

Correlación en el diagnóstico de coartación aórtica y persistencia del conducto arterioso detectados en ecocardiograma y confirmados por AngioTac cardiaca en pacientes que acuden a un Centro Hospitalario Pediátrico durante el período 2019 – 2022

Correlation in the diagnosis of aortic coarctation and patent ductus arteriosus detected on echocardiogram and confirmed by cardiac CT angiography in patients attending a Pediatric Hospital Center during the period 2019 - 2022

Guillermo Sebastián Freire Castro
ORCID: 0000-0003-4348-9056
Universidad Central del Ecuador

Alex Kevin Cuatín Ruiz
ORCID: 0000-0002-6988-0638
Hospital General IESS Ibarra, Ecuador

Deniss del Rocío Sánchez Santamaría
ORCID: 0009-0009-4211-8916
Universidad Central del Ecuador

Karen Lizeth Ochoa Vidal
ORCID: 0009-0004-2371-904X
Universidad Central del Ecuador

David Antonio Chávez Pasquel
ORCID: 0000-0003-0570-5387
Hospital Alberto Correa Cornejo, Ecuador

Johan Zambrano Zambrano
ORCID: 0009-0005-6890-9784
Federación de Seguro Social Campesino Chone, Ecuador

Rita María Zambrano Castro
ORCID: 0009-0002-1775-6325
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

Ángel Fabián Hidalgo Zambrano
ORCID: 0009-0004-7895-5373
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

RESUMEN

La coartación aórtica (CoAo) es la obstrucción de la aorta, generalmente a la altura de la inserción del conducto arterioso y que se relaciona a anomalías intracardiacas. El conducto arterioso es una estructura que forma parte de la circulación fetal normal, se cierra espontáneamente en las primeras 24-36 horas de vida, en algunas condiciones puede persiste permeable. El ecocardiograma es el estudio de elección para el diagnóstico de estos defectos, para evaluar las características anatómicas esenciales y definir la modalidad de tratamiento. La introducción de los equipos de TC multicorte y el desarrollo de técnicas de adquisición de imágenes con sincronización electrocardiográfica y reconstrucción retrospectiva han permitido que la TC multicorte cardiaca se pueda considerar hoy en día una técnica no invasiva muy útil para el estudio de la patología cardiaca. Métodos: Estudio de análisis transversal de período con información anonimizada en la validez de pruebas diagnósticas para patologías cardíacas, que se incluye a toda la población que cumpla con los criterios de inclusión y exclusión, seleccionando dos grupos de personas, pacientes diagnosticados de Coartación Aórtica y Persistencia del Conducto Arterioso mediante ecocardiografía, para ser comparados con los resultados obtenidos tras la realización de AngioTac cardiaca. Resultados: Los resultados en cuanto a sensibilidad, especificidad, VPP y VPN fueron: 60,0%, 71,8%, 75,0% y 56,0% respectivamente para la prueba de ecocardiograma para el diagnóstico de CoAo, y del 51,3%, 96,9%, 95,2% y 62,0% respectivamente para la prueba de ecocardiograma en el diagnóstico de PCA.

Palabras clave: Coartación aórtica, persistencia conducto arterioso, AngioTac, ecocardiograma, ecocardiografía.

ABSTRACT

Aortic coarctation (CoAo) is obstruction of the aorta, generally at the level of the insertion of the ductus arteriosus and related to intracardiac anomalies. The ductus arteriosus is a structure that is part of the normal fetal circulation, it closes spontaneously in the first 24-36 hours of life, in some conditions it may remain patent. Echocardiogram is the study of choice for the diagnosis of these defects, to evaluate the essential anatomical characteristics and define the treatment modality. The introduction of multislice CT equipment and the development of image acquisition techniques with electrocardiographic synchronization and retrospective reconstruction have allowed multislice cardiac CT to be considered today a very useful non-invasive technique for the study of cardiac pathology. Methods: Cross-sectional period analysis study with anonymized information on the validity of diagnostic tests for cardiac pathologies, which includes the entire population that meets the inclusion and exclusion criteria, selecting two groups of people, patients diagnosed with Aortic Coarctation and Persistence of the Ductus Arteriosus by echocardiography, to be compared with the results obtained after performing cardiac AngioTac. Results: The results in terms of sensitivity, specificity, PPV and NPV were: 60.0%, 71.8%, 75.0% and 56.0% respectively for the echocardiogram test for the diagnosis of CoAo, and 51.3%, 96.9%, 95.2% and 62.0% respectively for the echocardiogram test in the diagnosis of PCA.

Keywords: Aortic coarctation, patent ductus arteriosus, AngioTac, echocardiogram, echocardiography

INTRODUCCIÓN¹

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció que cada año a nivel mundial nacen alrededor de 276.000 neonatos con anomalías morfológicas del corazón y de los vasos sanguíneos que fueron causados por defectos durante el embarazo. En Ecuador por cada 1.000 nacidos vivos entre 8 y 10 neonatos nacen con algún tipo de cardiopatías de los cuales el 50% necesitan tratamiento quirúrgico antes del primer año de vida. ^(1,2)

La CoAo representa un defecto cardíaco congénito que se manifiesta como una constricción discreta en el istmo aórtico que puede extenderse hasta la hipoplasia tubular, y que puede tener muchas variaciones observadas. Existen criterios que indican que la hipoplasia tubular debe considerarse como una entidad separada a pesar de que se puede presentar con una discreta coartación. ⁽³⁾ La CoAo es considerado el quinto defecto cardíaco congénito más prevalente, y se observa en el 6 al 8% de los RN con cardiopatía congénita, con una tasa de incidencia aproximada de 1 por cada 2500 nacidos. ^(4,5)

La persistencia del conducto arterioso representa del 5 - 10% de las cardiopatías congénitas, siendo característico en pretérminos con bajo peso al nacer. ⁽⁵⁾ En pacientes con PCA un tercio de ellos se cierra de forma espontánea y en algunos casos en prematuros con peso extremadamente bajo. ⁽⁶⁾

La PCA varía de acuerdo con las poblaciones, sus incidencias se reportan de 1 por cada 1500-2000 neonatos, hasta de 3 a 8 por cada 10,000 nacidos. Su cierre se produce por el aumento de la presión de oxígeno de sangre, y se conoce que en zonas de mayor presión atmosférica esta es una de las cardiopatías más frecuentes. ⁽⁷⁾

Con estos antecedentes la coartación de la aorta y la persistencia del conducto arterioso son patologías cardíacas frecuentes en nuestra población por lo que la detección oportuna marcará la diferencia en el tratamiento que deberán recibir los pacientes con la finalidad de evitar las posibles complicaciones que se pueden presentar conforme transcurre el tiempo. Actualmente el número de revisiones acerca de cardiopatías en población pediátrica son limitadas en Ecuador, especialmente del conducto arterioso persistente. ^(8,9)

El presente estudio tiene como objetivo determinar la correlación en el diagnóstico de coartación aórtica y persistencia del conducto arterioso detectados en ecocardiograma y confirmados por AngioTac cardiaca en pacientes que acuden a un Hospital Pediátrico en Quito en el periodo del 2019 al 2022.

METODOLOGÍA

Diseño de la investigación

Se trata de un análisis transversal con información anonimizada en la validez de pruebas diagnósticas para patologías cardíacas.

Proceso de selección de la muestra

No se realizó cálculo muestral porque la población que accede a estos exámenes es muy limitada, por lo que se incluye a toda la población que cumpla con los criterios de inclusión y exclusión, seleccionando dos grupos de personas, pacientes diagnosticados de Coartación Aórtica y Persistencia del Conducto Arterioso mediante ecocardiografía, para ser comparados con los resultados obtenidos tras la realización de AngioTac cardíaca. El universo fue de 137 pacientes y aplicando los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo una muestra de 50 pacientes.

Criterios de inclusión

Pacientes atendidos en el Centro Hospitalario diagnosticados de Coartación Aórtica y Persistencia del Conducto Arterioso que cuenten con estudio de ecocardiograma en el período de 2019 al 2022 que además se hayan realizado AngioTac cardíaca.

Recolección, análisis y valoración de datos

¹ Los autores aclaran que mantienen los derechos del trabajo, no se trata de la misma versión publicada en Freire et al (2024) disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/8fb8e24b-32df-42f4-aa43-dd5c82d69922>, ya que se trata de una versión mejorada con la contribución de todos los autores.

Previa aceptación por parte del Comité de Ética, se accedió a la base de datos de los pacientes en forma anonimizada que se sometieron a la realización del estudio de AngioTac cardíaca mediante el sistema PACS y de los informes del servicio de imagen, con la finalidad de definir la concordancia entre la ecocardiografía y la AngioTac cardíaca. Esta información fue ingresada en el programa Microsoft Excel 365 para su codificación para posteriormente ser analizada en el programa estadístico SPSS versión 27.0.1.0

Análisis y valoración de datos

Se realizó el análisis estadístico en base a la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo. Para el análisis de la información se plantea la necesidad de establecer la correlación en los diagnósticos de CoAo y PCA detectados por ecocardiograma y AngioTac cardíaca y sus resultados para lo cual se utilizan métodos matemáticos y bioestadísticos. Para la validación de los datos se dispone de médico tratante especialista en imagenología que establece el diagnóstico final asignado a cada estudio de AngioTac cardíaca en el período propuesto para el universo de pacientes que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión, así como, el hecho de que el médico tratante desconoce los resultados previos con la finalidad de evitar sesgos.

Consideraciones Éticas

La investigación actual empleó datos anonimizados provenientes del sistema PACS y de informes de ecocardiogramas del servicio de Imagenología del Hospital Pediátrico en cuestión. Para el desarrollo de esta investigación, se obtuvo previamente la aprobación del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos del Hospital Pediátrico Baca Ortiz (CEISH-HPBO) mediante código "010-CEISH-HPBO-PA-2023".

RESULTADOS

Distribución de la patología y características clínicas de los pacientes (sexo y edad)

Los resultados evidencian la prevalencia de pacientes de sexo masculino diagnosticados con las patologías de coartación aórtica y persistencia del conducto arterioso detectadas por ecocardiograma en una relación de 1.9:1 con respecto al sexo femenino. La distribución de las patologías en relación con la población estudiada corresponde a la coartación aórtica 60% (n=30/50), a la persistencia del conducto arterioso 34% (n=17/50), a pacientes con ambas patologías 6% (n=3/50) (ver tabla 1).

Tabla 1. Distribución de los pacientes por sexo y edad para el estudio de CoAo y PCA y su distribución por cada patología

Características		n	%
Sexo	Masculino	33	66
	Femenino	17	34
Edad	0-1 años	174	74
	1-4 años	30	12,8
	5-9 años	26	11,1
	Mayor a 10 años	5	2,1
Distribución por patología	Coartación de aorta	30	60
	Persistencia del conducto arterioso	17	24
	Ambas	3	6

Fuente: los autores.

Distribución de la Coartación de Aorta y Persistencia del Conducto Arterioso diagnosticadas por ecocardiografía, características clínicas (sexo y grupo etario)

La distribución de la CoAo diagnosticada por Ecocardiograma en relación con la población estudiada corresponde a un diagnóstico positivo 66,0% (n=33/50) y diagnóstico negativo 34,0% (n=17/50). La distribución por sexo de pacientes diagnosticados de CoAo por Ecocardiograma corresponde al sexo masculino 67,7% (n=22/33) y al sexo femenino 33,3% (n=11/33).

La distribución por grupo etario de pacientes diagnosticados de CoAo por Ecocardiograma corresponde principalmente al grupo de menores a 1 año 42,4% (n=14/33), seguido del grupo entre 1-4 años 24,2% (n=8/33), luego del grupo entre 5-9 años 24,2% (n=8/33) y por último del grupo de mayores de 10 años 9,1% (n=3/33) (ver tabla 2).

Tabla 2. Coartación de aorta diagnosticada por ecocardiograma, características de los pacientes (sexo y grupo etario)

Características		n	%
Presencia de CoAor	SI	33	66
	NO	17	34
Características de pacientes diagnosticados con Co Aor mediante ecocardiograma			
Sexo	Masculino	22	66.7
	Femenino	11	33.3
Edad	0-1 años	14	42.3
	1-4 años	8	24.2
	5-9 años	8	24.2
	Mayor a 10 años	3	9.1

Fuente: los autores.

La distribución de la PCA diagnosticada por Ecocardiograma en relación con la población estudiada corresponde a un diagnóstico positivo 40,0% (n=20/50) y diagnóstico negativo 60,0% (n=30/50). La distribución por sexo de pacientes diagnosticados de PCA por Ecocardiograma corresponde al sexo masculino 70,0% (n=14/20) y al sexo femenino 30,0% (n=6/20). La distribución por grupo etario de pacientes diagnosticados de PCA por Ecocardiograma corresponde principalmente al grupo de menores a 1 año 80,0% (n=16/20) (ver tabla 3).

Tabla 3. Persistencia del conducto arterioso diagnosticada por ecocardiograma, características de los pacientes (sexo y grupo etario)

Características		N	%
Presencia de PCA	SI	20	40
	NO	30	60
Características de pacientes diagnosticados con PCA mediante ecocardiograma			
Sexo	Masculino	14	70
	Femenino	6	30
Edad	0-1 años	16	80
	1-4 años	3	15
	5-9 años	1	5
	Mayor a 10 años	0	0

Fuente: los autores.

Distribución de la Coartación de Aorta y Persistencia del Conducto Arterioso diagnosticadas por Angio Tomografía Axial Computarizada, características clínicas (sexo y grupo etario)

La distribución de la CoAo diagnosticada por AngioTac en relación con la población estudiada corresponde a un diagnóstico positivo 44,0% (n=22/50) y diagnóstico negativo 56,0% (n=28/50). La distribución por sexo de pacientes diagnosticados de CoAo por AngioTac corresponde al sexo masculino 68,2% (n=15/22) y al sexo femenino 31,8% (n=7/22). La distribución por grupo etario de pacientes diagnosticados de CoAo por AngioTac corresponde principalmente al grupo de menores a 1 año 45,5% (n=10/22), seguido del grupo de edad de 5 a 9 años 27,3% (n=6/22) (ver tabla 4).

Tabla 4. Coartación de aorta diagnosticada por Angio - Tomografía Axial Computarizada, características de los pacientes (sexo y grupo etario)

Características		n	%
Presencia de CoAor	SI	22	44
	NO	28	56
Características de pacientes diagnosticados con Co Aor mediante Angio TAC			
Sexo	Masculino	15	68.2
	Femenino	7	31.8
Edad	0-1 años	10	45.5
	1-4 años	5	22.7
	5-9 años	6	27.3
	Mayor a 10 años	1	4.5

Fuente: los autores

La distribución de la PCA diagnosticada por AngioTac en relación con la población estudiada corresponde a un diagnóstico positivo 38,0% (n=19/50) y diagnóstico negativo 62,0% (n=31/50). La distribución por sexo de pacientes diagnosticados de PCA por AngioTac corresponde al sexo masculino 63,2% (n=12/19) y al sexo femenino 36,8% (n=7/19). La distribución por grupo etario de pacientes diagnosticados de PCA por AngioTac corresponde principalmente al grupo de menores a 1 año 73,7% (n=14/19) (ver tabla 5).

Tabla 5. Persistencia del conducto arterioso diagnosticada por Angio Tomografía Axial Computarizada, características de los pacientes (sexo y grupo etario)

Características		N	%
Presencia de PCA	SI	19	38
	NO	31	62
Características de pacientes diagnosticados con PCA mediante Angio TAC			
Sexo	Masculino	12	63.2
	Femenino	7	36.8
Edad	0-1 años	14	73.7
	1-4 años	3	15.8
	5-9 años	2	10.5
	Mayor a 10 años	0	0

Fuente: los autores.

Los resultados en cuanto a sensibilidad, especificidad, VPP y VPN fueron: 60%, 71,8%, 75,0% y 56,0% respectivamente para la prueba de ecocardiograma para el diagnóstico de CoAo, y del 51,3%, 96,9%, 95,2% y 62,0% respectivamente para la prueba de ecocardiograma en el diagnóstico de PCA (ver tabla 6).

Tabla 6. Sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo del ecocardiograma para la detección de CoAo y PCA

	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
Coartación Aorta	60,0%	71,8%	75,0%	56,0%
Persistencia Conducto Arterioso	51,3%	96,9%	95,2%	62,0%

Fuente: los autores.

El diagnóstico de CoAo se observa en forma mayoritaria en el sexo masculino el 66,7% (n=22/33) mediante el ecocardiograma y el 68,2% (n=15/22) mediante la AngioTac (ver tabla 7).

Tabla 7. Relación de la Coartación aórtica diagnosticada por ecocardiograma y confirmada por AngioTac cardíaca

Coartación aórtica	Ecocardiograma	AngioTac
Masculino	22	15
Femenino	11	7
Total	33	22

Fuente: los autores.

El diagnóstico de PCA se observa en forma mayoritaria en el sexo masculino el 70,0% (n=14/20) mediante el ecocardiograma y el 63,2% (n=12/19) mediante la AngioTac (ver tabla 8).

Tabla 8. Relación de la Persistencia Conducto Arterioso diagnosticada por ecocardiograma y confirmada por AngioTac cardíaca

PCA	Ecocardiograma	AngioTac
Masculino	14	12
Femenino	6	7
Total	20	19

Fuente: los autores.

DISCUSIÓN

Del total de los pacientes diagnosticados de CoAo y PCA por ecocardiografía los pertenecientes al sexo masculino guardan una relación de 1.9:1 en relación al sexo femenino, lo que tiene relación con los estudios y la literatura a nivel mundial que indica que la incidencia de estas patologías es más prevalente en pacientes del sexo masculino (11,12). En el estudio realizado por Figueroa et al, las cardiopatías congénitas que se hallaron a través de ecocardiograma durante 11 años fueron 4.182, de ellas 3.684 fueron acianógenas (88%) y 498 cianógenas (12%), siendo la PCA la más frecuente (19.7%), de estos pacientes el 63.4% fueron del sexo masculino mientras que el restante correspondió al sexo femenino ⁽¹⁰⁾. En nuestro

estudio se evidencia que la patología más prevalente es la CoAo (60,0%) en relación a la PCA (34,0%).

Respecto a la detección de CoAo se evidencia que de la población estudiada el diagnóstico positivo por ecocardiografía correspondió al 66,0% (n=33/50) por ecocardiografía mientras que al realizarse la AngioTC cardíaca su confirmación corresponde al 44,0% (n=22/50). En el estudio realizado por Sun et al, se analizaron retrospectivamente las apariencias ecocardiográficas de 53 pacientes con CoA que se habían sometido a cirugía durante un período de 5 años, desde enero de 2008 hasta octubre de 2012, y los resultados se compararon con los hallazgos de la cirugía. De los 53 pacientes operados, 48 fueron diagnosticados correctamente preoperatoriamente mediante ecocardiografía, mientras que dos fueron diagnosticados erróneamente como arco aórtico interrumpido y el diagnóstico no se realizó en otros tres pacientes. Por tanto, la tasa de precisión diagnóstica fue del 90,6% y la tasa de diagnóstico erróneo fue del 9,4% ⁽¹⁶⁾.

En relación a la detección de PCA se evidencia que de la población en estudio el diagnóstico positivo por ecocardiografía corresponde al 40,0% (n=20/50) por ecocardiografía mientras que al realizarse la AngioTC cardíaca su confirmación corresponde al 38,0% (n=19/50). De acuerdo a Polania et al, la incidencia de PCA se ha reportado entre el 50 al 70 % de recién nacidos pretérmino, en su estudio; se analizaron 200 casos, 47 (23.5%) de término, 62 (31%) prematuros tardíos, 66 (33%) prematuros y 25 (12.5%) prematuros extremos. En los neonatos de término, el conducto arterioso se diagnosticó en el 90% de los casos durante la primera semana, a diferencia de los prematuros, en quienes varió entre la segunda y tercera semanas ⁽¹⁵⁾.

Una limitación que existe en cuanto al estudio de imagen de cardiopatías congénitas en nuestro medio es la falta de estandarización de por ejemplo, predictores de riesgo de desarrollo de coartación de aorta en el contexto de pacientes con PCA; en el estudio desarrollado por Peng et al, se describe al CSAi (índice arterial aórtico subclavio), una medida simple y reproducible, que puede identificar a los neonatos en riesgo de coartación aórtica incluso en presencia de un PCA, evitar múltiples evaluaciones ecocardiográficas y, por lo tanto, guiar la utilización adecuada de los recursos. En este estudio, el CSAi fue inferior en el grupo de coartación (p = 0,014), y un valor de corte inferior a 0,85 arrojó una sensibilidad de 0,83 y una especificidad de 0,86 para la coartación en cuanto a esta medida ⁽¹⁷⁾.

CONCLUSIONES

Al analizar los resultados obtenidos se puede concluir que en el diagnóstico de la CoAo la ecocardiografía presentó una sobre estimación de la patología al compararse con los informes de los estudios de AngioTac cardíaca realizada para confirmar la CoAo. Con respecto al diagnóstico de la PCA la ecocardiografía presentó un diagnóstico más certero de la patología al compararse con los informes de los estudios de AngioTac cardíaca realizada para confirmar la PCA. Esto debido a que el correcto diagnóstico de estas patologías se ven influenciadas por la técnica empleada por parte del médico cardiólogo que realiza el estudio. Finalmente, la sospecha diagnóstica y la confirmación de la patología guarda relación con lo que indica la literatura en relación al diagnóstico oportuno a temprana edad. Resulta necesario la capacitación permanente de los médicos que realizan los estudios de ecocardiografía para evitar errores en la valoración inicial por este método de imagen, con el fin de que se realice un diagnóstico a temprana edad y que para su confirmación se envíen a los pacientes estrictamente necesarios a complementar con la prueba de AngioTac cardíacas.

Limitaciones teóricas y metodológicas del estudio: en la elaboración del presente estudio, los métodos diagnósticos descritos fueron realizados por profesionales de la salud, a sabiendas que la ecografía es un examen operador dependiente y por otro lado, la visualización correcta a través de una angio-Tac requiere de una experticia por parte de los profesionales; por ende una limitación que se tiene es la capacidad del médico de discernir en cuanto al diagnóstico correcto de la cardiopatía congénita. Por otro lado, otra limitación es la falta de control en cuanto al diagnóstico inicial del paciente que resulta en muchas ocasiones en intervenciones sin fundamento.

Por ende, resulta de importancia tener métodos de estandarización en cuanto a la toma de imágenes diagnósticas y su adecuada interpretación. Además, se sugiere tomar en cuenta a un número mayor de años del estudio para así poder tener una muestra más significativa y de esa manera detallar mejor el impacto de estas modalidades de imagen en cuanto al diagnóstico de cardiopatías congénitas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Freire, Guillermo. Correlación en el diagnóstico de coartación aórtica y persistencia del conducto arterioso detectados en ecocardiograma y confirmados por AngioTac cardíaca en pacientes que acuden al hospital de niños Baca Ortiz en el periodo de

- enero 2019 a junio del 2022. Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador. 2024. Disponible en: <https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c742bf8c-e0a4-4cfe-b422-d43e4ad641bb/content>,
- Núñez AM, Robalino SA. Ductus arterioso persistente en neonatos pretérminos. Análisis del tratamiento en la unidad de cuidados intensivos neonatales en el Hospital General Guasmo Sur durante el período 2017 - 2018. [Guayaquil]: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2020.
 - Reinoso KA, Fabregas R, Mendoza FA, Mindiola D. Coartación aórtica, diagnóstico y tratamiento. RECIMUNDO [Internet]. 2021 Apr 1;5(2):4-15.
 - Mcleod G, Shum K, Gupta T, Chakravorty S, Kachur S, Bienvenu L, et al. Echocardiography in Congenital Heart Disease. *Prog Cardiovasc Dis*. 2018 Nov-Dec;61(5-6):468-475. doi: 10.1016/j.pcad.2018.11.004.
 - Wals A, Rodríguez MJ, Gallego P. Técnicas de imagen en la coartación de aorta. *Revista de ecocardiografía práctica y otras técnicas de imagen cardíaca*. 2020 Mar;3(1):7-13.
 - Gutiérrez A, Andrés M, Ayerza A, Palanca D, López M, Jiménez L. Coartación de aorta en neonatos y lactantes menores de 2 meses: resultados terapéuticos en los últimos 6 años en un hospital terciario. *Bol Pediatr Arag Rioj Sor*. 2020;50:85-90.
 - Mattos SDS, Moser L, Diogenes T, Severi R, de Araújo JS, Albuquerque FCL, et al. Echocardiography Learning by Pediatricians While Screening Congenital Heart Disease with the Aid of Telemedicine. *Telemed J E Health*. 2020 Dec;26(12):1449-1454. doi: 10.1089/tmj.2019.0196.
 - Kulkarni A, Hsu HH, Ou P, Kutty S. Computed Tomography in Congenital Heart Disease: Clinical Applications and Technical Considerations. *Echocardiography*. 2016 Apr;33(4):629-40. doi: 10.1111/echo.13147.
 - Sanabria AB, Espejo S, Blanco M, Fernández IM, Martín C, Mateos R. Cardiopatías congénitas como causa de hipertensión pulmonar en el adulto. Aportación de la tomografía computarizada. *SERAM*. 2018.
 - De Rubens-Figueroa J, Ceballos-Cantú JC, López-Ornelas AF, Vazquez-Perdomo M, Pablos-Hach JL. Frequency of 4,544 children with congenital and acquired heart disease. Echocardiographic study [Frecuencia de cardiopatías congénitas y adquiridas en 4,544 niños. Estudio basado en ecocardiografía]. *Arch Cardiol Mex*. 2021 Nov 1;91(4):407-414. Spanish. doi: 10.24875/ACM.20000166.
 - Ardila D, Rincón A, García L, Gracia G, Zarante I. Prevalencia de coartación aórtica en Bogotá-Colombia de 2001 a 2018. El diagnóstico debe mejorar [Prevalence of aortic coarctation in Bogotá-Colombia from 2001 to 2018. The diagnostic needs to improve]. *Arch Cardiol Mex*. 2022 Apr 4;92(2):196-202. doi: 10.24875/ACM.20000515.
 - Aguilar-Segura, Perla Roxana, Márquez-González, Horacio, Antúnez-Sánchez, Sandra Patricia, et al. Correlación entre la resonancia magnética y la ecocardiografía transtorácica en la evaluación de la insuficiencia pulmonar en pacientes pediátricos con cardiopatía congénita. *Revista Colombiana de Cardiología*, 23(4), 2016. 334-339. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2015.10.010>
 - Koestenberger M. Transthoracic echocardiography in children and young adults with congenital heart disease. *ISRN Pediatr*. 2012;2012:753481. doi: 10.5402/2012/753481. Epub 2012 Jun 13.
 - Murales-Castillo, Fernando A. Características de los pacientes pediátricos operados de coartación aórtica en los años 2009 a 2018 en el Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. *Archivos de cardiología de México*, 90(4), 436-441. Epub 10 de febrero de 2021. <https://doi.org/10.24875/acm.19000361>
 - Polania M, Rodríguez G, Zamorano C, Sánchez L. Diagnóstico ecocardiográfico de persistencia del conducto arterioso en recién nacidos hospitalizados en la Unidad de Cuidados intensivos neonatales. *An Med (Mex)* 2015; 60 (3): 185-190
 - Sun Z, Cheng TO, Li L, Zhang L, Wang X, Dong N, Lv Q, Li K, Yuan L, Wang J, Xie M. Diagnostic Value of Transthoracic Echocardiography in Patients with Coarctation of Aorta: The Chinese Experience in 53 Patients Studied between 2008 and 2012 in One Major Medical Center. *PLoS One*. 2015 Jun 1;10(6):e0127399. doi: 10.1371/journal.pone.0127399.
 - Peng DM, Punn R, Maeda K, Selamet Tierney ES. Diagnosing Neonatal Aortic Coarctation in the Setting of Patent Ductus Arteriosus. *Ann Thorac Surg*. 2016 Mar;101(3):1005-10. doi: 10.1016/j.athoracsur.2015.09.050.