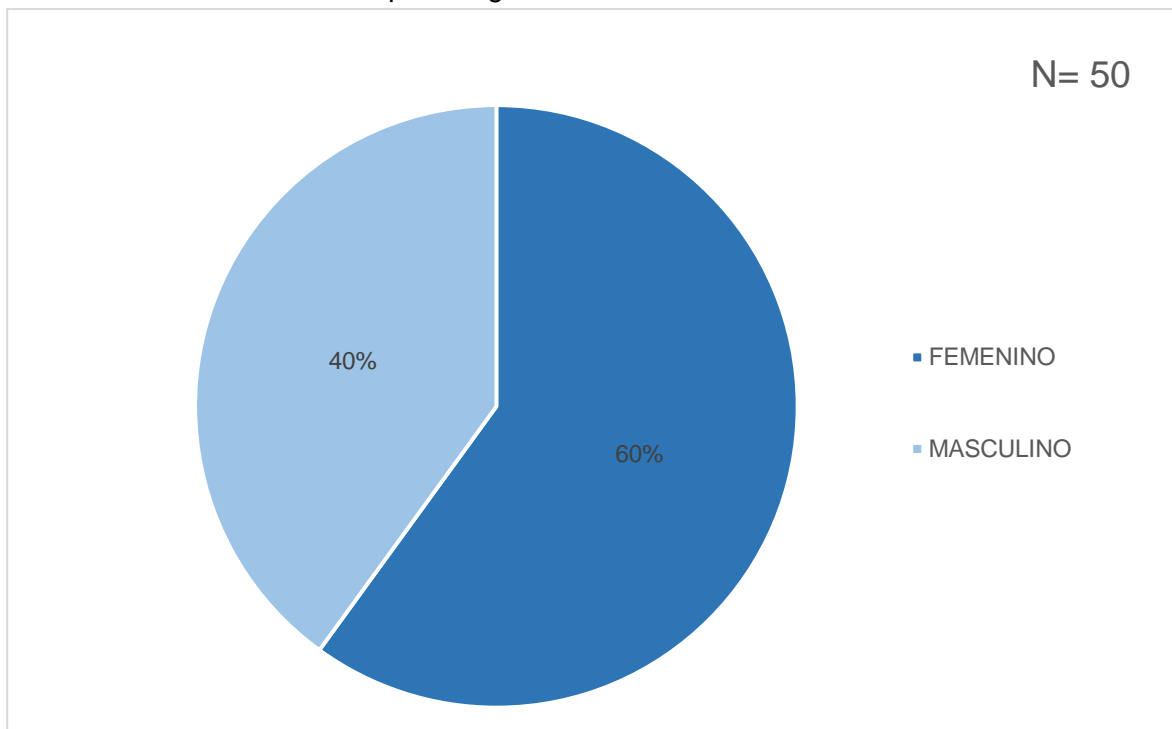


Fuente: Boleta de Recolección de Datos

En la gráfica anterior se puede valorar la edad gestacional de los pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo, en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. En donde se puede valorar que 29 pacientes prematuros moderados representan al 58%, por otro lado, 21 pacientes muy prematuros representan al 42%, se incluyeron prematuros extremos en la boleta de recolección de datos, pero no se obtuvo ningún caso con esta edad gestacional.

Gráfica No. 3

Sexo de los pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.



Fuente: Boleta de Recolección de Datos

En la gráfica anterior se observa el sexo de los pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. En donde se puede valorar a 30 pacientes del sexo femenino que representa al 60% y 20 pacientes masculinos que representan al 40%.



Tabla No. 1

Procedencia de las madres de pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo, en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.

Departamento	Total	Porcentaje
Alta Verapaz	1	2%
Quetzaltenango	42	84%
Retalhuleu	1	2%
San Marcos	1	2%
Totonicapán	5	10%
Total	50	100%

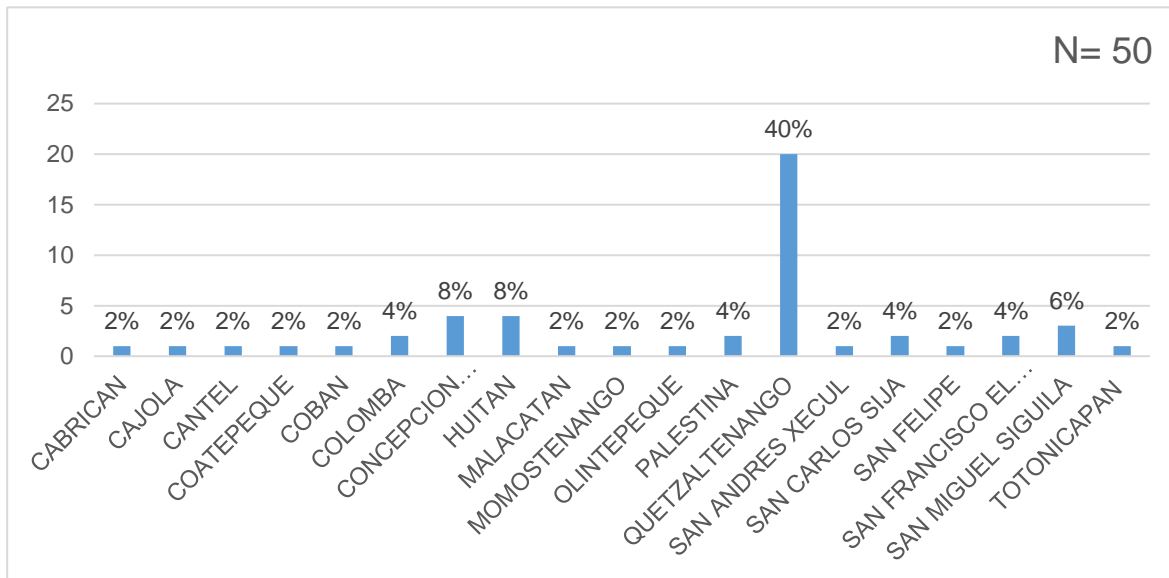
FUENTE: Boleta de recolección de datos

En la tabla anterior se observa la procedencia de las madres de pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo, en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. En donde predomina el departamento de Quetzaltenango con 42 casos obteniendo el 84% y con menos frecuencia son Alta Verapaz, Retalhuleu y San Marcos que representan el 2%.



Gráfica No. 4

Procedencia ilustrada en municipios de las madres de pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.

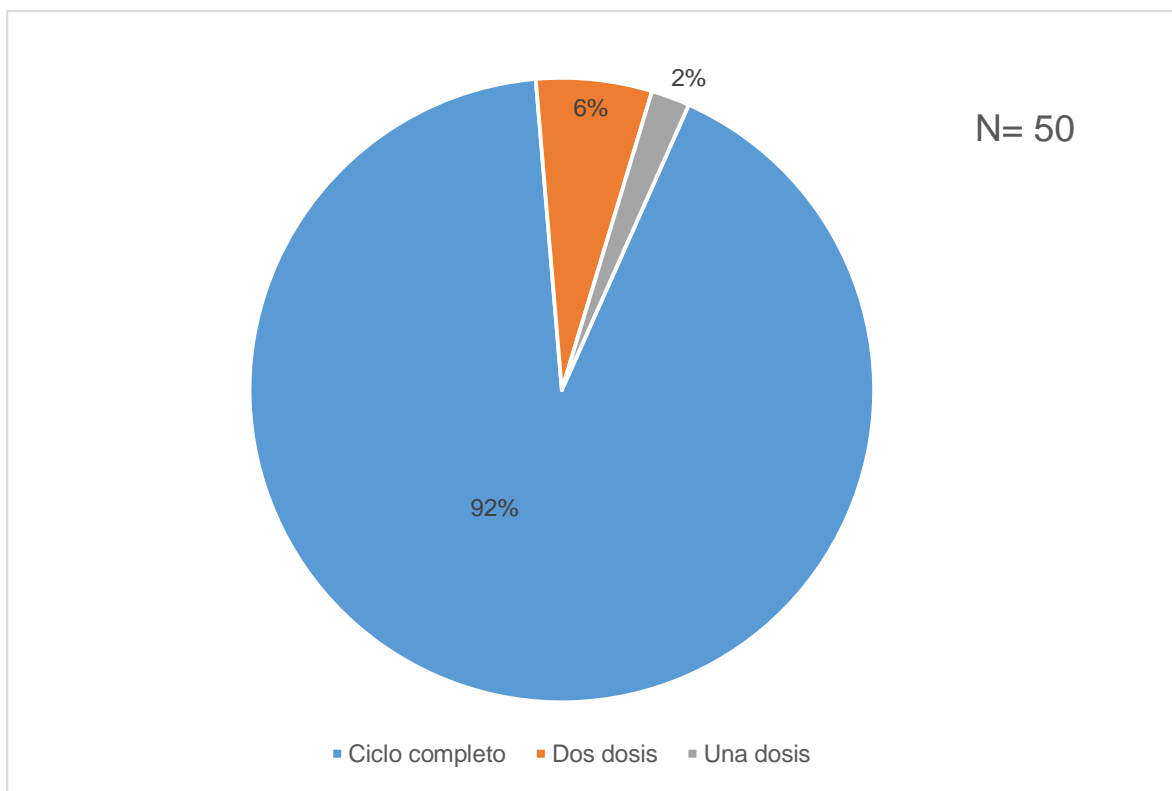


FUENTE: Boleta de recolección de datos

En la gráfica anterior se observa el municipio de donde proceden las madres de pacientes prematuros diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del mismo, en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. En donde predomina el municipio de Quetzaltenango con un total de 20 pacientes que representan al 40%.

Gráfica No. 5

Número de dosis de ibuprofeno vía oral dada a pacientes prematuros para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.

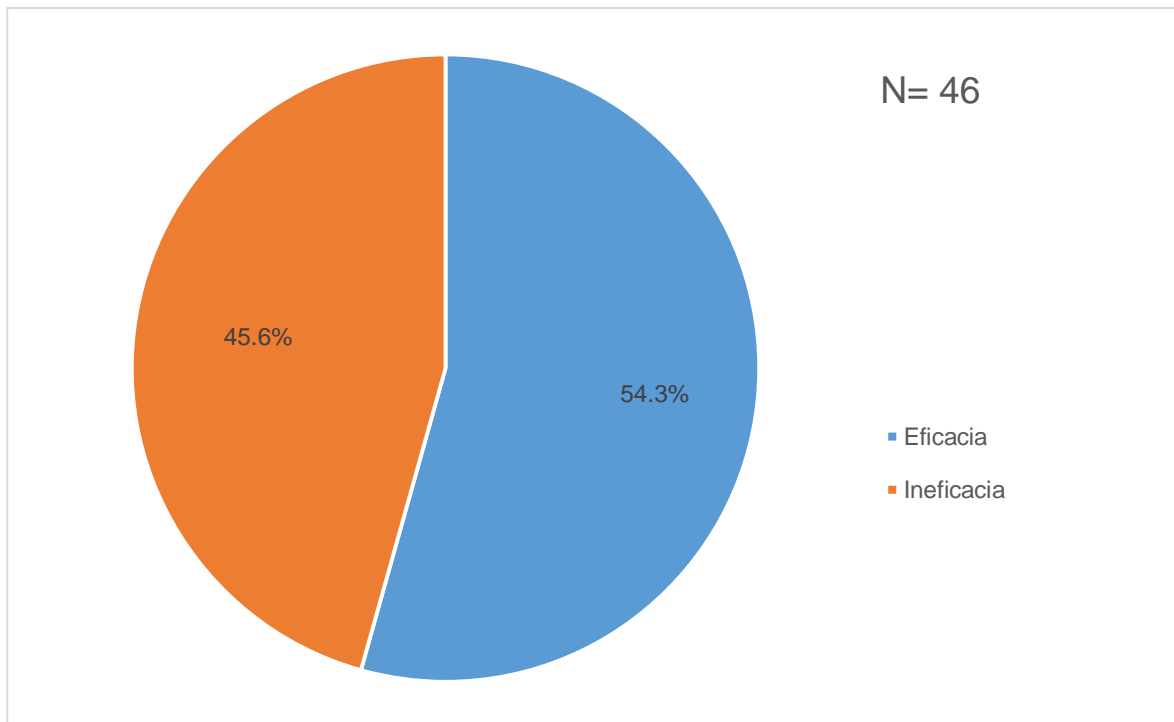


Fuente: Boleta de Recolección de Datos

En la gráfica anterior valoramos la cantidad de pacientes que terminaron el esquema de ibuprofeno vía oral (3 dosis) y los que no terminaron, para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. Se puede observar que los pacientes que terminaron el ciclo completo son 46 que representa a un 92%, 3 de los pacientes solo cumplieron 2 dosis haciendo un total de 6% y uno de ellos 1 dosis que es el equivalente a 2%.

Gráfica No. 6

Eficacia e ineficacia del ibuprofeno utilizado vía oral en pacientes prematuros en quienes terminaron el primer ciclo completo para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020



FUENTE: Boleta de recolección de datos

En la gráfica anterior se observa la cantidad de los pacientes en quienes se demostró eficacia e ineficacia en el tratamiento con el primer ciclo del ibuprofeno vía oral (3 dosis) utilizado en prematuros con el diagnóstico de Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. De los 46 pacientes que terminaron el primer ciclo como se valoró en la Gráfica No. 5, el 54.34% de ellos representan la eficacia del ibuprofeno haciendo un total de 25 pacientes y de ineficacia se obtuvo un 45.6% con un total de 21 pacientes.



Tabla No. 2

Complicaciones cardiológicas que presentaron los pacientes prematuros con el diagnóstico de Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.

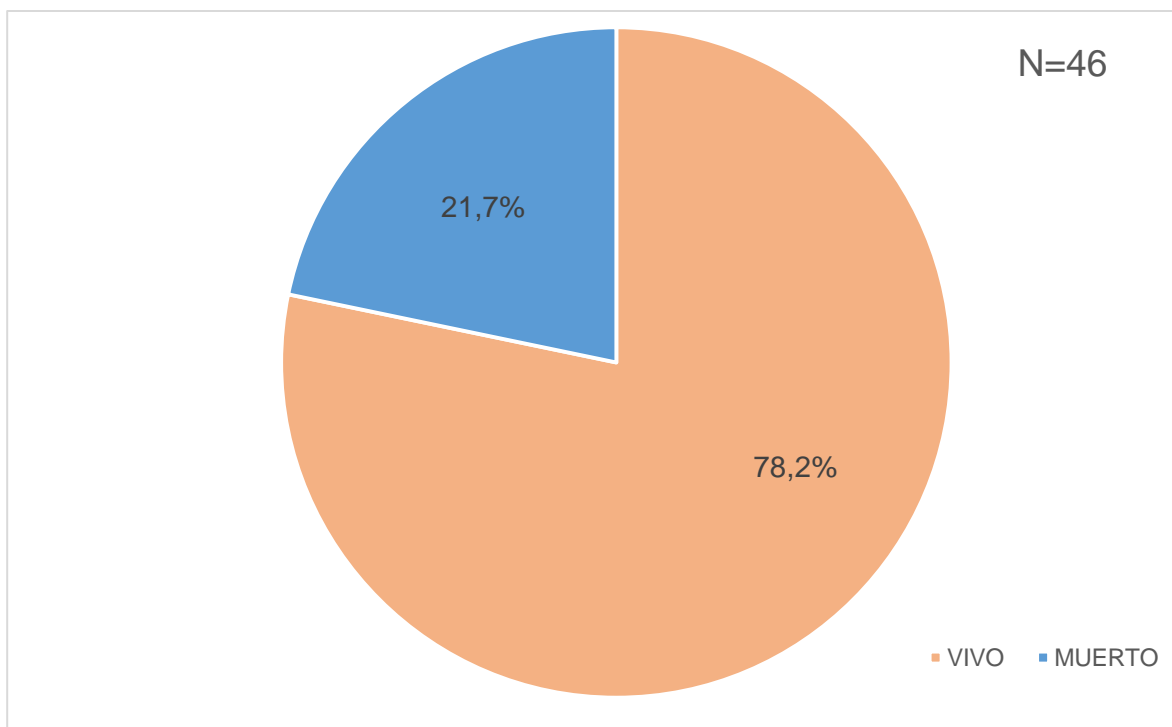
Complicación	No. de Casos
Insuficiencia cardiaca	6
Hipertensión Pulmonar	3
Total	9

Fuente: Boleta de Recolección de Datos

En la tabla anterior se enumeran las complicaciones cardiológicas que presentaron algunos de los pacientes prematuros en quienes se utilizó ibuprofeno vía oral para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020. En donde se obtuvo insuficiencia cardiaca con un total de 6 pacientes seguida de hipertensión pulmonar con 3 pacientes.

Gráfica No. 7

Tipo de egreso de pacientes prematuros en quienes se utilizó el ciclo completo de ibuprofeno vía oral para el cierre del Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente del año 2016 a 2020.



Fuente: Boleta de Recolección de Datos

En la gráfica anterior se puede observar el tipo de egreso que tuvieron los pacientes prematuros a quien se utilizó el ciclo completo (3 dosis) de Ibuprofeno vía oral por el diagnóstico de Ductus Arterioso Persistente en el Departamento de Pediatría del Hospital Regional de Occidente en el año 2016 a 2020. En donde el número de fallecidos fue de 10 pacientes, obteniendo el 21.7% y de los pacientes vivos representan el 78.2%.



VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El Ductus Arterioso Persistente, es una patología que afecta a la mayoría de prematuros al nacer, que también los puede llevar a la muerte. Es muy importante saber cómo tratar dicha enfermedad porque se podría reducir la mortalidad y aumentar la supervivencia de los prematuros. En este estudio se logró obtener el porcentaje de efectividad que posee el ibuprofeno, para tratar el conducto arterioso persistente, valorado con la evolución de los pacientes, por lo que se expondrá cada gráfica y tabla con los resultados obtenidos, de los expedientes médicos de los pacientes del Hospital Regional de Occidente con un periodo de 5 años.

Para iniciar, es preciso mencionar las edades de las madres de los pacientes prematuros, que fueron diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente y en quienes se utilizó ibuprofeno, en donde la mayoría de las pacientes tenían entre 21 a 25 años de edad que representan al 28%, en la literatura no se menciona la edad de las madres y si esto puede afectar, pero este rango de edad más frecuente de las madres jóvenes puede deberse a que muchas de ellas sufren de infecciones maternas, tanto prenatales como posnatales y esto se relaciona *“con una mayor incidencia de un DAP como la corioamnionitis, tanto clínica como histológica”*. (Martínez Parajes, 2016). Una infección prenatal puede desencadenar un parto prematuro y recordemos que los pacientes prematuros son más propensos a ser diagnosticados con DAP.

Según Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman & et al es *“importante resaltar el papel, cada vez más relevante, de los factores genéticos”*. (Ruiz Gonzales, Gómez Gúzman, & et al, 2008). No solo la edad de la madre se ve involucrada en DAP como vemos diversos factores pueden estar involucrados, en el tema de la incidencia del Ductus Arterioso Persistente.

La literatura establece que por *“cada semana gestacional menos la incidencia del DAP aumenta en un 9%”*, (Tejera Ramírez & Bas Suárez, 2011) (Martínez Parajes, 2016), pero en esta oportunidad, en la muestra que se obtuvo con pacientes con DAP fueron más frecuentes los prematuros moderados que tienen de 32 a 37 semanas, representando el 58%, esto puede deberse a que, no en todos los pacientes se utiliza tratamiento médico como lo es el ibuprofeno, ya que pueden requerir tratamiento quirúrgico o simplemente no ser candidatos para este tratamiento por alguna contraindicación, y estos pacientes están



excluidos del estudio ya que solo se tomaron en cuenta a los que habían requerido ibuprofeno vía oral, por lo que puede variar en cuanto a los resultados obtenidos. Los pacientes muy prematuros representan el 42%.

En varios estudios o fuentes de información se menciona que, *“el conducto arterioso persistente se presenta más comúnmente en el sexo femenino, con una relación de 2:1”*. (Scholz & Reinking, 2020) (Arias Monrroy, Peralta Pedreno, & et al, 2012), por lo que esto se reafirma con el estudio realizado en el Hospital Regional de Occidente, teniendo como resultado, que el sexo predominante fue femenino en un 60%.

Con relación a la procedencia de las madres, por consiguiente, de los pacientes estudiados, se obtuvo como resultado que la mayor parte es, del Departamento de Quetzaltenango que representa al 84%, y del municipio de Quetzaltenango en un 40%, por lo que esto aclara que la mayoría de personas que habitan en dicho departamento buscan atención en el tercer Hospital más grande de Guatemala.

Así mismo, para tratar el Ductus hay diversos tratamientos como, el conservador, farmacológico y quirúrgico, pero el que se indaga en este estudio es el farmacológico, que consta de ibuprofeno utilizado por vía oral, en donde la base de este tratamiento médico es la *“inhibición de la COX, que es la encargada de transformar el ácido araquidónico de los fosfolípidos de membrana en prostaglandinas”*. (Martínez Parajes, 2016). Las prostaglandinas se caracterizan por tener un efecto vasodilatador y lo que, se busca es el cierre del conducto arterioso persistente. La dosis recomendada del ibuprofeno es de: 1ª dosis 10 (mg/kg), 2ª dosis 5 (mg/kg) y 3ª dosis 5 (mg/kg), esto se administra cada 24 horas y así es como se completa un ciclo. Si el Ductus no cierra en el primer ciclo un segundo ciclo está indicado.

Teniendo en claro lo que menciona la literatura, la dosis utilizada fue la misma calculada según su peso. El número total de pacientes fue de 46, quienes completaron el primer ciclo, que representan el 92%, 3 de los pacientes solo recibieron dos dosis que equivalen al 6%, y 1 de los pacientes solo una dosis representado por un 2%, como se valora en la Gráfica No. 5. Importante recalcar que ninguno de los pacientes tuvo segundo o tercer ciclo. Los pacientes que no terminaron el primer ciclo que son 4, ambos fallecieron.

Seguidamente se expone la efectividad del ibuprofeno, que es el pilar de este estudio, la literatura nos dice *“en los últimos años, se ha desarrollado la administración intravenosa, pero si bien recientes estudios demuestran que su administración oral es igual de efectiva*



y de fácil administración (tasa de éxito entre 60 – 80%) y no añade más efectos secundarios”. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015) . En otras fuentes de información se estima que, “la tasa de cierre del DAP aumenta del 75% al 90% con el uso oral” (Martínez Parajes, 2016).

Por lo que se obtiene un 54.34 % de efectividad con el ibuprofeno vía oral utilizado en los pacientes prematuros en el Hospital Regional de Occidente, que completaron las 3 dosis exactas, se concluye que, el porcentaje fue bajo ya que en otros estudios los datos estadísticos del uso del ibuprofeno son más altos. También se incluye en los resultados la ineficacia del ibuprofeno siendo del 45.6% con paciente que concluyeron el primer ciclo, gráfica No. 6.

La eficacia del ibuprofeno fue medida con la realización de un ecocardiograma control, para valorar el cierre del Ductus Arterioso Persistente, el cual se le practicaba al paciente terminando el tratamiento médico con el ibuprofeno vía oral por 3 dosis.

En otras palabras, de los 46 pacientes que terminaron el primer ciclo de ibuprofeno por vía oral, (no se tomaron en cuenta a los que no lo terminaron), representan el 92%, de este 92%, se obtuvo que, en 25 pacientes fue eficaz el tratamiento que representan al 54.3 %.

En relación a las complicaciones en el (2021) se informa que pueden ser: hipertensión pulmonar, “que lo que ocurre es una circulación excesiva de sangre a través de las arterias principales del corazón por un DAP que puede producir la hipertensión pulmonar, lo cual puede causar daño pulmonar permanente”, como segunda complicación mencionan la insuficiencia cardíaca en donde “el DAP puede causar que el corazón se agrande y se debilite, lo que finalmente provoca una insuficiencia cardíaca, una afección crónica en la que el corazón no puede bombear de manera eficaz y por último la endocarditis”. (Mayo Clinic, 2021)

Las complicaciones cardiológicas presentadas en los pacientes prematuros con DAP fueron, insuficiencia cardíaca con un total de 6 pacientes e hipertensión pulmonar que manifestaron 3 pacientes.

En varios estudios epidemiológicos se ha visto una relación entre DAP y aumento de patologías relacionadas con la prematuridad como la hemorragia intraventricular, la enterocolitis necrotizante o la leucomalacia periventricular. Sin embargo, la evidencia sobre la asociación entre dichas enfermedades y el DAP es conflictiva, y no implica necesariamente causalidad. (Abelleira Pardeiro, Alados, & et al, 2015)



Por ultimo mencionaremos la mortalidad en los recién nacidos prematuros que fueron diagnosticados con Ductus Arterioso Persistente y que para el cierre se haya utilizado el ciclo completo de ibuprofeno vía oral, por lo que el 21.7% representa una mortalidad intrahospitalaria y un 78.2% egresaron vivos, con seguimiento de cardiología por consulta externa. La tasa de mortalidad es baja para los pacientes que padecen dicha patología. *“La administración oral de ibuprofeno sí se asoció a una disminución de la mortalidad”* (Martínez Parajes, 2016)



VIII. CONCLUSIONES

1. Tras un profundo análisis de los objetivos previamente enunciados en capítulos anteriores y sustentados posteriormente en el marco teórico, procedemos a resumir y resaltar lo siguiente, se logró identificar la procedencia de las madres y consiguiente de los pacientes en donde la mayoría pertenece al departamento de Quetzaltenango haciendo un total de 84% y el rango de edad más frecuente fue de 21 a 25 años, que representa un 28%. El sexo predominante de los pacientes prematuros fue el femenino representando el 60%.
2. En todos los pacientes solo se utilizó un ciclo de ibuprofeno por vía oral. En donde el 92% completo el primer ciclo (3 dosis) y el resto fue incompleto.
3. Se determinó el porcentaje de efectividad que posee el ibuprofeno, para tratar el conducto arterioso persistente, valorado con la evolución de los pacientes, y con un ecocardiograma control, representando un 54.3%.
4. Las complicaciones cardiacas que presentaron los pacientes, fueron las siguientes: insuficiencia cardiaca con un total de 6 pacientes e hipertensión pulmonar con un total de 3 casos.
5. La mortalidad en los pacientes prematuros con Ductus Arterioso Persistente, quienes terminaron el ciclo de ibuprofeno fue del 21.7%



IX. RECOMENDACIONES

1. Antes de finalizar, deseamos sugerir algunas recomendaciones sobre el tipo de metodología con el fin de que en estudios posteriores que aborden este tema sea de tipo prospectivo, con el fin de ir archivando los resultados de ecocardiograma o cómo evolucionan los pacientes prematuros al tratamiento, ya que en algunas papeletas ya no se contaba con el informe físico o escrito del ecocardiograma y eso afecta al número de pacientes en total porque sin esto no se podía establecer la efectividad.
2. Desde un punto de vista académico, se invita a colegas que se siga investigando del tema ya que se desea que haya una mejora continua del mismo, día a día se obtienen actualizaciones del tema, y como otros fármacos juegan también un papel impórtate como la indometacina y el paracetamol.
3. Se recomienda al departamento de Ginecología y Obstetricia, promover aún más la importancia del control prenatal en las pacientes, para diagnosticar y tratar las infecciones prenatales a tiempo para no tener el factor de riesgo de un parto prematuro.
4. Se propone igualmente que si se tuviera la oportunidad de contar con un ecocardiógrafo exclusivo para la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales en el Hospital Regional de Occidente y no utilizar el de otro servicio para no entrar una fuente de contaminación.



X. BIBLIOGRAFIA

- Abelleira Pardeiro, C., Alados, F., & et al. (2015). *CARDIOLOGÍA PEDIÁTRICA Y CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS DEL NIÑO Y DEL ADOLESCENTE* (Vol. Volumen I). Madrid: Diseño y marqueting CTO editorial.
- Arias Monrroy, L. G., Peralta Pedreno, M. L., & et al. (2012). *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. Obtenido de Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social: file:///C:/Users/Kelly/Downloads/artículo_redalyc_457745496020.pdf
- Asociación Española de Pediatría . (2009). *www.aeped.es*. Obtenido de *www.aeped.es*: <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/36.pdf>
- Asociacion Española de Pediatría. (2017). <https://www.analesdepediatria.org/>. Obtenido de <https://www.analesdepediatria.org/>: <https://www.analesdepediatria.org/es-paracetamol-tratamiento-util-eleccion-el-articulo-S1695403317303028>
- Attie, F., Calderon, J., & Zabal Cerdeira, C. (2013). MANIFESTACIONES CLINICAS. En F. Attie, *CARDIOLOGIA PEDIATRICA* (pág. 712). Mexico: Panamericana.
- Baffa MD, G. (Agosto de 2017). *kidshealth.org*. Obtenido de *kidshealth.org*: <https://kidshealth.org/es/parents/patent-ductus-arteriosus.html>
- Biblioteca Cochrane. (28 de Septiembre de 2018). *www.cochranelibrary.com*. Obtenido de *www.cochranelibrary.com*: <https://www.cochranelibrary.com/es/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003481.pub7/full/es>
- Bravo Laguna, M. C. (2011). *repositorio.uam.es*. Obtenido de *repositorio.uam.es*: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/7350/41683_bravo_laguna_mari_carmen.pdf?sequence=1
- Clinic BARCELONA Hospital Universitari. (20 de Febrero de 2018). <https://www.clinicbarcelona.org/>. Obtenido de <https://www.clinicbarcelona.org/>: <https://www.clinicbarcelona.org/asistencia/enfermedades/prematuridad/nacimiento>
- COCHRANE. (27 de Enero de 2020). <https://www.cochrane.org>. Obtenido de <https://www.cochrane.org>: https://www.cochrane.org/es/CD010061/NEONATAL_paracetamol-acetaminofeno-para-el-conducto-arterioso-persistente-un-vaso-sanguineo-necesario-para-la
- CONGENITAL HEART DISEASE. (9 de Diciembre de 2020). <http://www.pted.org/>. Obtenido de <http://www.pted.org/>: <http://www.pted.org/?id=sp/fetal1#>
- Dávila Migoya, L. E., & Montejo Delgado, M. (2016). <http://biblioteca.usac.edu.gt>. Obtenido de <http://biblioteca.usac.edu.gt>: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/05/05_10204.pdf
- Fundación Española del Corazón. (18 de Julio de 2012). *fundaciondelcorazon.com*. Obtenido de *fundaciondelcorazon.com*:



<https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/enfermedades-cardiovasculares/cardiopatias-congenitas.html>

García Moro, P. (2018). *Universidad de Salamanca*. Obtenido de Universidad de Salamanca: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-CirculacionFetal-6573030.pdf>

Genetic and Rare Diseases Information Center GARD. (19 de Diciembre de 2016). *rarediseases.info.nih.gov*. Obtenido de rarediseases.info.nih.gov: <https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/12120/sindrome-del-cabello-impeinable>

Gonzales de Dios, J., & Rivas Fernandez. (29 de Julio de 2011). *comparar la eficacia y seguridad del ibuprofeno oral (IBUo) frente al ibuprofeno intravenoso (IBUiv) para el cierre del conducto arterial persistente (CAP) en recién nacidos prematuros de muy bajo peso (≤ 1500 g)*. Obtenido de http://archivos.evidenciasenpediatria.es/DetalleArticulo/_LLP3k9qgzlh7aNQBiadwmWAB1AYk1YZSXRAvL35sr6tICQeSwXodAexNzsPoddQKiYbyEuM7zp24FmeHdFcJ-Q

Healthychildren.org. (8 de Febrero de 2017). <https://www.healthychildren.org/>. Obtenido de <https://www.healthychildren.org/>: <https://www.healthychildren.org/Spanish/ages-stages/prenatal/delivery-beyond/Paginas/apgar-scores.aspx>

Martínez Parajes, J. D. (2016). *riuma.uma.es*. Obtenido de riuma.uma.es: https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/13077/TD_MARTINEZ_PAJARES_Jose_David.pdf?sequence=1

Mayo Clinic. (29 de Julio de 2021). <https://www.mayoclinic.org/>. Obtenido de <https://www.mayoclinic.org/>: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/patent-ductus-arteriosus/symptoms-causes/syc-20376145>

MedlinePlus. (2 de Julio de 2020). <https://medlineplus.gov/>. Obtenido de <https://medlineplus.gov/>: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007363.htm>

NIAKORO. (s.f.). <https://www.niakoro.com/>. Obtenido de <https://www.niakoro.com/>: <https://www.niakoro.com/es/courses/curso-de-ecocardiografia-basica-en-pediatria/lessons/plano-longitudinal-paraesternal-largo/>

Perich Durán, R. (2012). *www.pediatriaintegral.es*. Obtenido de www.pediatriaintegral.es: <https://www.pediatriaintegral.es/wp-content/uploads/2012/xvi08/04/622-635%20Cardio.pdf>

Rodríguez, D. (11 de Enero de 2018). *cardiopatiascongenitas.net*. Obtenido de cardiopatiascongenitas.net: https://cardiopatiascongenitas.net/introcc/tipos_cc/ductus/

Romero, H., & Peña, J. P. (28 de Febrero de 2014). <https://www.fucsalud.edu.co/>. Obtenido de <https://www.fucsalud.edu.co/>: <https://www.fucsalud.edu.co/sites/default/files/2017-01/DUCTUS%20ARTERIOSO%20PERSISTENTE.pdf>



- Ruiz Gonzales, D., Gómez Gúzman, E., & et al. (2008). *www.aeped.es*.
Obtenido de *www.aeped.es*:
<https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/36.pdf>
- Scholz , T., & Reinking, B. (2020). *Avery. Enfermedades del Recién Nacido* . Elsevier.
- Stanford Childrens Health . (4 de Julio de 2014). <https://www.stanfordchildrens.org/>.
Obtenido de <https://www.stanfordchildrens.org/>:
<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=assessmentsfornewbornbabies-90-P05445>
- Stanford Children's Health. (3 de Septiembre de 2014). <https://www.stanfordchildrens.org/>.
Obtenido de <https://www.stanfordchildrens.org/>:
<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=echocardiographyinchildren-90-P04886>
- Stanford Children's Health. (22 de Enero de 2015). *www.stanfordchildrens.org*. Obtenido de *www.stanfordchildrens.org*:
<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=ductus-arterioso-permeable-90-P04914>
- Tejada Hernández, N. A. (Febrero de 2010). *cdigital.uv.mx*. Obtenido de *cdigital.uv.mx*:
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/37562/tejadahernandeznormaali cia.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Tejera Ramírez, C., & Bas Suárez, M. (2011). *Hospital Universitario Materno-Infantil de Canarias*. Obtenido de Hospital Universitario Materno-Infantil de Canarias:
<http://www.telecardiologo.com/descargas/37697.pdf>
- Troconis, C. (30 de Agosto de 2016). <http://avancescardiologicos.org>. Obtenido de <http://avancescardiologicos.org>:
<https://avancescardiologicos.org/component/k2/item/101-cirugia-del-ductus-arterioso-en-el-prematuro-y-neonato.html>
- TRUEHEALTH. (1 de Enero de 2020). <http://thnm.adam.com/>. Obtenido de <http://thnm.adam.com/>:
<http://thnm.adam.com/content.aspx?productid=118&pid=5&gid=007669>
- Villagra, F. (18 de Junio de 2010). <https://cardiopatiascongenitas.net/>. Obtenido de <https://cardiopatiascongenitas.net/>:
https://cardiopatiascongenitas.net/diagnostico_y_tratamiento/tratamiento_quirurgico/cirneonatal/



XI. ANEXOS

A. Cronograma de actividades

Actividades	Fechas												
	feb-19	28/02/2019	mar-19	abr-19	may-19	julio-20	octubre-20	enero-21	julio-21	agosto-21	sept-21	octubre-21	dic-21
Indicaciones para temas de investigación. Se solicitan 3 temas	*												
Entrega de 3 temas para aprobación de tesis.		*											
Aprobación de tema			*										
Indicaciones para realizar anteproyecto			*										
Entrega de anteproyecto				*	*								
Entrega de protocolo						*	*						
Recolección de datos							*	*					
Informe final									*	*	*		
Revisión por autoridades													*



B. Boleta de recolección de datos

BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EDAD DE LA MADRE

EDAD GESTACIONAL OBTENIDA DE RECIÉN NACIDOS PREMATUROS

Prematuros extremos: 28 semanas Prematuros moderados: 32 a 37 semanas
 Muy prematuros: 28 a 32 semanas

SEXO

DOSIS DE IBUPROFENO ADMINISTRADA CADA 24 HORAS

Ciclo de 3 días

1ra dosis: 10mg/kg
 2da dosis: 5 mg/kg
 3era dosis: 5mg/kg

Cantidad de ciclos

Primer ciclo
 Segundo ciclo
 Tercer ciclo

EFICACIA DEL IBUPROFENO

COMPLICACIONES

MORTALIDAD



C. Carta de Aprobación (o Resolución) de tema de tesis.



UNIVERSIDAD MESOAMERICANA
FACULTAD DE MEDICINA
INVESTIGACIÓN

FORMATO PARA SOLICITAR APROBACIÓN DE TEMA DE INVESTIGACIÓN

yo, Kelly Melissa Diaz Maldonado con número de
Carnet 201516098, actualmente realizando la rotación de _____
Ginecología y Obstetricia en _____
Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango.

SOLICITO APROBACIÓN

para realizar investigación del tema: Uso de ibuprofeno via oral en el cese del
conduito arterioso en pacientes recién nacidos prematuros en el HPO.
para el cual propongo como Asesor a: Dra. Carolina Méndez Cardióloga-Pediatra
teniendo previsto que se lleve a cabo en _____

Hospital Regional de Occidente, Quetzaltenango
y abarcará el período de 2017 - 2019
Quetzaltenango, 28 de febrero _____ de 2019

[Firma]
Firma



USO DE LA UNIVERSIDAD

TEMA APROBADO

TEMA RECHAZADO

AMPLIAR INFORMACIÓN

OBSERVACIONES:

Dra. María Soledad De León López
Médico y Cirujano Col. 6.094

Por Comité de Investigación

Tutor Asignado Dra. Ana Linares

[Firma]
Vo. Bc. Dr. Jorge Antonio Ramos Zepeda

CORPORACIÓN HOSPITALARIA
UNIVERSIDAD MESOAMERICANA
QUETZALTENANGO



**GOBIERNO de
GUATEMALA**

MINISTERIO DE
SALUD PÚBLICA Y
ASISTENCIA SOCIAL
HOSPITAL REGIONAL
DE OCCIDENTE
QUETZALTENANGO

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
HOSPITAL REGIONAL DE OCCIDENTE
Comité De Docencia e Investigación

Quetzaltenango 08 de junio de 2021

Bachiller:

KELLY MELISSA DÍAZ MALDONADO

Ciudad:

En relación a su solicitud para realizar el trabajo de tesis titulado "IBUPROFENO EN CIERRE DE CONDUCTO ARTERIOSO PERSISTENTE". Estudio a realizarse en el Departamento de Pediatría durante los años de 2016 a 2020. En representación del Comité de Docencia e Investigación se aprueba la realización de dicho estudio, así mismo se le informa que deberá de presentar al finalizar de su trabajo de investigación una copia en forma digital a este comité y al Departamento de Registros Médicos y Estadística.

Sin otro particular me suscribo de usted, atentamente.

Por El Comité De Docencia E Investigación

Elie A. de León N.
NEUROLOGO PEDIATRA
COL. No. 19432

Dr. Elie Alberto de León Natareño
Coordinador Comité de Docencia e Investigación
Hospital Regional de Occidente





RESOLUCIÓN No. CT-16-04-2021

ASUNTO: Solicitud de la estudiante **Kelly Melissa Diaz Maldonado** con carné número **201516098**, para el cambio del nombre de su tesis ahora titulada **"Uso de Ibuprofeno via oral en el cierre del conducto arterioso persistente en recién nacidos prematuros en el Hospital Regional de Occidente departamento de pediatría en los periodos de 2016-2020"**.

El Comité de Tesis de la Facultad de Medicina de la Universidad Mesoamericana, con fundamento en el análisis de su propuesta de trabajo de tesis, **APRUEBA** el desarrollo de la misma y en consecuencia:

RESUELVE:

1. Fómese el expediente respectivo con la propuesta presentada a consideración;
2. Se nombra Asesora a la Doctora **Carolina Méndez**
3. Que, habiendo aceptado la Asesora, la estudiante proceda realizar el anteproyecto de tesis.
4. Pase a Secretaría para la correspondiente notificación y la entrega de copias a la profesional propuesta.

Para los usos legales que al interesado convengan se extiende, firma y sella la presente en la ciudad de Quetzaltenango, a los catorce días del mes de mayo del dos mil veintiuno



Dr. Juan Carlos Morales
Decano Facultad de Medicina
Universidad Mesoamericana
Quetzaltenango



Dr. Jorge Antonio Ramos Zepeda
Coordinador Hospitalario
Universidad Mesoamericana
Quetzaltenango

FACULTAD DE MEDICINA
10ª Calle 0-11 ZONA 9, CAMPUS LAS AMÉRICAS, QUETZALTENANGO
TELÉFONO: 77652530




Quetzaltenango, 14 de mayo de 2021



Doctora
Carolina Méndez
Asesora

Deseándole éxitos en sus labores diarias, por medio de la presente le notificamos que, de acuerdo a la solicitud presentada ante el Comité de Tesis de la Facultad de Medicina de la Universidad Mesoamericana, Sede de Quetzaltenango, por la estudiante **Kelly Melissa Díaz Maldonado** con carné número **201516098**, ha sido autorizado el cambio de título del trabajo de tesis ahora titulado **"Uso de Ibuprofeno vía oral en el cierre del conducto arterioso persistente en recién nacidos prematuros en el Hospital Regional de Occidente departamento de pediatría en los periodos de 2016-2020"**, por lo que agradecemos brindar el acompañamiento correspondiente durante la realización del mismo.

Sin otro particular, me suscribo de usted,

Atentamente


Dr. Norma Carolina Méndez Cortés
COORDINADORA DE PEDATRIA
CARNÉ No. 11,349
*Recibido
16-12-2021*



Dr. Jorge A. Ramos Zepeda
Coordinador Hospitalario
Universidad Mesoamericana
Quetzaltenango

FACULTAD DE MEDICINA
10ª Calle 0-11 ZONA 9, CAMPUS LAS AMÉRICAS, QUETZALTENANGO
TELÉFONO: 77652530