



GUÍA ECOCARDIOGRAFÍA FETAL CERPO

Dra. Patricia Acosta Vásquez
Programa Especialización Medicina Materno Fetal,
Facultad de Medicina, Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

La ecocardiografía fetal es una evaluación detallada de la estructura y función cardíaca, que generalmente se realiza entre las 18-22 semanas, sin embargo, se considera que la máxima calidad de imagen se logra entre las 26-30 semanas (1).

Para llevar a cabo esta exploración se requiere utilizar el modo B (bidimensional), M (“time motion”), Doppler color y pulsado, los cuales pueden requerir ajustes para optimizar la calidad de imagen. Más recientemente se ha descrito el Doppler tisular, sin embargo, no se dispone de esta tecnología en CERPO. Respecto a los planos de corte para la evaluación, en general se utiliza los mismos cortes de cribado descritos por Yagel, agregándose cortes adicionales tanto en el plano axial como sagitales que detallaremos más adelante (2,3).

La medición de las distintas estructuras del corazón y de las grandes arterias, y su variación respecto a lo normal constituye cada vez más un punto importante en la exploración ecocardiográfica fetal, así como su utilidad para la evaluación de lesiones progresivas. Para ello, es importante sistematizar adecuadamente la forma de medir las estructuras de modo que se reduzca la variabilidad intra e inter observador, con el fin de que los resultados obtenidos sean extrapolables. Se han descrito diversas formas para estandarizar las medidas a lo largo de la gestación, siendo las más utilizadas el ajuste por edad gestacional, peso fetal estimado, diámetro biparietal y longitud del fémur (4-7). Actualmente, independiente del parámetro de ajuste, se aconseja expresar las mediciones en z-score, ya que permiten que sean comparables independiente de la edad gestacional en que se lleve a cabo la exploración, en donde $-1,96$ equivale al p2 y $+1,96$ equivale al p97. (Anexo 1: Correlación entre percentiles y z-score)

El objetivo de la presente guía es estandarizar la evaluación ecocardiográfica fetal en CERPO, con el fin de facilitar la interpretación de los resultados, que éstos sean de utilidad para la vida postnatal y mantener la docencia de los profesionales en formación con altos estándares de calidad.

Por último, es importante señalar que la duración del examen debe ser de al menos 30- 45 minutos e intentar realizar una evaluación cardíaca completa, sin embargo, hay que considerar que no siempre es posible en una sola consulta.



EVALUACIÓN BÁSICA

Según la última actualización de la guía AIUM (American institute of ultrasound in medicine) del 2020 en colaboración con otras sociedades de obstetricia, medicina fetal y radiología, el enfoque básico implica la evaluación de 4 áreas básicas que incluyen situs, atrios, ventrículos y las grandes arterias con sus conexiones, y este análisis incluye (2):

1. Evaluación inicial de la orientación derecha/izquierda fetal

2. Situs visceral/ abdominal

- Posición del estómago, vena porta, Aorta descendente y VCI en corte axial del abdomen
- Posición cardíaca y orientación del ápex

3. Atrios

- Situs
- Conexiones venosas sistémica y pulmonar
- Anatomía del sistema venoso, incluyendo la variaciones normales y anormales (ej: ductus venoso)
- Anatomía de las venas pulmonares, conexión normal de al menos una vena pulmonar derecha y una izquierda
- Anatomía atrial, incluye septum, foramen oval y septum primum

4. Ventrículos

- Posición
- Conexiones atrioventriculares (incluyendo inserción desigual válvulas mitral y tricuspidea)
- Anatomía de los ventrículo y del septo interventricular
- Evaluación del tamaño relativo y absoluto
- Función sistólica
- Pericardio

5. Grandes arterias (aorta, tronco y ramas pulmonares, y ductus arterioso)

- Conexiones ventriculares
- El tamaño, permeabilidad, y flujo del vaso (velocidad y dirección del flujo)
- Tamaño relativo y absoluto del istmo aórtico y ductus arterioso
- Bifurcación de la arteria pulmonar
- Posición relativa del arco aórtico y ductus arterioso en relación a la tráquea

6. Unión atrio-ventricular

- Anatomía, tamaño y función de las válvulas AV (ej: mitral, tricuspidea o común)

7. Unión ventrículo-arterial

- Anatomía, tamaño y función de las válvulas semilunares (ej: aórticas, pulmonares, truncal), incluyendo la evaluación e la región subpulmonar y aórtica.

TÉCNICA DE EXPLORACIÓN

Para llevar a cabo esta exploración, idealmente se deben obtener los corte de abdomen, 4 cámaras (incluyendo la visualización de las venas pulmonares), los tractos de salida del ventrículo izquierdo y derecho, 2 variantes del corte de 3 vasos (una demuestra la bifurcación del tronco pulmonar y un plano superior que muestra el arco ductal), 3 vasos tráquea, 2 cortes de eje cortos (“bajo” para ventriculos y “alto” para tractos de salida) y 3 cortes

sagitales que permitan la visualización del arco aórtico, ductal y CVS e inferior. El corte de eje largo se considera opcional, en caso que sea clínicamente relevante. (Figura 1,2 y 3)

El uso de Doppler esta indicado para evaluar las siguientes estructuras que potencialmente pueden presentar una alteración de flujo(2):

DOPPLER COLOR	DOPPLER PULSADO
<ul style="list-style-type: none"> - Venas sistémicas (CVS, CVI y DV) - Venas pulmonares (al menos 2) - Septo atrial y foramen oval - Válvulas AV - Septo ventricular - Válvulas semilunares - Arco ductal - Arco aórtico 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas AV derecha e izquierda - Válvulas semilunares derecha e izquierda - Venas pulmonares - Ductus venoso - Sospecha de anomalía estructural o de flujo al Doppler color - Si es clínicamente relevante: ductus arterioso, venas sistémicas, itsmo aórtico, arterias pulmonares, art. Cerebral media, umbilical o vena umbilical

Figura 1: Cortes axiales

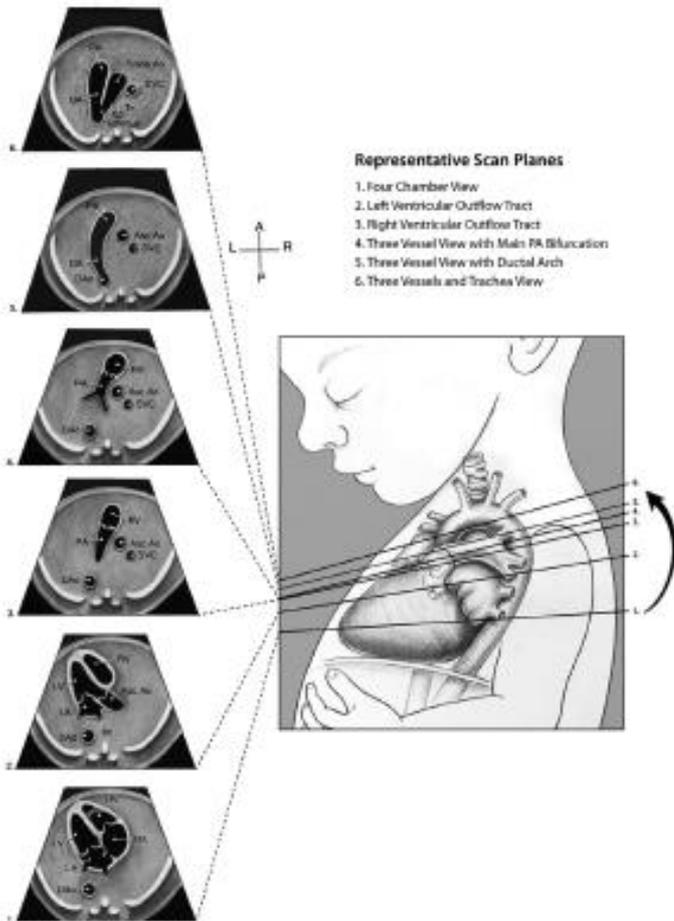


Figura 2: cortes adicionales

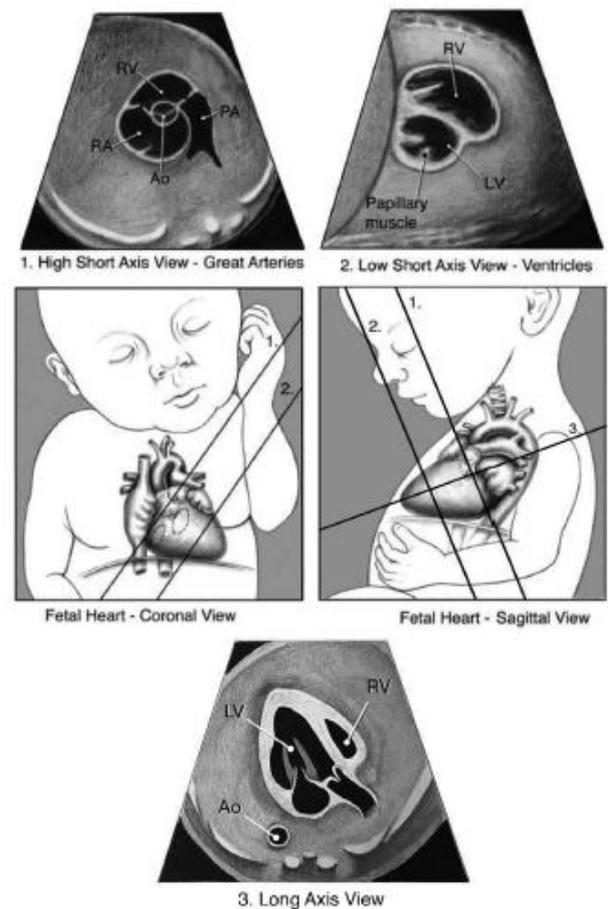
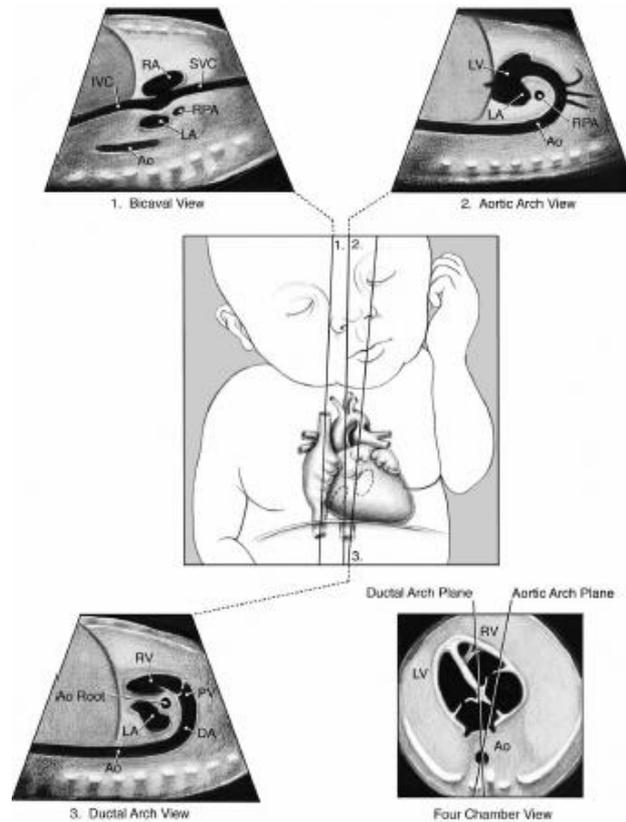


Figura 3: cortes sagitales



I EVALUACIÓN GENERAL

Presentación y posición fetal: permite la evaluación inicial de la orientación derecha/ izquierda fetal.

Localización de la placenta

Volumen de líquido amniótico: un aumento o disminución puede limitar la evaluación y pueden ser signos de insuficiencia cardíaca y/o placentaria.

Movimientos fetales: un aumento puede limitar la evaluación pero también es útil para valorar el bienestar fetal.

Cordón umbilical: número de vasos

II. EVALUACIÓN DE LA FRECUENCIA Y RITMO CARDÍACO

Frecuencia y ritmo cardíaco fetal: mediante medición de la longitud de un ciclo cardíaco obtenido por Doppler pulsado o modo M. La FCF normal a mitad de la gestación es entre 120 – 180lpm. En caso de bradicardia o taquicardia o si el ritmo es irregular, se debe detallar en la FC auricular y ventricular por separado y detallar la relación auricular y ventricular así como los intervalos AV y VA (1,8).

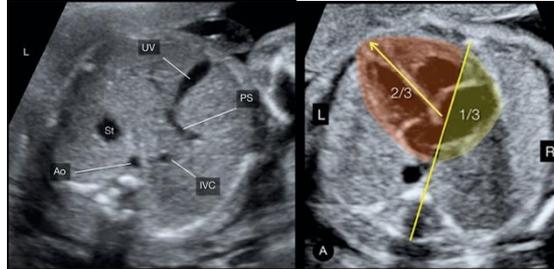
III. SITUS, POSICIÓN Y TAMAÑO CARDIACO

Situs visceral/ abdominal: posición vísceras y aurículas en relación con el plano sagital de división del organismo. Observar posición del estómago, vena porta, aorta descendente y VCI en corte axial del abdomen.

Posición cardíaca: lugar que ocupa en el tórax (levocardia, mesocardia, dextrocardia).

Orientación del ápex: hacia donde apunta el ápex (levoápex, mesoápex, retroápex).

Eje cardíaco: La línea que se prolonga del septo interventricular forma ángulo $45 \pm 10^\circ$ con la línea que atraviesa el tórax fetal por la línea media. Deja aproximadamente $2/3$ del corazón a izquierda (levocardia) y $1/3$ a derecha.



IV EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CUALITATIVA

- **Primer corte: 4 cámaras**

La visión óptima se obtiene cuando el vertice cardíaco está hacia arriba, hacia el transductor. Sin embargo, la evaluación de los tabiques auriculares y ventriculares, y el espesor de la pared son mejorados cuando el haz de ultrasonido es tangencial o perpendicular a estas estructuras.

Situs y anatomía atrial: Aurícula derecha (AD) presenta una morfología más redondeada, con oscilaciones hacia arriba o abajo del transductor se puede identificar las desembocaduras de las VC superior e inferior, y la orejuela más redondeada. La aurícula izquierda (AI) es más posterior y su orejuela es más picuda. El tamaño de ambas debe ser similar.

Venas pulmonares, conexión normal de al menos una vena pulmonar derecha y una izquierda: Llegada de al menos 2 venas a la AI, utilizar el Doppler color y pulsado para verificar flujo anterógrado y una onda venosa.

Posición y anatomía ventricular: ventrículo derecho (VD) es anterior y de morfología rugosa por la presencia de la banda moderadora (confluencia de los músculos papilares desde el septo IV a la pared libre a nivel de la porción más apical), mientras que el izquierdo es liso y su cavidad conforma el ápex. Ambas cavidades tienen un tamaño similar.

Conexiones atrioventriculares (AV): visualizar la inserción de ambos anillos valvulares, siendo la tricúspide más apical, de modo que existe una porción del septo interventricular (IV) que comparten el VI con la AD. Se debe observar la apertura de las válvulas durante el diástole (“desaparencen”).

Septum, foramen oval y septum primum: La membrana del foramen oval es la parte móvil del septum primum y aletea hacia la AI, su tamaño debe ser aproximadamente $1/3$ del septo interauricular y similar al de la aorta durante toda la gestación (9).

Anatomía del septo interventricular: $2/3$ apical corresponde a la porción muscular y el $1/3$ proximal a la porción membranosa, que suele ser difícil de ver en una vista apical por lo que se recomienda evaluar su integridad en un corte de 4 cámaras con el corazón transverso, en TSVI y en el eje corto. Asociar evaluación con Doppler color.

Presencia de derrame: se considera fisiológico si este es menor de 2 mm y que no sobrepase el nivel de las válvulas AV.

- **Segundo corte: tracto de salida del ventrículo izquierdo**

Conexión ventrículo-arterial: salida de la aorta como prolongación septo IV, se complementa la evaluación de la porción membranosa de septo IV para descartar defectos de salida. La aorta se dirige hacia posterior y derecha del tórax.

Integridad mitro-aórtica

Tamaño y función de la válvula aórtica: las valvas se abren libremente, flujo presente y anterógrado al Doppler color.



- **Tercer corte: tracto de salida del ventrículo derecho**

Conexión ventrículo-arterial: salida de la arteria pulmonar en la parte más central del VD y posteriormente se divide en sus 2 ramas, derecha e izquierda, y en el ductus arterioso que aparece como una prolongación del tronco pulmonar.

Tamaño y función de la válvula pulmonar: las valvas se abren libremente, flujo presente y anterógrado al Doppler color.

- **Cuarto y quinto corte: 3 vasos (y variantes) y 3 vasos tráquea**

El tamaño, permeabilidad, y flujo del vaso: en estos planos visualizamos de izquierda a derecha: arteria pulmonar- ductus arterioso, aorta- istmo aórtico y VCS. El Doppler color nos permite evaluar el flujo anterógrado.

Posición relativa del arco aórtico y ductus arterioso en relación a la tráquea: la tráquea se ubica posterior a la VCS, y la derecha del istmo aórtico.

Tamaño relativo del istmo aórtico y ductus arterioso

- **Cortes parasagittales izquierdos: arco aórtico y ductal**

El arco aórtico se distingue del ductal porque presenta una curvatura más cerrada y por el nacimiento de los troncos supraaórticos: la primera es la arteria innominada o tronco braquicefálico, después la arteria carótida común izquierda y finalmente la arteria subclavia izquierda.

En el mismo plano parasagital, al movilizarnos levemente a izquierda, obtenemos el arco ductal formado por el VD, vena pulmonar y su continuación al ductus arterioso y finalmente la aorta descendente.

- **Corte parasagittal derecho: bicava**

Permite visualizar la entrada de ambas venas cavas y su desembocadura en la aurícula derecha.

IV EVALUACIÓN ESTRUCTURAL CUANTITATIVA (BIOMETRIA CARDÍACA)

La medición de las distintas estructuras se realiza en modo B y debe seguir los estándares usados para la creación de normogramas o z-score que se vaya a utilizar. En CERPO, utilizamos el programa de informe ecocardiográfico Viewpoint Expert que incluye los z-score creados por Schneider ajustados por EG, cuya salvedad es que no cuenta con ecuaciones para evaluación del tamaño de las aurículas, foramen oval ni istmo aórtico (4). Sin embargo, actualmente se disponen de nuevos estudios, con evaluación de un mayor número de fetos, que han publicado sus ecuaciones para el cálculo de z-score (4-6). Por último, también **existen paginas web que permiten el cálculo de z-score gratuito tanto para los valores biométricos cardíacos y Doppler pulsado**, y Apps que son pagados :

- <https://www.perinatology.com/calculators/Fetal%20Echocardiogram%20Z%20Score%20Calculator.html>:

cálculo de z-score según las referencias (5,7,10)

- <http://fetal.parameterz.com/>: utiliza 8 referencias distintas, de las citadas aquí la 5 y 7.

- Apps Cardio Z: valor 7,99 libras.

Hasta la fecha, no existe consenso respecto a cuales serían las mediciones biométricas básicas a realizar en toda ecocardiografía fetal. La guía AIUM recomienda medir los anillos de las válvulas AV y semilunares en toda exploración, y en caso de sospechar alguna anomalía estructural y/o funcional, se pueden adicionar otras.

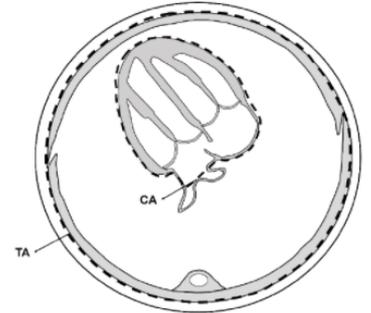
A continuación describiremos los diferentes estándares de medición de cada estructura, el Anexo 2 contiene las ecuaciones para la determinación de z-score en biometría cardíaca fetal ajustado por EG.

Tamaño cardíaco

En CERPO se utiliza la evaluación del índice cardio torácico. Se realiza en un corte de 4 cámaras donde se observe la totalidad del tórax.

- **Área cardíaca:** medición con elipse. (Anexo 3: tabla percentiles según EG)
- **Índice área cardíaca/ área torácica:** en la medición del área torácica el elipse engloba la región externa de la parrilla costal, sin incluir la piel, en general se considera normal bajo 1/3 (6,8).

La determinación de cardiomegalia relativa o absoluta mediante evaluación de percentiles ajustados según EG o peso fetal estimado, o ratio cardior torácico sobre p95 según curvas de referencia (8).



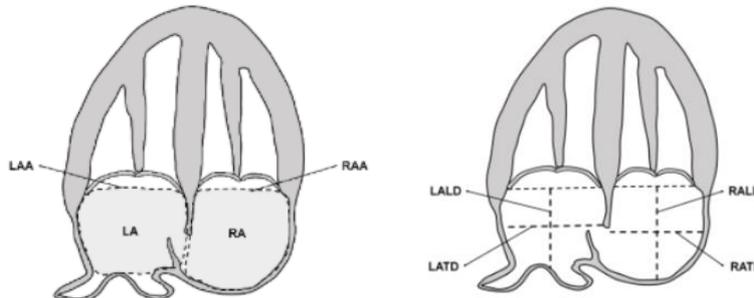
Tamaño auricular

Se debe realizar en fin de sístole cuando son de mayor tamaño (previo apertura de las válvulas AV) y puede ser (6):

Medición de área auricular: contorno manual excluyendo de la medición las válvulas AV, FO y las venas pulmonares y cavas en la aurícula izquierda y derecha.

Medición de los diámetros auriculares: longitudinal desde la pared inferior hasta el nivel de los anillo AV y transversos desde el septo interauricular a la pared lateral de cada aurícula.

Se aconseja la evaluación cuantitativa del tamaño ventricular en caso en que se sospecha alguna alteración en la evaluación cualitativa y utilizando preferentemente el área.



Foramen oval

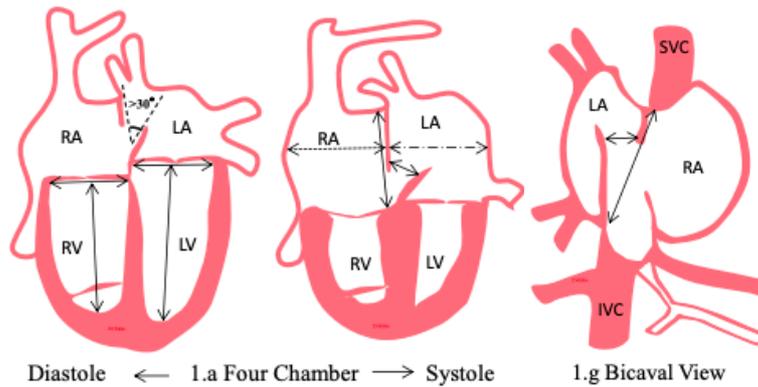
Se describen 2 tipos de mediciones:

Longitud FO: corresponde al tamaño del a fosita oval, se realizarse preferentemente en un corte de 4 cámaras transverso, cuya longitud es aproximadamente 1/3 del septo IA y similar al de la aorta durante toda la gestación (9).

Salida del FO: distancia entre septum secundum y primum en sístole, en un corte de 4 cámaras o bicava. El diámetro medio de la salida del FO desde las 18 semanas es de 3 mm hasta 6 mm a las 32 semanas, y posteriormente aumenta discretamente (11). Se aconseja realizar esta medición si se quiere evaluar el real tamaño de la FO.



Considerar un FO restrictivo, cuando la salida del FO es < 2,5mm, ratio longitud FO/septo IA es <0,33, diámetro FO/aorta ascendente es <0,52 o Doppler FO >40cm/s. (12).



Anillos válvulas auriculoventriculares

Se deben medir en diástole a nivel de su inserción, de pared interna a interna. (punto 1 en la figura izquierda)

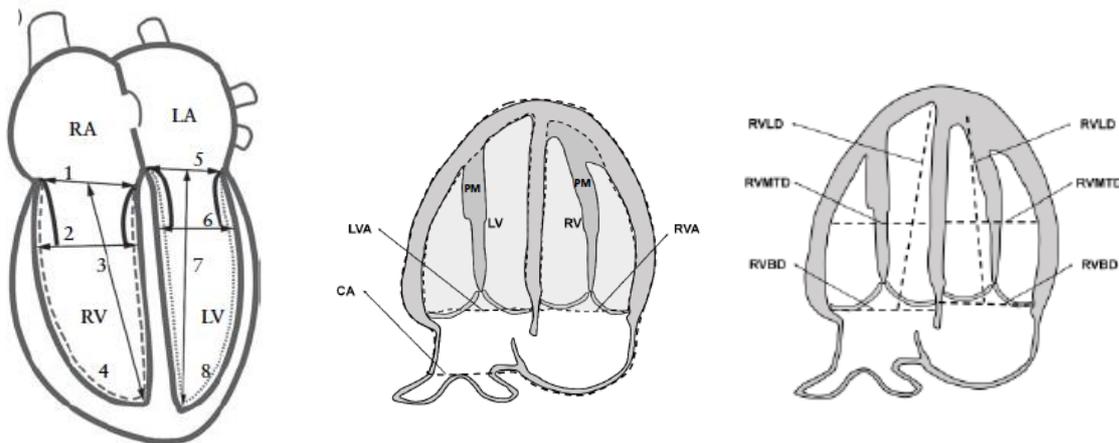
Tamaño ventricular

La biometría ventricular puede realizarse en diástole con válvulas abiertas (4) (punto 2 de la figura izquierda) o al fin de diástole (6) (figura central y derecha), con el ventrículo en su máxima distensión y válvula AV cerradas, en un corte apical o basal.

Medición de área ventricular: contorno manual de las cavidades incluyendo el endocardio y los músculos papilares, y para el área del VD además incluir la banda moderadora (6).

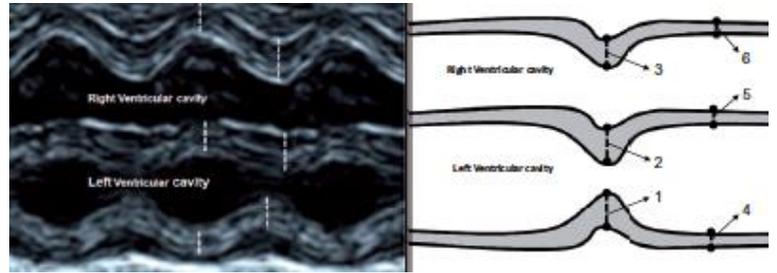
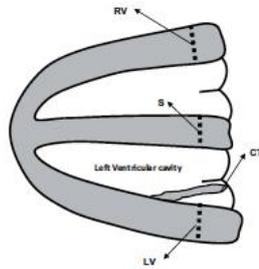
Medición de diámetros ventriculares: longitudinal medir desde los anillos valvulares hasta la región más apical del ventrículo, incluyendo el endocardio, y el transverso se puede medirse a nivel de los bordes libres de las valvas AV (4), basal o medio del ventrículo (6).

Se sugiere medir en caso de sospechar una alteración en la evaluación cualitativa. El cociente diámetro transverso VD/VI >1,4 se considera anormal.



Grosor del miocardio

La medición de los grosores de las paredes ventriculares debe realizarse en un corte de 4 cámaras lateral a fin de diástole, a nivel de la coaptación de las válvulas AV, en modo B o M, siendo ambas técnicas altamente reproducibles. Los calíper se posicionan en el borde del epi y endocardio (13).



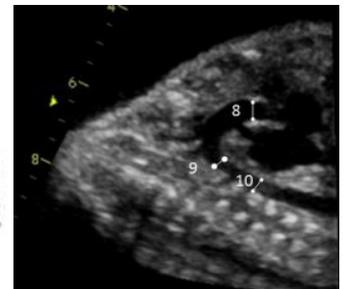
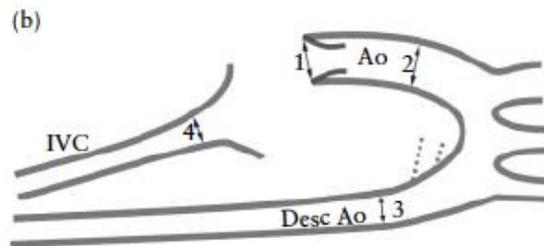
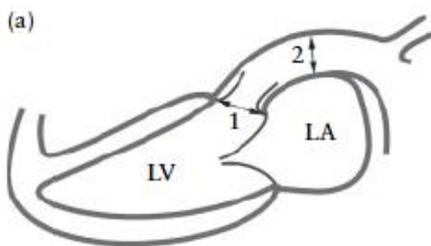
Biometría de tractos de salida

Anillo válvula aórtica: se realiza en un corte de eje largo transversal, visualizando la aorta ascendente en un sentido horizontal. la medición se realiza en sístole con la válvula abierta a nivel del anillo (punto 1 de la imagen izquierda) (4-6)

Aorta ascendente: realizar en un corte sagital, a mitad de distancia entre la válvula aórtica y el tronco braquiocéfálico (punto 2 de la figura izquierda y central y punto 8 de la imagen derecha)

Istmo aórtico: medir inmediatamente posterior al nacimiento de la subclavia izquierda en un corte sagital (punto 9, imagen derecha)(5).

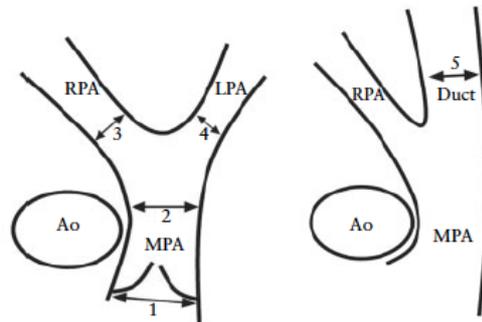
Aorta descendente: debe medirse distal a la arteria subclavia izquierda y ductus arterioso (punto 10, imagen derecha)



Anillo válvula pulmonar: Se realiza idealmente en un corte de eje corto, en sístole y a nivel del anillo (punto 1 de la figura).

Arteria Pulmonar y sus ramas: la arteria pulmonar se mide en su porción media entre la válvula y su bifurcación(punto 2 de la figura), y las ramas inmediatamente después de su nacimiento (punto 3 y 4 de la figura)

Ductus arterioso: en un corte oblicuo del eje corto se visualiza el DA en continuidad con la arteria pulmonar, se mide posterior a la bifurcación de ésta (punto 5 de la figura).



* Cálculo de riesgo de Coartación aórtica (CoAo)

El diagnóstico prenatal de la CoAo está asociado a una alta tasa de falsos positivos, puesto que se basa en signos ecográficos indirectos, principalmente en la existencia de una asimetría cardíaca con dominancia derecha cuyo valor predictivo positivo varía entre 60-86% en el segundo trimestre y 10-41% en el tercero, puesto que esta asimetría puede encontrarse también en fetos normales en etapas tardías de la gestación.

Gómez Montes y col. (14), diseñaron un score multiparamétrico con el cual es posible determinar la probabilidad CoAo en fetos con asimetría ventricular de predominio derecho, aislada y simple detectada en el 2^o-3^o trimestre:

Parámetro predictivo	Punto de corte	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	LR (+) (IC 95%)	LR (-) (IC 95%)
Edad gestacional (semanas)	≤ 28	78	82	4.3 (2.0 – 8.8)	0.3 (0.1 – 0.5)
z-score Aorta ascendente	≤ -1.5	73	74	2.8 (1.4 – 5.6)	0.4 (0.2 – 0.7)
z-score Istmo aórtico (3VT)	≤ -2	59	67	1.8 (0.8 – 3.8)	0.6 (0.3 – 1.2)
Anillo pulmonar/anillo aórtico	≥ 1.6	76	58	1.8 (1.1 – 3.1)	0.4 (0.2 – 0.9)

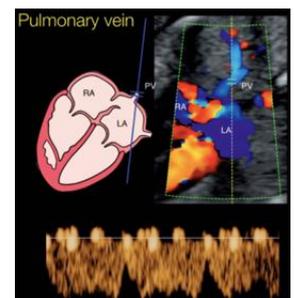
Empleando estos LR se puede estimar la probabilidad post-test de la CoAo, teniendo en cuenta la odds pre-test de la población del estudio. En CERPO se recomienda calcular la probabilidad de CoAo frente a la sospecha, con la calculadora diseñada por el Dr. Álvaro Sepúlveda, basada este estudio.

IV EVALUACIÓN CON DOPPLER PULSADO

Anexo 4: Ecuaciones para cálculo de z-score de Doppler pulsado

Doppler de venas pulmonares

Se visualizan en su entrada a la AI. La vena pulmonar derecha inferior se observa en un corte de 4 cámaras basal y la izquierda inferior en un corte 4 cámaras transverso. Utilizando el Doppler color en los cortes descritos es posible visualizar su flujo. El volumen de muestra debe ubicarse en el parenquima pulmonar, justo antes de la entrada a la aurícula. La forma de su onda es similar al ductus venoso, trifásica y con flujo anterógrado durante todo el ciclo cardíaco. La velocidad sistólica (S) y diastólica



(D) son similares y van aumentando durante la gestación de 10 a 30-40cm/seg al término (8).

Su utilidad clínica se basa en la evaluación del drenaje venoso pulmonar, aunque también se ha observado un cambio en los patrones de flujo en SHVI con FO restrictivo, como un aumento índice S/D, que reflejan la hipertensión auricular (15).

Doppler del Foramen oval

El flujo es bidireccional aunque preferentemente de derecha a izquierda con velocidades entre 20-40cm/seg (9,11). Evaluar con volumen de muestra de 2 mm y posicionar en la apertura del FO. En general se considera normal con velocidades bajo 40cm/seg.

Peak de velocidad sistólica en las válvulas semilunares

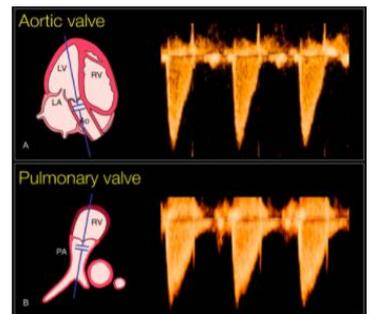
Las velocidades de flujo de los tractos de salida reflejan el estado de resistencia vascular periférica. En el caso de la válvula aórtica, refleja la resistencia vascular en la parte superior del cuerpo del feto, incluido el cerebro, y en la válvula pulmonar se refleja la resistencia vascular de la parte inferior del cuerpo del feto y de la placenta (1). Las ondas de velocidades de la arterias aorta y pulmonar son monofásicas y el peak de velocidad sistólica es reflejo de la contractilidad miocárdica, del tamaño del anillo valvular, la precarga y postcarga.

Los valores normales varían con la edad gestacional, pero en general se consideran normales entre 60-120cm/seg, siendo mayor en la aorta que en la pulmonar (8). La mayor utilidad clínica es para el diagnóstico de estenosis valvular y coartación de la aorta.

Válvula aórtica: corte de 5 cámaras apical o basal, ubicar el volumen de muestra en la aorta, distal al anillo valvular, con un ángulo de isonación $<20^\circ$ de la dirección del flujo. Mejora la toma el uso concomitante del Doppler color y posicionar el volumen de muestra en la zona con colores más brillantes.

Válvula pulmonar: corte de eje corto o variante 3 vasos, con la misma técnica que la válvula aórtica.

Los valores normales varían con la EG, pero en general se consideran normales entre 60-120cm/seg, siendo mayor en la aorta que en la pulmonar (8).

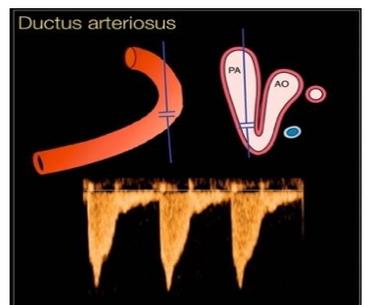


Doppler del ductus arterioso

Inicialmente, el objetivo de su evaluación fue determinar su contricción o cierre intrauterino ya sea de forma espontánea (raro) o secundario a uso de antiinflamatorios no esteroideos. Otra aplicación es la presencia de cardiopatías congénitas en las que postanatalmente, la circulación pulmonar depende del ductus arterioso.

El DA puede visualizarse bien en 2 planos, el parasagital y 3VT. El volumen de muestra se debe poner en la unión entre la arteria pulmonar y DA, la cual es reconocible por un ligero estrechamiento y al Doppler color muestra aliasing por tener altas velocidades. El peak de velocidad sistólica es la más alta del feto, con rangos entre 80-140cm/s durante la segunda mitad del embarazo (7,16).

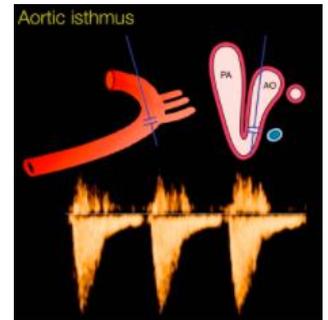
En presencia de contricción, la forma de la onda cambia, su velocidad máxima esta sobre 200cm/s al término del embarazo y el IP desciende bajo 1,8- 1,9 (7,8,16).



Doppler del Istmo aórtico

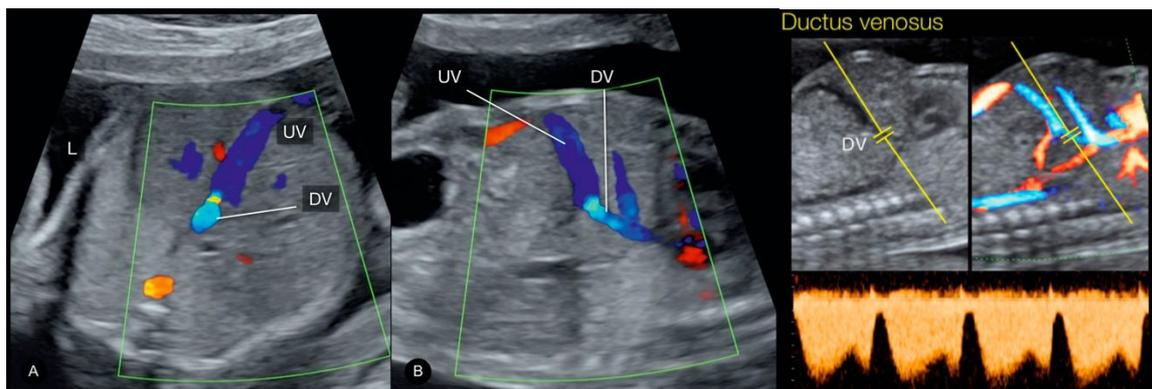
Puede visualizarse en un corte sagital del arco aórtico o 3 vasos tráquea. La mejor localización del volumen de muestra es distal a la arteria subclavia izquierda y proximal al sitio de conexión del ductus arterioso con la aorta descendente (5,8).

Su exploración se ha utilizado en fetos con restricción de crecimiento, donde el efecto de redistribución de flujo central puede llevar a una desviación de sangre desde el ductus arterioso y la aorta descendente, observándose un flujo reverso en el istmo aórtico en diástole. También se ha observado este flujo reverso en anomalías cardíacas con obstrucción del flujo de salida como la hipoplasia del ventrículo izquierdo y estenosis aórtica crítica (8) (Anexo 5: rangos de IP y velocidad máxima según EG). En general su velocidad máxima está entorno a 100cm/seg durante toda la gestación



Doppler del ductus venoso

Evaluación de su presencia mediante Doppler color es mandatorio, sin embargo su evaluación cuantitativa (mediante IP) puede considerarse opcional en caso que el resto de la exploración sea normal. Se puede evaluar en un corte parasagital o axial oblicua. La forma de onda es tri-fásica: peak sistólico (S), peak diastólico (D) y un nadir concomitante a la contracción auricular (a). Normalmente, el flujo es anterógrado durante todo el ciclo y al ser estrecho (2 mm al final de la gestación) proyecta un flujo de alta velocidad hacia el foramen oval. La velocidad máxima del DV aumenta desde 65cm/s a las 18 semanas a 75cm/s al término (8).



IV EVALUACIÓN DE LA FUNCIÓN CARDIACA

El corazón fetal es un órgano central en la adaptación en todas aquellas situaciones donde se vea desafiado su bienestar. Es por ello, que el estudio de la función cardíaca también puede ser útil en el diagnóstico y seguimiento no sólo frente a anomalías cardíacas estructurales, sino también en condiciones patológicas como la restricción del crecimiento fetal, síndrome transfusión feto-feto y diabetes materna (1). De esta forma, podría ayudar a predecir el pronóstico perinatal y cardiovascular a largo plazo.

Sin embargo, la disfunción cardíaca fetal suelen manifestarse de forma subclínica, por tanto la mayoría de los parámetros clásicos que se utilizan en la vida postnatal suelen ser normales en el feto. El fallo cardíaco puede traducirse en una disminución del gasto cardíaco o de la fracción de eyección, normalmente de aparición tardía, y esta frecuentemente asociado a otros signos como cardiomegalia, insuficiencia tricuspídea o hidrops (8). En base a esto, es que la guía AIUM no recomienda una evaluación cuantitativa de la función cardíaca de forma rutinaria sino sólo en los casos donde se sospeche que esta comprometida. Para ello, sugiere utilizar la fracción

de acortamiento, índice de función miocárdica y deformación miocárdica (strain) (2). Para este último parámetro se requiere Doppler tisular o 2D speckle tracking, los cuales no disponemos.

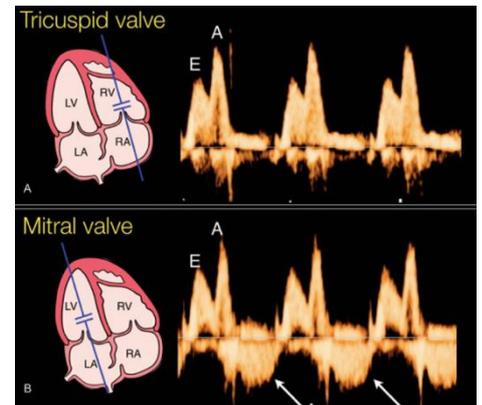
Describiremos las principales técnicas que se utilizan en CERPO:

Cociente E/A válvulas AV

Evalúa el componente diastólico (llenado ventricular) del ciclo cardíaco y refleja la capacidad de relajación miocárdica. Se realiza con doppler pulsado, cuyo volumen de muestra debe ser 2-3 mm, se ubica inmediatamente por debajo de las válvulas AV en un corte de 4 cámaras apical, con un ángulo de isonación $< 20^\circ$ respecto septo IV. El PRF se debe ajustar hasta que la onda de flujo ocupe al menos 75% de la escala y se deben obtener 3-5 onda simétricas (1).

El patrón bifásico se observa desde las 9 semanas, la onda E es menor a la A y el cociente suele ser < 1 . A medida que aumenta la EG la rigidez ventricular disminuye, por tanto ambos peak de velocidad aumentan, siendo mayor en la onda E que A, por lo que el cociente va disminuyendo durante la gestación ($0,53 \pm 0,05$ en 1º trimestre a $0,70 \pm 0,02$ en 2º trimestre y $0,82 \pm 0,04$ en feto de término)(8).

Limitaciones: Gran variabilidad durante la gestación y se afecta mucho con los movimientos fetales. En caso de taquicárdica fetal, la onda E y A se fusionan, lo que hace imposible su medición. En caso de disfunción cardíaca, inicialmente el cociente tiende a disminuir, posteriormente pseudonormalizarse y finalmente aumentar, lo cual limita su uso.



Fracción de acortamiento (FA) o eyección (FE)

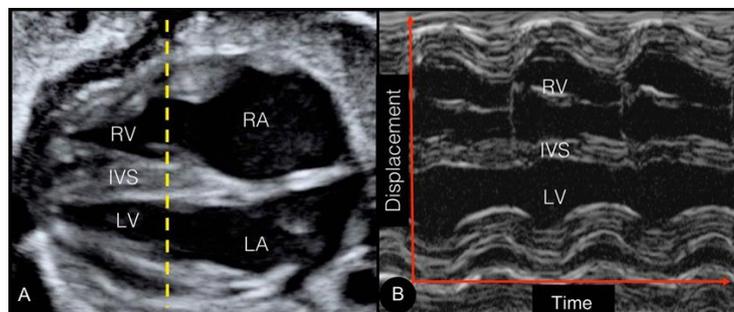
La FE es el % de sangre eyectado por el ventrículo en cada ciclo cardíaco. La FA corresponde a la disminución sistólica del diámetro ventricular expresando como un cociente del diámetro ventricular telediastólico.

FA= (diámetro V al final diástole – diámetro V al final sístole)/diámetro V a final diástole.

FE= diámetro V al final diástole - diámetro V al final sístole/ diámetro V al final sístole

Se mide en modo M localizado perpendicularmente del septo IV a nivel de las válvulas AV, en un corte de 4 cámaras, y se mide el diámetro ventricular izquierdo a final diástole (máximo) y final de sístole (mínimo). Se considera un valor normal de FA $>28\%$ y FE $> 50-60\%$ (1).

Limitaciones: sus mayores limitaciones son la dificultad de evaluación según posición fetal y la alta variabilidad interobservador. Además, su alteración está asociada a una etapa final del deterioro fetal (reflejan la función miocárdica radial), lo cual limita su aplicabilidad.



Índice de función miocárdica (MPI o índice de Tei)

Aporta información de los diferentes periodos de tiempo durante la fase sistólica y permite evaluar función global cardíaca. Se mide con Doppler pulsado, en un corte de 5 cámaras ubicando el volumen de muestra (2-4mm) incluyendo la válvula mitral y aórtica, para registrar al mismo tiempo las ondas de llenado (E/A) y el flujo de salida de la aorta. El ángulo de isonación debe ser $< 30^\circ$ en relación al septo IV. Mejora la reproducibilidad, el uso de los click de apertura de las válvulas y usando el máximo de velocidad de barrido. Colocar el cursor del tiempo al comienzo del click, sin cubrirlo (MPI modificado) (17).

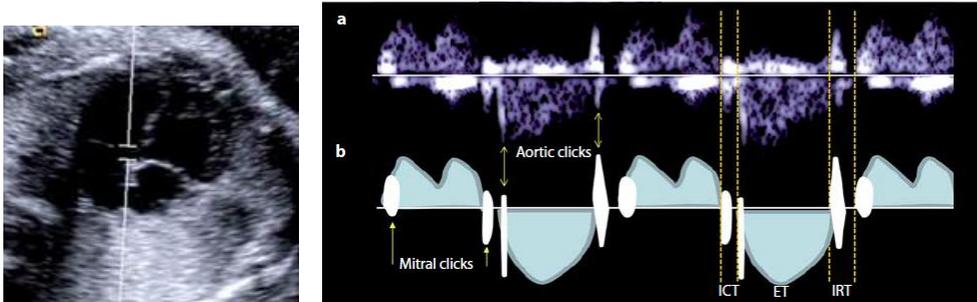
Tiempo contracción isovolumétrica (TCI): empieza con el cierre de la válvula mitral y termina con la apertura de la válvula aórtica.

Tiempo de eyección (TE): se mide entre la apertura y el inicio de cierre de la válvula aórtica.

Tiempo de relación isovolumétrica (TRI): empieza con el cierre de la válvula aórtica y termina con la apertura de la válvula mitral.

$$\text{MPI} = (\text{TCI} + \text{TRI}) / \text{TE}$$

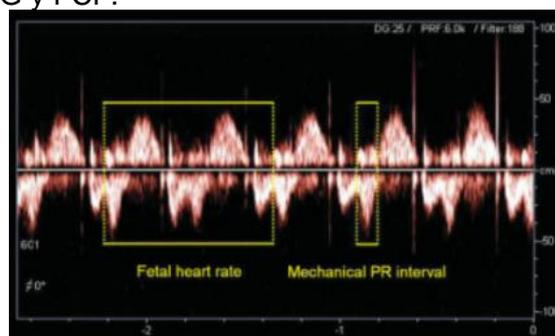
En el corazón fetal, la presencia de disfunción sistólica da como resultado una prolongación del TCI, la disfunción diastólica una prolongación en el TRI y en la disfunción ventricular se observa una prolongación del MPI. Los valores varían ligeramente durante el embarazo con MPI modificado medio 0,39 a las 11 semanas y 0,55 a las 41 semanas (Anexo 6: Valores de referencia de MPI modificado y sus componentes según EG).



PR Mecánico

Su evaluación está indicada principalmente en fetos con riesgo de bloqueo AV completo, embarazadas con anticuerpos anti SSA/Ro positivos, quienes inicialmente pueden presentar una prolongación del PR mecánico y, con la progresión del proceso patológico, llegar a un bloqueo completo. También tiene utilidad para el diagnóstico diferencial de arritmias fetales con ritmo irregulares. El intervalo PR mecánico, que incluye la fase de contracción isovolumétrica del ventrículo, es similar al intervalo PR eléctrico, aunque algunos señalan que es un poco más largo (17).

Se mide con Doppler pulsado en el mismo corte para MPI, el intervalo entre el inicio de la onda A de la válvula mitral hasta el inicio del flujo de salida de la válvula aórtica, en milisegundos. Sus rangos de valores de normalidad han sido ajustados por EG, FCF y sexo fetal (19). (Anexo 7: Rangos de referencia en percentiles, según EG y FCF). Se considera prolongado si éste es $> p99$, en general, con valores sobre 140ms, se aconseja evaluar con tabla ajustada para EG y FCF.





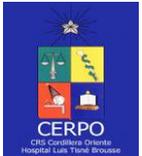
CERPO
Centro de Referencia Perinatal Oriente
CRS Cordillera Oriente - Hospital Dr. Luis Tisné Brousse - Facultad de Medicina, Universidad de Chile
Av. Las Torres 5150, Peñalolén, Santiago
Teléfonos: (562) 22 568 8296 – (562) 22 568 8192
www.cerpo.cl



CONCLUSIÓN

La evaluación ecocardiográfica fetal es compleja, requiere de un entrenamiento especializado y experiencia del operador, así como del tiempo apropiado para la exploración, de al menos 45 minutos. Aconsejamos estandarizar la evaluación y utilizar los z-score para las distintas medidas que se realizan de manera rutinaria en este examen, lo que permite facilitar el diagnóstico de anomalías sutiles y una mejor planificación del manejo perinatal y postnatal.

CERPO es un centro docente asistencial por lo cual realiza mediciones de varias estructuras de manera rutinaria para la práctica y entrenamiento de los alumnos en formación, como así también la evaluación cardiaca funcional cuantitativa en todas las ecocardiografías. Asimismo, según los hallazgos ecocardiográficos, se realizan mediciones adicionales o complementarias.



BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS RECOMENDADAS

1. Galindo A., Gratacos E, Martínez J. Exploración cardíaca normal y Exploración de la función cardíaca..ECO Fetal handbook, 2018
2. AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. J Ultrasound Med. 2020;39(1):E5–16.
3. Chaoui R, et al. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. Ultrasound Obstet Gynecol. 2013 Mar;41(3):348-59
4. Schneider,C., McCrindle, B.W., Carvalho, J.S., et al. Development of Z-scores for fetal cardiac dimensions from echocardiography. Ultrasound Obstet Gynecol. 2005;26(6):599-605.
5. Krishnan A., et al. Predictive Models for Normal Fetal Cardiac Structures. J Am Soc Echocardiogr 2016;29:1197-206.
6. García-Otero L, Gómez O, Rodríguez-López M, et al. Nomograms of Fetal Cardiac Dimensions at 18-41 Weeks of Gestation. Fetal Diagn Ther. 2020;47(5):387-398.
7. Gagnon C, Bigras JL, Fouron JC, Dallaire F. Reference Values and Z Scores for Pulsed-Wave Doppler and M-Mode Measurements in Fetal Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2016 May;29(5):448-460.e9.
8. Abuhamad A., Chaoui R., A Practical Guide to Fetal Echocardiography 3era Edición 2015
9. Feit LR, Copel JA, Kleinman CS (1991) Foramen ovale size in the normal and abnormal human fetal heart: an indicator of transatrial flow physiology. Ultrasound Obstet Gynecol 1:313–319
10. Tulzer G, et al. Doppler echocardiography of fetal ductus arteriosus constriction versus increased right ventricular output. J Am Coll Cardiol. 1991 Aug;18(2):532-6
11. Kiserud T, Rasmussen S (2001) Ultrasound assessment of the fetal foramen ovale. Ultrasound Obstet Gynecol 17:119–124
12. Uzun, O., Babaoğlu, K., Ayhan, Y.I. et al. Diagnostic Ultrasound Features and Outcome of Restrictive Foramen Ovale in Fetuses With Structurally Normal Hearts. *Pediatr Cardiol* **35**, 943–952 (2014). <https://doi.org/10.1007/s00246-014-0879-5>
13. Sepúlveda-Martínez A, García-Otero L, Soveral I, et al. Comparison of 2D versus M-mode echocardiography for assessing fetal myocardial wall thickness. J Matern Fetal Neonatal Med. 2019;32(14):2319-2327.
14. Gómez-Montes E, Herraiz I, Gómez-Arriaga PI, Escribano D, Mendoza A, Galindo A. Gestational age-specific scoring systems for the prediction of coarctation of the aorta. Prenat Diagn. 2014 Dec;34(12):1198-206.
15. Erik Michelfelder, MD, Carlen Gomez, MD, William Border, et al. Predictive Value of Fetal Pulmonary Venous Flow Patterns in Identifying the Need for Atrial Septoplasty in the Newborn With Hypoplastic Left Ventricle. *Circulation* 2005; 112 (19):2974-2979
16. Mielke G., Benda N. Blood flow velocity waveforms of the fetal pulmonary artery and the ductus arteriosus: reference ranges from 13 weeks to term. Ultrasound Obstet Gynecol 2000; 15: 213±218.
17. R. Cruz-Martínez F. Figueras M. Bannasar R. García-Posadas F. Crispi E. Hernández-Andrade E. Gratacós. Normal Reference Ranges from 11 to 41 Weeks' Gestation of Fetal Left Modified Myocardial Performance Index by Conventional Doppler with the Use of Stringent Criteria for Delimitation of the Time Periods. Fetal Diagn Ther 2012;32:79–86.
18. Nii M, Hamilton RM, Fenwick L, et al. Assessment of fetal atrioventricular time intervals by tissue Doppler and pulse Doppler echocardiography: normal values and correlation with fetal electrocardiography. *Heart*. 2006;92:1831–1837.
19. Wojakowsky A., Izbizky G, Carcano ME., et al. Fetal Doppler mechanical PR interval: correlation with fetal heart rate, gestational age and fetal sex. Ultrasound Obstet Gynecol 2009; 34: 538–542
20. Thanasuan S., Phithakwatchara N., Nawapan K.: Reference values for fetal aortic isthmus blood flow parameters at 24 to 38 weeks' gestation. Prenat Diagn 2014; 34: pp. 241-245.



ANEXO 1: Correlación entre valores de percentiles y z-score (SD: desviación estándar)

Percentile	Z-Score	Calculation
1st	-2.33	Mean - 2.33 × SD
2.5th	-1.96	Mean - 1.96 × SD
5th	-1.65	Mean - 1.65 × SD
10th	-1.28	Mean - 1.28 × SD
20th	-0.84	Mean - 0.84 × SD
25th	-0.65	Mean - 0.65 × SD
50th	0	Mean value
75th	0.65	Mean + 0.65 × SD
80th	0.84	Mean + 0.84 × SD
90th	1.28	Mean + 1.28 × SD
95th	1.65	Mean + 1.65 × SD
97.5th	1.96	Mean + 1.96 × SD
99th	2.33	Mean + 2.33 × SD

ANEXO 2: Ecuaciones para la determinación de z-score en biometría cardiaca fetal ajustado por EG
(Referencias 5-7)

PARÁMETRO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTANDAR
Biometría cardiaca		
ln(área cardíaca), cm ²	$-10.2607+3.80207 \times \ln(EG)-0.000016 \times EG^3$	0,141
Ratio cardiorácico(%)	$0,02182345 + 0,01324242 \times EG-0,00017049 \times EG^2$	$0,00058419 \times EG + 0,01910969$
Biometría auricular		
AI diámetro transverso, mm	$-7.38672+0.80863 \times EG-0.00561 \times EG^2$	$-0.25816+0.06081 \times EG$
AI diámetro longitudinal, mm	$-10.1159+0.99838 \times EG-0.00859 \times EG^2$	$-0.45664+0.07486 \times EG$
AI área, cm ²	$-1.68184+0.10351 \times EG$	$-0.35074+0.02298 \times EG$
AD diámetro transverso, mm	$-13.823+1.29517 \times EG-0.01303 \times EG^2$	$-0.05374+0.05455 \times EG$
AD diámetro longitudinal, mm	$-10.692+1.04367 \times EG-0.00962 \times EG^2$	$-0.5316+0.07507 \times EG$
AD área, cm ²	$-1.7789+0.10843 \times EG$	$-0.40217+0.02549 \times EG$
Biometría válvula AV		
ln(diámetro válvula mitral), mm	$-4.084+ 1.173 \times \ln(EG)$	0.1315
ln(diámetro válvula tricúspide), mm	$-4.766+ 1.395 \times \ln(EG)$	0.1394
Biometría ventricular		
VI diámetro transverso basal, mm	$1.46269+0.00228 \times EG^3-0.00056 \times EG^3 \times \ln(EG)$	$-0.27006+0.063138 \times EG$
VI diámetro transverso medio, mm	$-13.8461+1.26043 \times EG-0.01397 \times EG^2$	$-0.146+0.06328 \times EG$
VI diámetro longitudinal, mm	$-57.2942+23.16726 \times \ln(EG)$	$0.03780+0.09427 \times EG$
ln(área VI), cm ²	$-5.29535+0.32352 \times EG-0.00399 \times EG^2$	0.252
VD diámetro transverso basal, mm	$1.5692+0.002193 \times EG^3-0.00053 \times EG^3 \times \ln(EG)$	$-0.66837+0.08084 \times EG$
VD diámetro transverso medio, mm	$-14.4111+1.279293 \times EG-0.01366 \times EG^2$	$0.00208+0.0575 \times EG$
VD diámetro longitudinal, mm	$-17.2023+1.71982 \times EG-0.01682 \times EG^2$	$-0.1042+0.10836 \times EG$
ln(área VI), cm ²	$-5.5167+0.3338 \times EG-0.004115 \times EG^2$	0.254
Grosor del miocárdio		
n(grosor pared VI), mm	$-0.97057+0.09367 \times EG-0.00091 \times EG^2$	0.190
Grosor pared VD, mm	$-0.44595+0.10877 \times EG$	$-0.05049+0.01796 \times EG$
Grosor pared septo IV, mm	$-0.46813+0.11716 \times EG$	$0.04945+0.01449 \times EG$
Biometría de los tractos de salida		
ln(diámetro válvula aórtica), mm	$-5.019+1.263 \times \ln(EG)$	0.1282
ln(diámetro válvula pulmonar), mm	$-5.114+1.352 \times \ln(EG)$	0.1208
ln(diámetro aorta ascendente), mm	$-4.886+1.261 \times \ln(EG)$	0.1330
ln(diámetro tronco pulmonar), mm	$-5.025+ 1.347 \times \ln(EG)$	0.1570
ln(diámetro art. pulmonar derecha), mm	$-5.307+ 1.230 \times \ln(EG)$	0.1802
ln(diámetro art. pulmonar izquierda), mm	$-5.390+ 1.231 \times \ln(EG)$	0.1966
ln(diámetro ductus arterioso), mm	$-4.440+ 1.013 \times \ln(EG)$	0.1913
ln(diámetro aorta descendente), mm	$-5.365+ 1.360 \times \ln(EG)$	0.1216
Diámetro del istmo aórtico, mm	$-0.0556 +(0.0141) \times EG$	0.0339

ANEXO 3: Tabla de percentiles del área cardíaca ajustado por EG

* García-Otero L, Gómez O, Rodríguez-López M, et al. Nomograms of Fetal Cardiac Dimensions at 18-41 Weeks of Gestation. *Fetal Diagn Ther.* 2020;47(5):387-398.

Table S4. Values for the median, 5th and 95th centiles for fetal cardiac area (cm²)

GA	Median	5 th centile	95 th centile
18	2.08	1.65	2.63
19	2.50	1.99	3.15
20	2.97	2.36	3.74
21	3.49	2.77	4.39
22	4.05	3.22	5.11
23	4.66	3.70	5.88
24	5.32	4.22	6.70
25	6.01	4.77	7.58
26	6.74	5.35	8.50
27	7.50	5.95	9.46
28	8.29	6.57	10.44
29	9.08	7.21	11.45
30	9.88	7.84	12.46
31	10.68	8.48	13.46
32	11.47	9.09	14.45
33	12.23	9.70	15.41
34	12.95	10.28	16.33
35	13.64	10.82	17.19
36	14.26	11.32	17.98
37	14.82	11.76	18.69
38	15.31	12.15	19.30
39	15.72	12.47	19.82
40	16.04	12.73	20.22

GA: Gestational Age



CERPO
Centro de Referencia Perinatal Oriente
CRS Cordillera Oriente - Hospital Dr. Luis Tisné Brousse - Facultad de Medicina, Universidad de Chile
Av. Las Torres 5150, Peñalolén, Santiago
Teléfonos: (562) 22 568 8296 – (562) 22 568 8192
www.cerpo.cl



ANEXO 4: Ecuaciones para cálculo de z-score de los flujos con del Doppler pulsado.

*Gagnon C, Bigras JL, Fouron JC, Dallaire F. Reference Values and Z Scores for Pulsed-Wave Doppler and M-Mode Measurements in Fetal Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr.* 2016 May;29(5):448-460.e9.

Measurement	Regression adjusted R ²	Mean Z score	Z score SD	Departure from normal distribution P value	Percentage of values outside the reference range	Residual association with GA P value
Outflow tract velocities						
Aortic peak velocity	0.51	0.00035	1.00	0.984	5.0	0.984
Aortic VTI (complete cardiac cycle)	0.46	0.00158	1.03	0.147	6.9	0.944
Pulmonary peak velocity	0.46	-0.00004	1.00	0.958	4.8	0.997
Pulmonary VTI (complete cardiac cycle)	0.55	-0.00289	0.99	0.702	2.9	0.890
Ductus arteriosus peak velocity	0.41	-0.00006	0.98	0.135	2.6	0.996
Ductus arteriosus VTI	0.46	-0.00148	1.06	0.087	9.7	0.972
Isthmus systolic VTI	0.23	0.00014	0.96	0.712	3.0	0.994
Isthmus diastolic antegrade VTI	0.31	0.00080	1.00	0.368	5.9	0.966
Isthmic flow index	0.02	0.00000	0.98	0.027	4.9	1.000
Cardiac outputs						
Aortic output	0.52	0.00000	0.97	0.411	1.0	0.999
Pulmonary artery output	0.91	0.00007	0.97	0.156	1.9	0.995
Pulmonary artery output/aortic output ratio	0.00	0.00075	1.01	0.037	5.1	0.964
Ductus arteriosus output	0.80	0.00002	0.97	0.520	2.8	0.999
Inflows PWD velocities						
Mitral valve E peak velocity	0.31	0.00000	1.02	0.035	4.3	1.000
Mitral valve A peak velocity	0.07	-0.00003	0.99	0.786	4.0	0.998
Mitral valve E/A ratio	0.40	0.00214	1.02	0.014	4.3	0.935
Mitral valve E VTI	0.43	0.00196	0.97	0.397	3.2	0.925
Mitral valve A VTI	0.38	0.00000	1.00	0.525	4.3	1.000
Tricuspid valve E peak velocity	0.37	0.00094	1.08	0.018	6.0	0.977
Tricuspid valve A peak velocity	0.25	0.00000	1.03	0.780	6.1	1.000
Tricuspid valve E/A ratio	0.19	0.00482	1.07	0.345	7.5	0.915
Tricuspid valve E VTI	0.57	0.00098	0.99	0.188	1.5	0.965
Tricuspid valve A VTI	0.47	-0.00045	1.05	0.038	7.7	0.991
Venous flows PWD velocities						
MC systolic peak velocity	0.19	-0.00188	1.02	0.018	3.2	0.932
MC diastolic peak velocity	0.09	-0.00012	1.01	0.020	3.3	0.992
MC a wave peak velocity	0.00	0.00005	1.00	0.192	4.4	0.961
MC systolic VTI	0.24	-0.00270	1.01	0.017	4.3	0.919
MC diastolic VTI	0.08	-0.00052	0.99	0.466	3.3	0.977
MC a wave VTI	-0.02	-0.00001	0.98	0.004	3.3	0.999
MC antegrade/retrograde waves VTIs ratio	0.08	-0.00003	1.00	0.953	4.6	0.990
Ductus venosus systolic peak velocity	0.30	0.00005	0.98	0.588	2.0	0.991
Ductus venosus diastolic peak velocity	0.21	-0.00001	0.96	0.467	2.1	0.998
Ductus venosus a-wave peak velocity	0.35	-0.00049	1.01	0.532	8.2	0.972
Ductus venosus systolic VTI	0.32	0.00013	1.02	0.076	4.2	0.984
Ductus venosus diastolic VTI	0.18	-0.00059	0.98	0.074	4.2	0.966
Ductus venosus total VTI (pn a complete cardiac cycle)	0.29	-0.00008	0.99	0.182	3.1	0.988

ANEXO 5: Valores de referencia de IP y V máx del istmo aórtico según EG

* Thanasuan S., Phithakwatchara N., Nawapan K.: Reference values for fetal aortic isthmus blood flow parameters at 24 to 38 weeks' gestation. *Prenat Diagn* 2014; 34: pp. 241-245.

GA (wk)	PI			PSV (cm/s)		
	p5	Mean	p95	p5	Mean	p95
24	1.12	2.17	3.21	29.85	64.33	98.80
25	1.14	2.19	3.23	32.72	67.20	101.67
26	1.16	2.20	3.25	35.26	69.74	104.21
27	1.18	2.22	3.27	37.46	71.94	106.41
28	1.19	2.24	3.29	39.32	73.80	108.28
29	1.21	2.26	3.30	40.85	75.33	109.81
30	1.23	2.28	3.32	42.05	76.52	111.00
31	1.25	2.29	3.34	42.90	77.38	111.86
32	1.27	2.31	3.36	43.42	77.90	112.38
33	1.28	2.33	3.38	43.61	78.09	112.56
34	1.30	2.35	3.39	43.46	77.94	112.41
35	1.32	2.37	3.41	42.97	77.45	111.92
36	1.34	2.38	3.43	42.15	76.63	111.10
37	1.36	2.40	3.45	40.99	75.47	109.94
38	1.37	2.42	3.47	39.49	73.97	108.45

ANEXO 6: Valores de referencia de MPI modificado y sus componentes según EG

* R. Cruz-Martínez F., et al. Normal Reference Ranges from 11 to 41 Weeks' Gestation of Fetal Left Modified Myocardial Performance Index by Conventional Doppler with the Use of Stringent Criteria for Delimitation of the Time Periods. *Fetal Diagn Ther*, 2012.

GA	n	MPI			ICT			IRT			ET		
		p5	p50	p95	p5	p50	p95	p5	p50	p95	p5	p50	p95
11	24	0.29	0.39	0.51	18	25	36	30	39	52	145	158	173
12	31	0.30	0.39	0.51	18	26	36	30	39	52	147	160	175
13	30	0.30	0.39	0.51	18	26	36	29	39	51	148	162	177
14	20	0.30	0.39	0.51	18	26	37	29	38	51	149	163	179
15	21	0.30	0.39	0.51	19	26	37	29	38	51	150	165	181
16	20	0.30	0.39	0.51	19	26	37	29	38	50	151	166	182
17	20	0.30	0.39	0.51	19	27	38	29	38	50	152	167	184
18	20	0.30	0.39	0.50	19	27	38	29	38	50	153	168	185
19	21	0.30	0.39	0.50	19	27	38	29	38	50	154	169	187
20	21	0.30	0.39	0.50	19	27	39	29	38	50	154	170	188
21	22	0.30	0.39	0.50	19	28	39	29	38	50	155	171	189
22	20	0.30	0.39	0.50	20	28	39	29	38	50	155	172	190
23	20	0.30	0.39	0.50	20	28	40	29	38	50	155	172	191
24	27	0.30	0.39	0.50	20	28	40	29	38	50	156	173	191
25	30	0.30	0.39	0.50	20	28	40	29	38	51	156	173	192
26	20	0.30	0.39	0.50	20	29	41	29	39	51	156	173	193
27	20	0.30	0.39	0.50	20	29	41	30	39	52	156	173	193
28	25	0.30	0.39	0.51	21	29	41	30	39	52	156	173	193
29	21	0.30	0.39	0.51	21	29	42	30	40	53	155	173	193
30	22	0.30	0.39	0.52	21	30	42	31	40	53	155	173	193
31	20	0.30	0.40	0.53	21	30	42	31	41	54	154	173	193
32	31	0.30	0.40	0.54	21	30	43	31	42	55	154	172	193
33	21	0.31	0.41	0.55	22	30	43	32	42	56	153	172	192
34	26	0.31	0.42	0.57	22	31	43	33	43	57	152	171	192
35	23	0.32	0.43	0.59	22	31	44	33	44	58	151	170	191
36	25	0.32	0.44	0.61	22	31	44	34	45	59	150	169	190
37	28	0.33	0.46	0.63	22	31	44	35	46	61	149	168	190
38	29	0.34	0.48	0.66	22	32	45	35	47	62	148	167	189
39	30	0.35	0.50	0.70	23	32	45	36	48	64	147	166	187
40	22	0.37	0.52	0.74	23	32	46	37	49	65	146	165	186
41	20	0.39	0.55	0.78	23	32	46	38	51	67	144	163	185

p5 = 5th centile; p50 = median; p95 = 95th centile.

ANEXO 7: Valores de referencia de PR mecánico, ajustado por EG y FCF.

* Wojakowsky A., Izbizky G, Carcano ME., et al. *Fetal Doppler mechanical PR interval: correlation with fetal heart rate, gestational age and fetal sex. Ultrasound Obstet Gynecol 2009; 34: 538–542*

Table 1 Mechanical PR interval (in milliseconds) according to gestational age (GA)

<i>GA (weeks)</i>	<i>Percentile</i>		
	<i>50th</i>	<i>95th</i>	<i>99th</i>
16–19	117.0	132.3	138.1
20–24	121.0	136.9	143.3
25–29	121.0	139.9	146.8
30–34	125.0	142.9	150.5
35–38	121.0	145.7	153.9

Table 2 Mechanical PR interval (in milliseconds) according to fetal heart rate (FHR)

<i>FHR (bpm)</i>	<i>Percentile</i>		
	<i>50th</i>	<i>95th</i>	<i>99th</i>
120–124	129.0	146.8	154.6
125–129	129.0	147.5	155.0
130–134	125.0	145.6	152.9
135–139	123.0	141.4	148.5
140–144	121.6	139.8	146.6
145–149	117.0	135.8	142.4
150–154	118.5	135.1	141.4
155–159	117.0	133.0	139.1
160–180	121.0	139.6	145.4