

CERPO

Centro de Referencia Perinatal Oriente

Facultad de Medicina, Universidad de Chile



SEMINARIO 32: Evaluación Funcional del Corazón Fetal B

Drs. María Paz Marín Navarrete, Daniel
Martin Navarrete, Juan Guillermo
Rodríguez Arias, Daniela Cisternas Olguin
Julio 2020

Evaluación Cardiovascular fetal



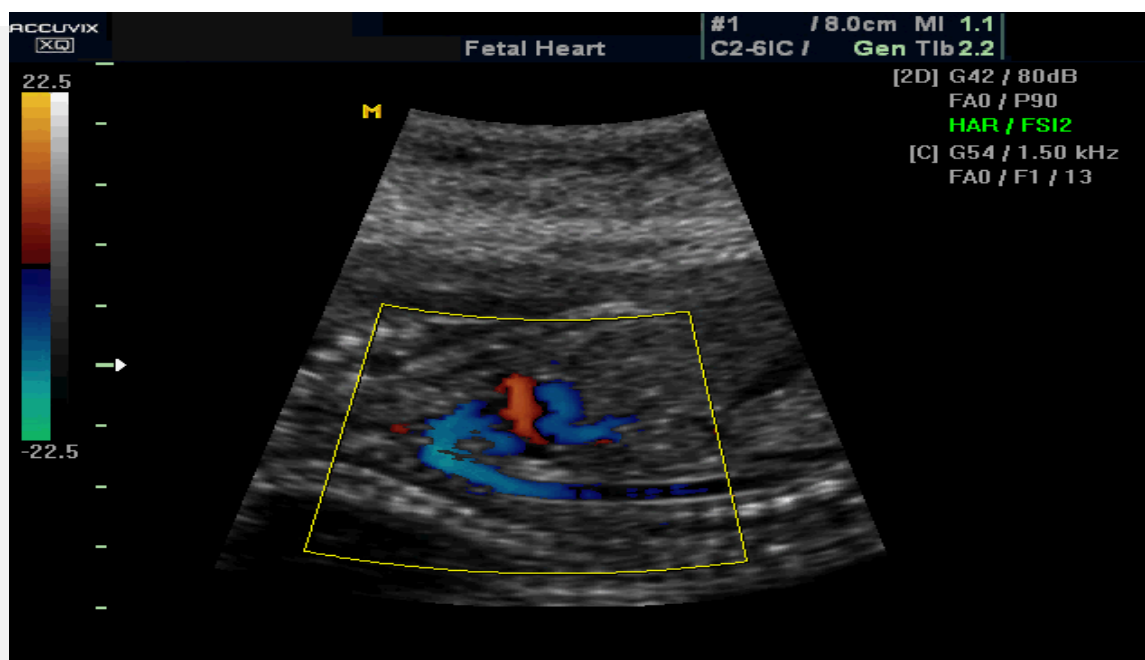
- Evaluación Doppler de circulación fetal.
- Evaluación de la función cardíaca.



CERPO

Centro de Referencia Perinatal Oriente

Facultad de Medicina, Universidad de Chile



EVALUACIÓN DOPPLER DE LA CIRCULACIÓN FETAL

Evaluación Doppler pulsado



Generalidades :

- Volumen de muestra distal a las válvulas específicas o dentro del vaso (venas).
- Ángulo de insonación a menor de 30 grados de la dirección del flujo sanguíneo.
- Colocar volumen de muestra en los colores más brillantes del segmento de flujo sanguíneo.
- Apnea fetal.
- Obtener múltiples mediciones.

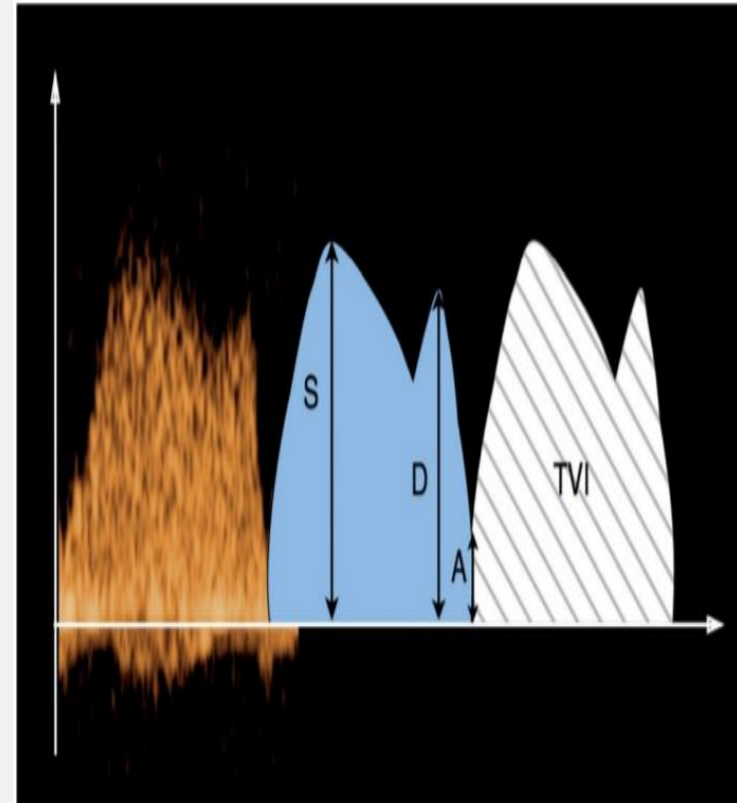
Evaluación Doppler



- Sistema venoso
- Válvulas cardíacas
- Sistema Arterial

Evaluación sistema venoso

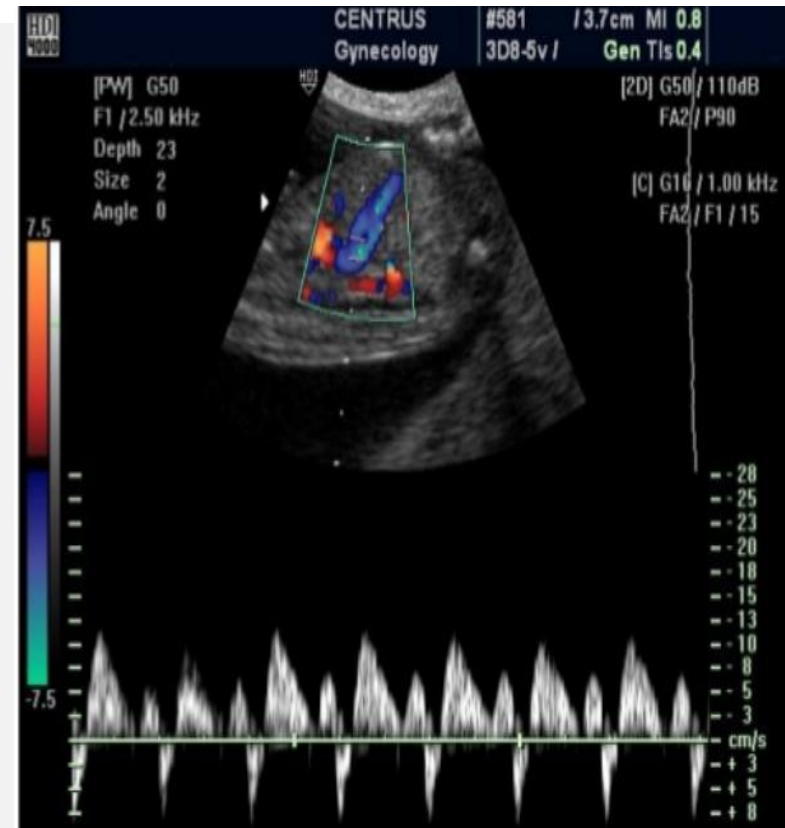
- Formas de onda de velocidad de flujo en el sistema venoso fetal generalmente muestran un flujo continuo en las venas periféricas y un aumento de la pulsatilidad en las venas conectadas al corazón fetal.
- Formas de onda Doppler de las venas fetales que drenan al corazón → trifásico:
 - S corresponde velocidad máx. durante la sístole ventricular
 - D corresponde a la velocidad máxima durante la diástole cardíaca
 - A corresponde a la velocidad anterógrada o inversa durante la contracción auricular al final de la diástole.



Evaluación sistema venoso

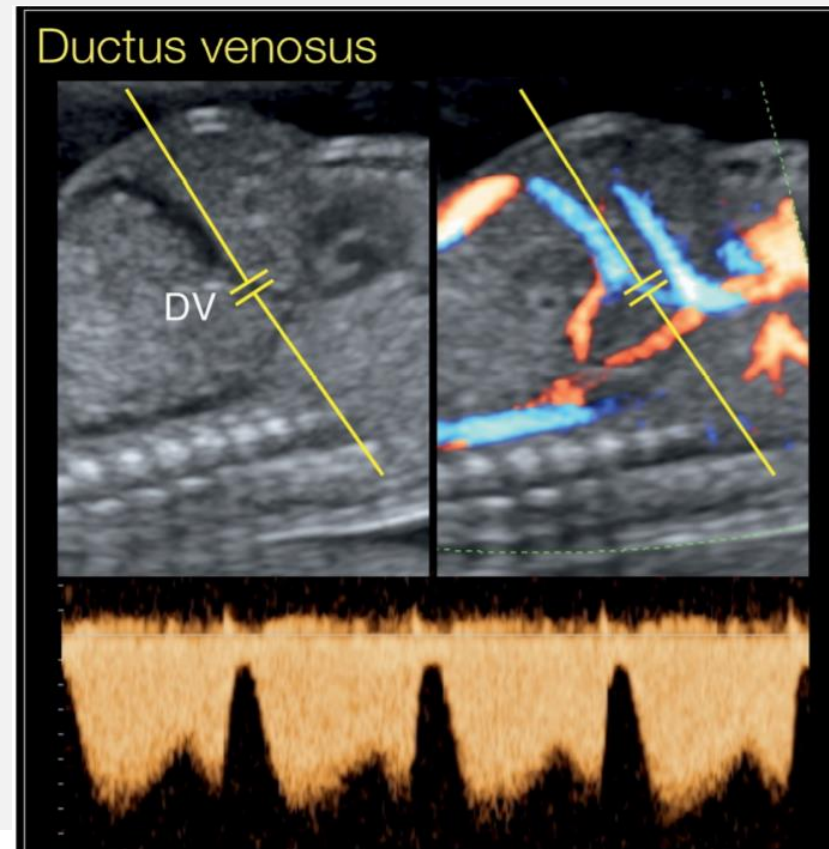


- Algunas venas, como el ductus venoso y las venas pulmonares, muestran flujo anterógrado durante todo el ciclo cardíaco, mientras que otras venas, como la vena cava superior e inferior y las venas hepáticas, muestran una inversión del flujo durante la contracción auricular.
- El índice de pulsatilidad y el índice de velocidad máxima son índices Doppler para cuantificar el flujo venoso.



Ductus venoso

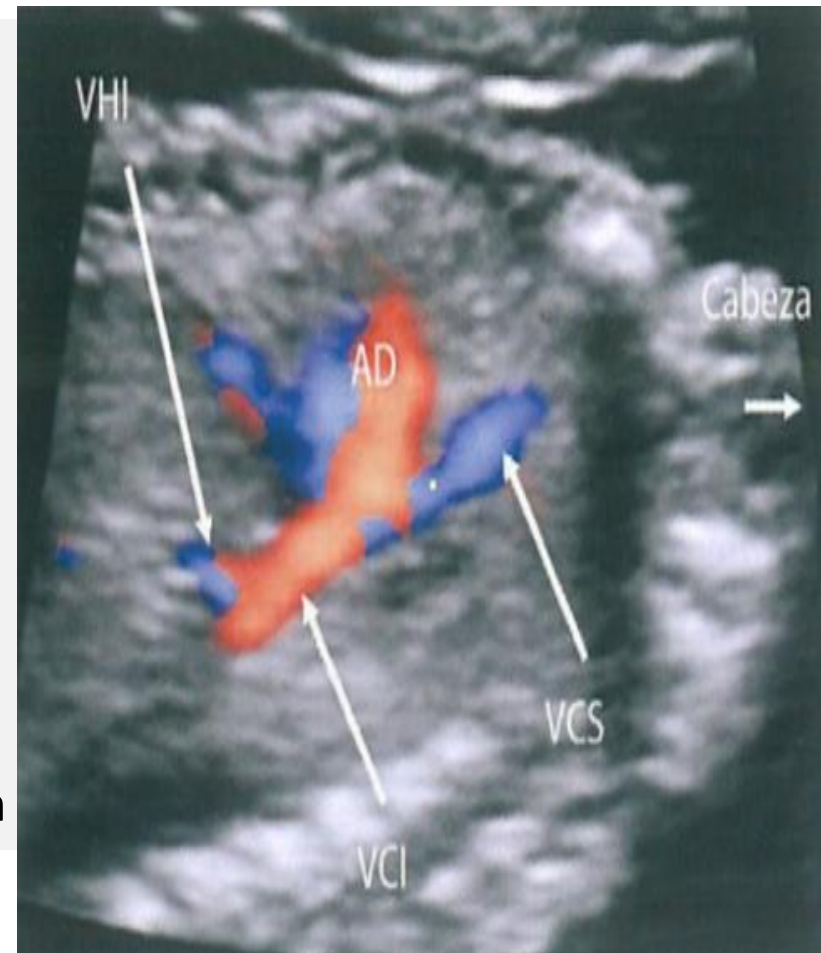
- Onda trifásica
- Flujo anterógrado durante todo el ciclo cardiaco.
- Características del vaso: Velocidad alta: 65-75 cm/seg
- Medición:
 - Índice de pulsatilidad
 - velocidades máximas durante la sístole y durante la contracción auricular (S / A, S-A / S) Estos índices cambian con el avance de la gestación y son, en general, un buen reflejo de la precarga ventricular derecha
- Alteración: RCIU, Lesión obstructiva corazón derecho



Vena Cava inferior

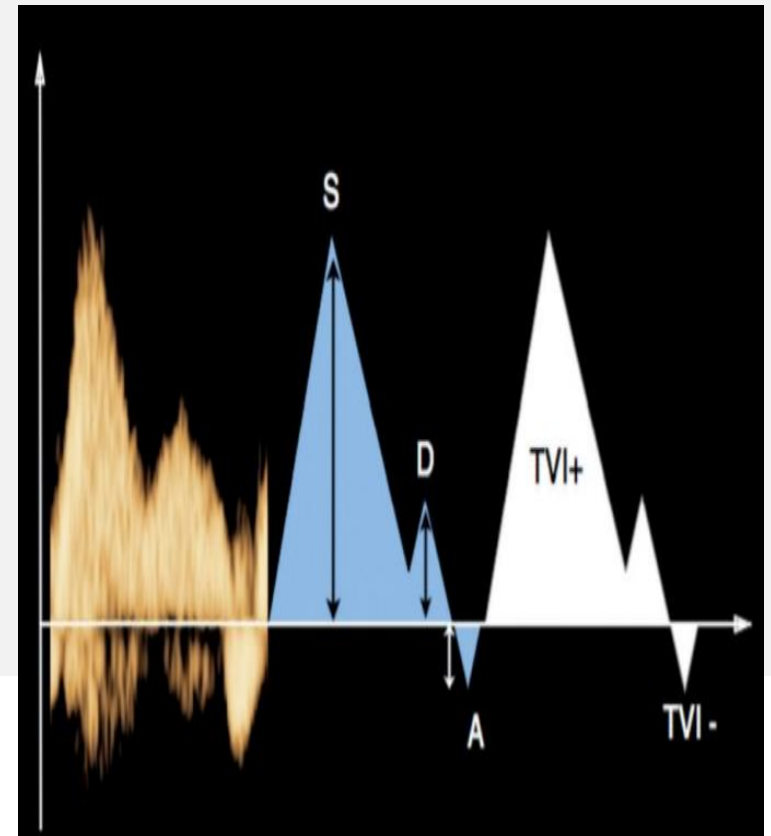
- Técnica:

- Corte sagital del tórax y el abdomen fetales
- Deslizar el transductor hacia el plano parasagital derecho → imagen de la vena cava inferior al entrar en la aurícula derecha.
- Se puede evaluar en dos lugares: en la entrada a la aurícula derecha o en el segmento entre la entrada de la vena renal y el DV.
- Un buen coeficiente de correlación existe entre estos dos sitios de medición, y se debe elegir la ubicación que proporcione el ángulo más pequeño de insonación con el flujo sanguíneo



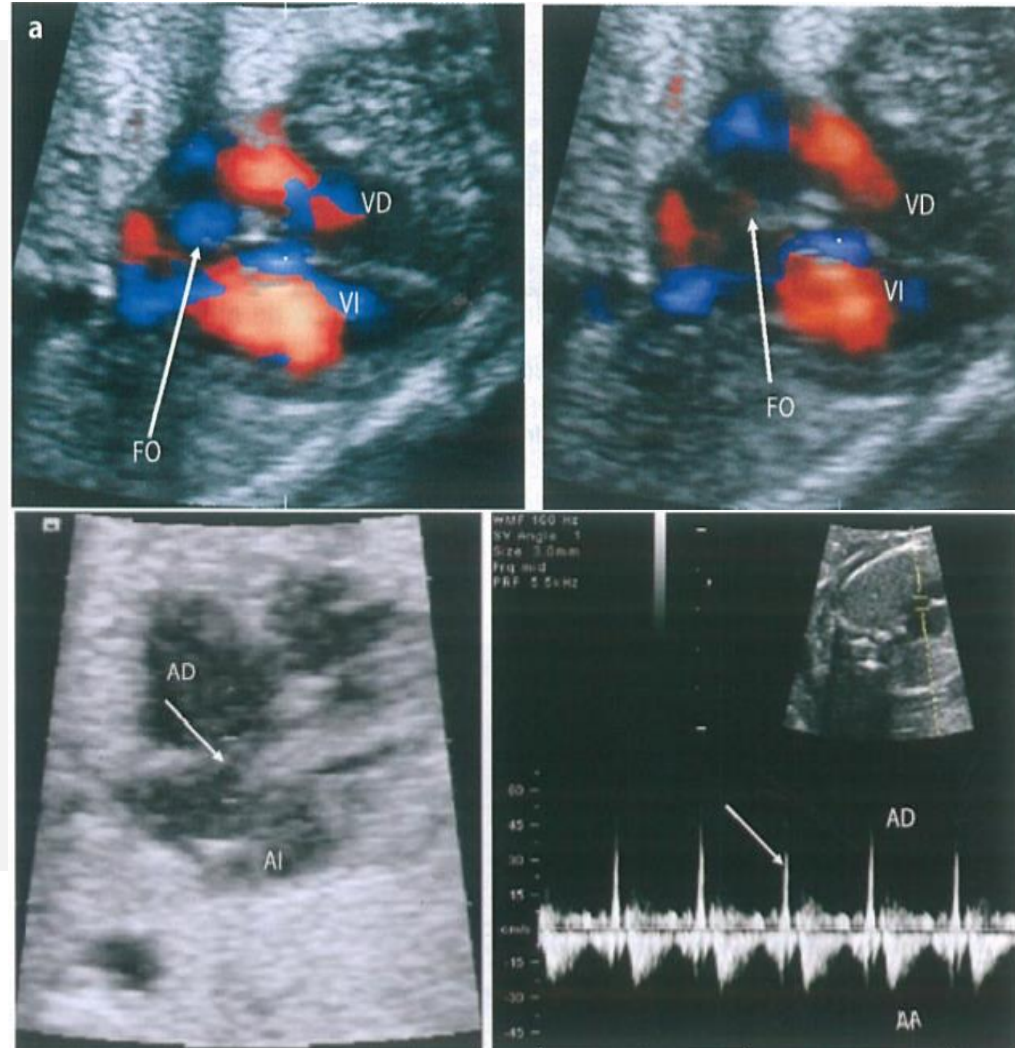
Vena Cava inferior

- Onda trifásica
- S: diástole auricular y la sístole ventricular
- D: diástole temprana
- A: Contracción atrial (Inverso)
- VCI 15 cm/seg
- Aumenta el flujo reverso en RCIU



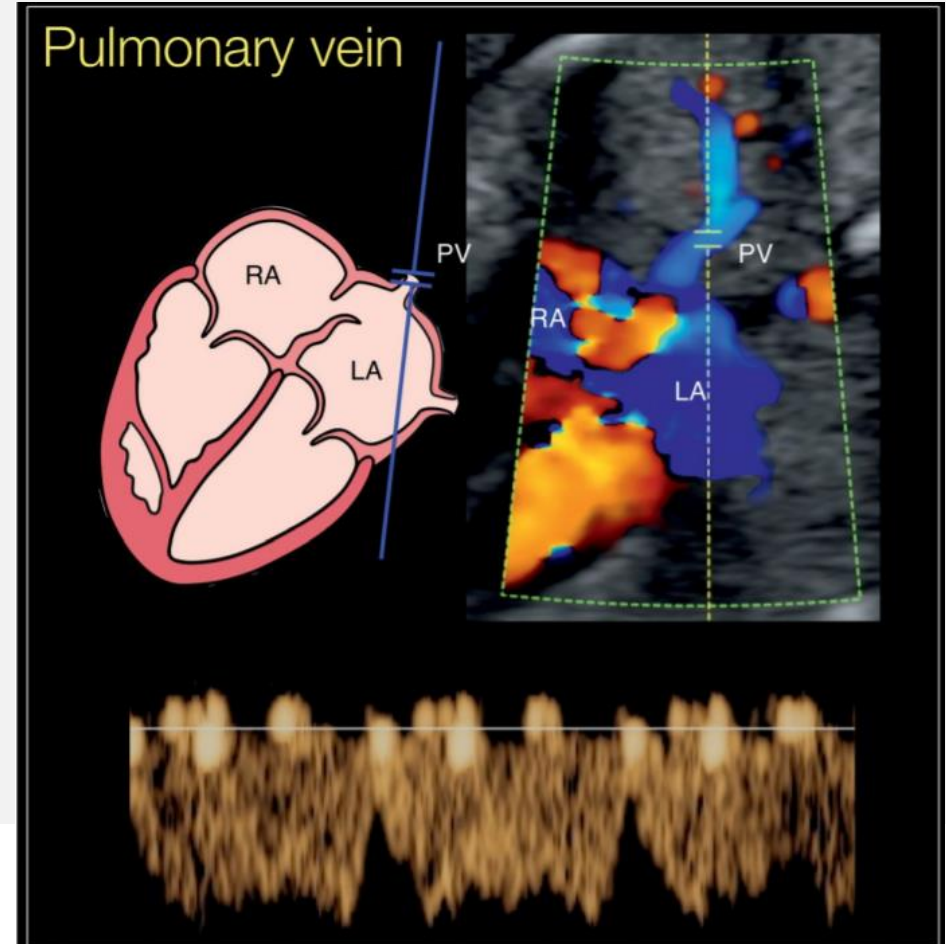
Foramen Oval

- Flap de derecha a izquierda
- Dirección de flujo (Doppler color)
- Patrón bifásico de flujo de derecha a izquierda en la sístole ventricular
- Peak diastólico: apertura de válvula mitral y cierre de válvula del FO durante la contracción atrial
- Espiga angosta de flujo de izq a der.
- Vel sistólica máxima > Vel diastólica, va aumentando (10 → 50 cm/seg)



Venas pulmonares

- Flujo de VP es de bajo volumen, poco oxigenado y ocurre en forma anterógrada durante todo el ciclo
- peak sistólico, otro diastólico y uno pre sistólico durante la contracción atrial
- Debe evaluarse a la entrada de AI
- Vel sistólica similar a diastólica: Va aumentado de 10 a 30-40cm/seg al termino.



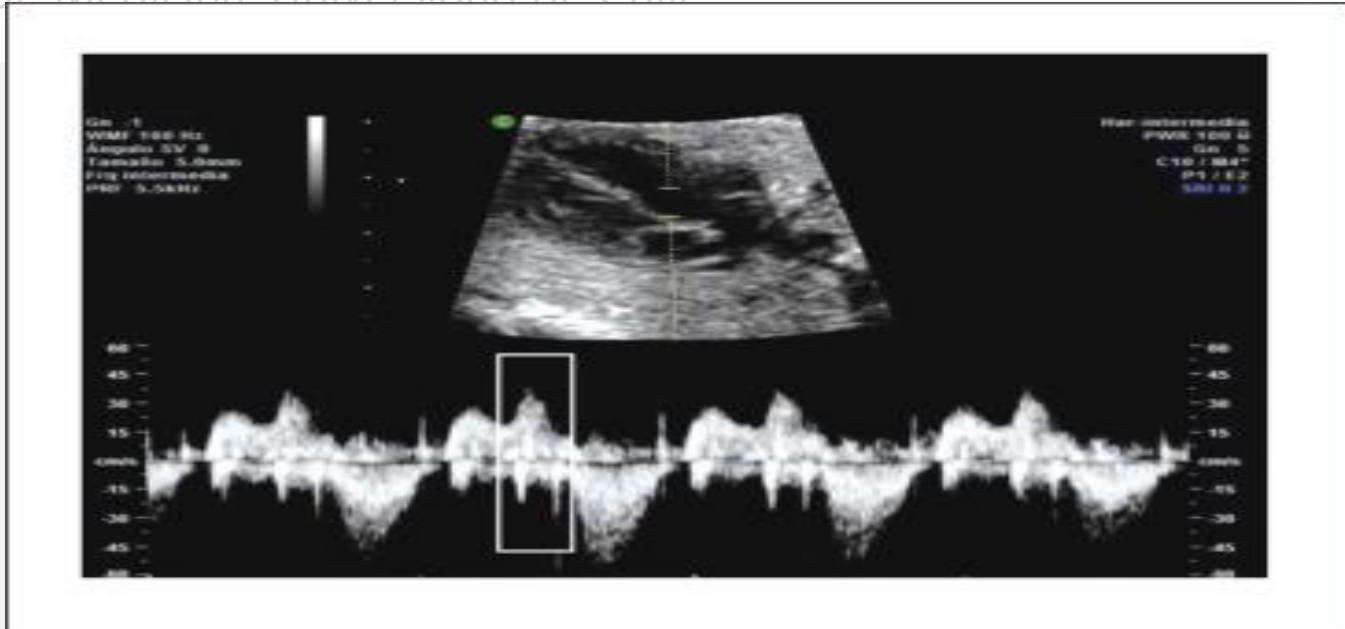
CERPO

Centro de Referencia Perinatal Oriente

Facultad de Medicina Universidad de Chile



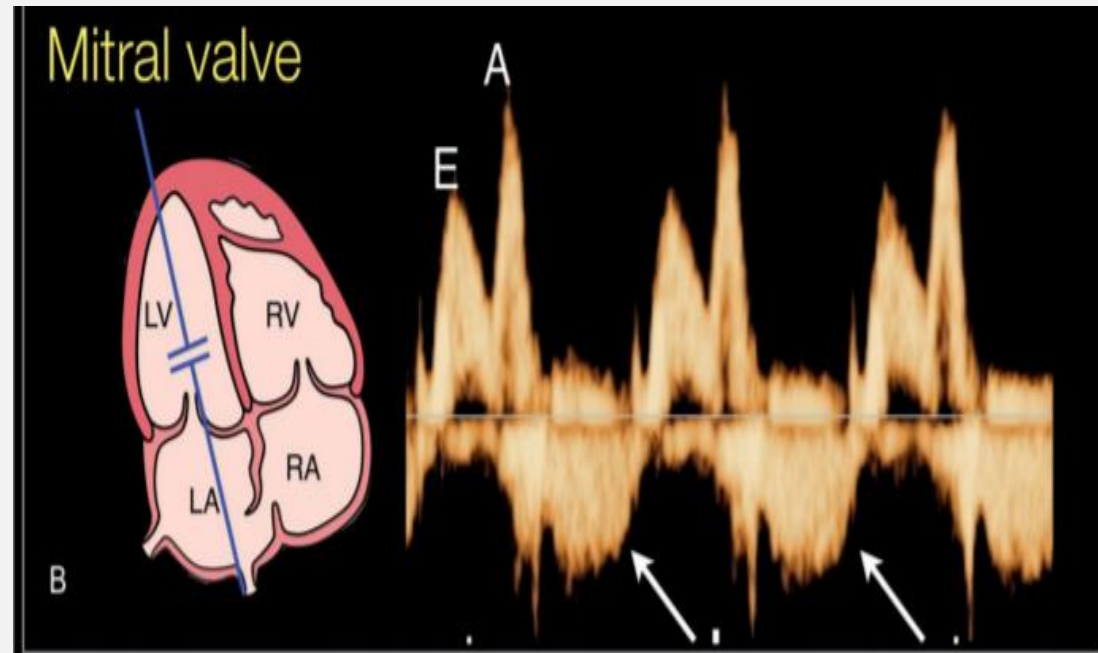
CERPO



VALVULAS CARDIACAS

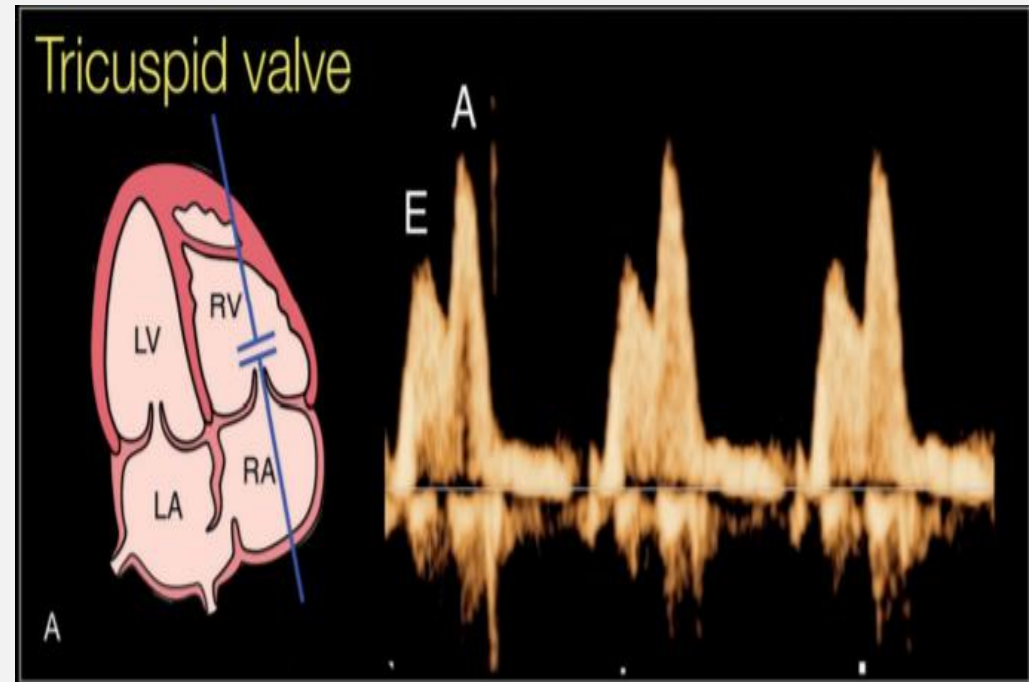
Válvula mitral

- Lado ventricular de la valvula
- Patrón bifásico
- Onda E: llenado pasivo (15→50cm/s)
- Onda A:llenado activa (CA) (35→65 cm/seg)
- Dependen de compliance del Musculo ventricular, precarga y postcarga
- Ratio E/A: Disfunción diastólica
- $E < A$: Va cambiando con EG: 0.5 a 1



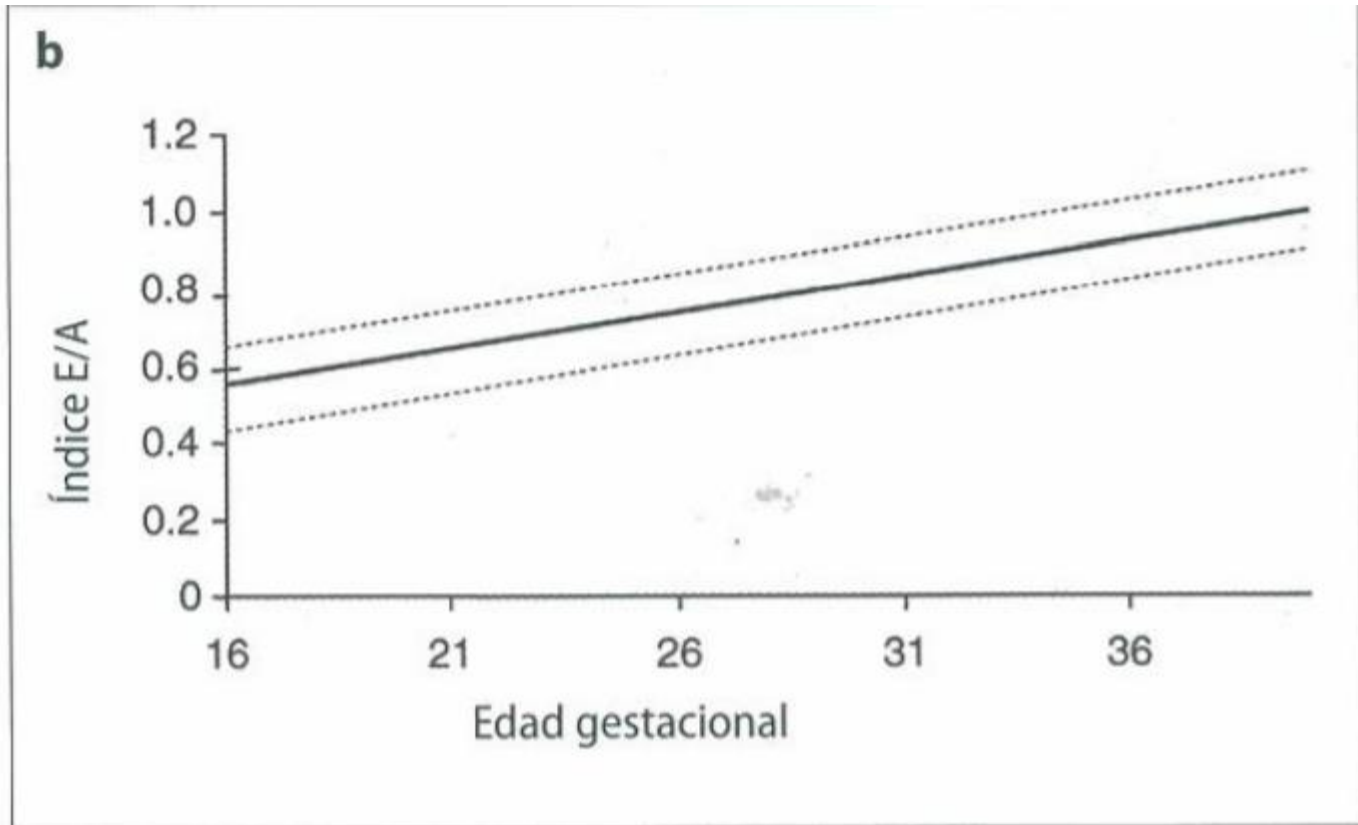
Válvula tricúspide

- Lado ventricular
- Patrón bifásico
- No se identifica flujo en el sístole ni insuficiencia tricúspidea.
- Velocidad mayor que mitral
- E: Vel 20→50cm/Seg
- A: 35 hasta 60 cm/seg



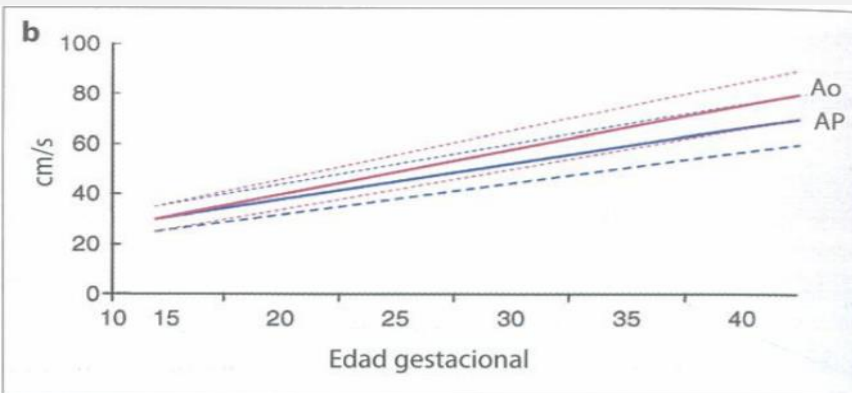
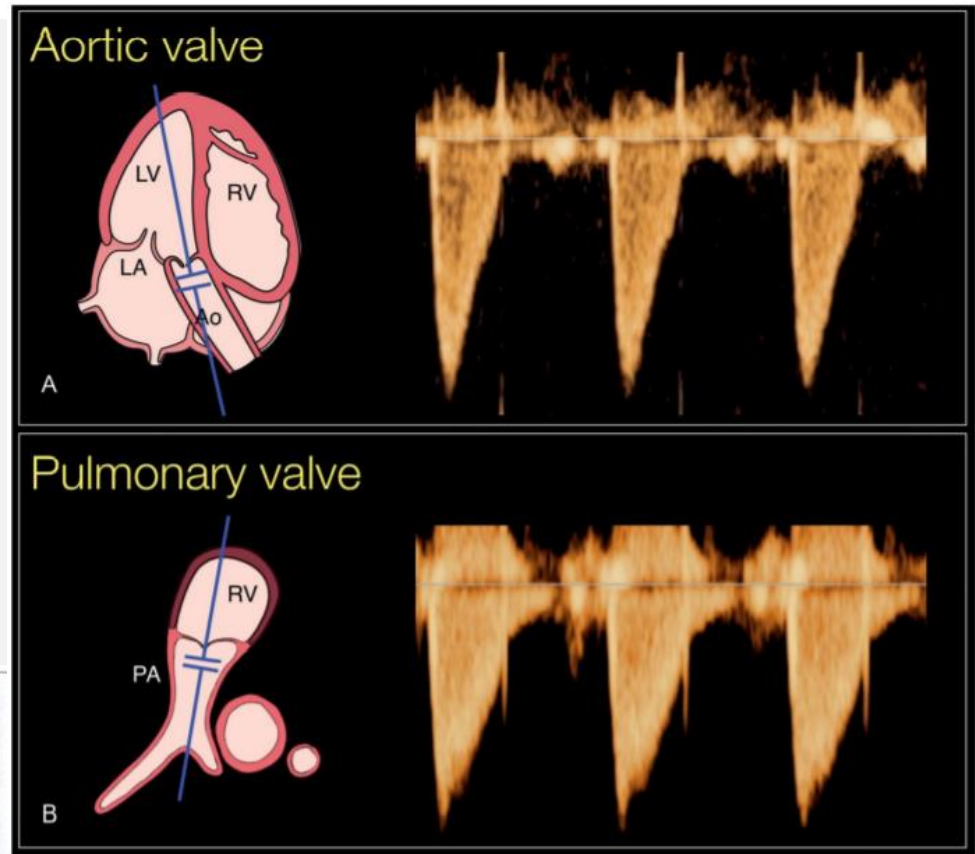


CERPO



Válvulas semilunares

- Vol de muestra distal a las valvas
- Un solo peak de vel. Máxima anterógrado durante sístole.
- Vel Máxima aumenta según EG:
 - 30cm/seg 12 semanas
 - 80 cms/seg al término
 - Tiempo de aceleración: menor en Aorta que Art pulmonar

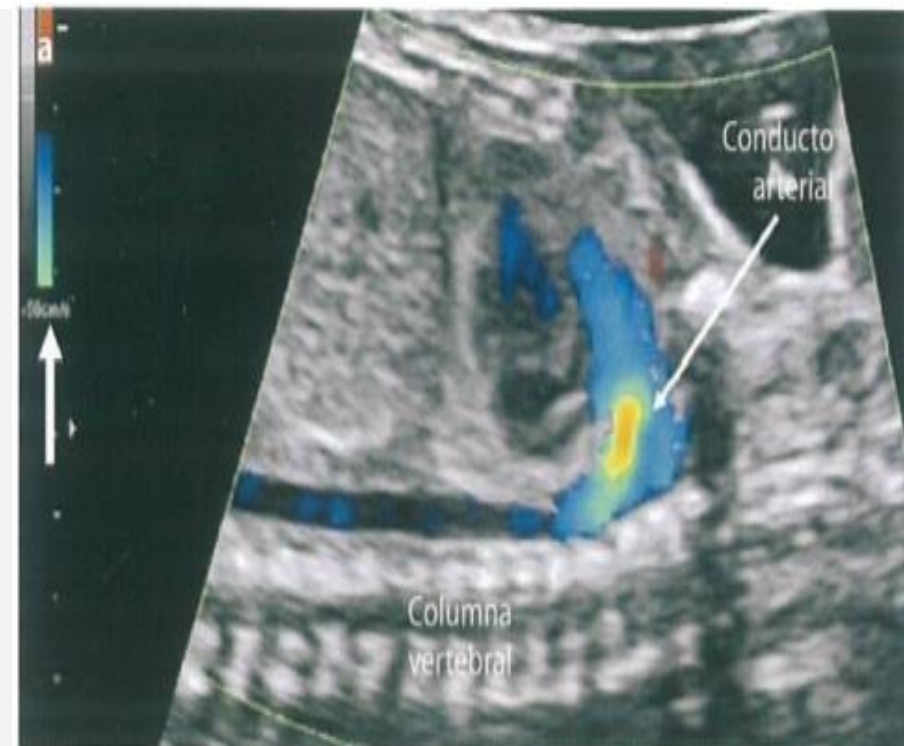


Estos índices Doppler reflejan la contractilidad ventricular, presión arterial y poscarga.

Ductus arterioso

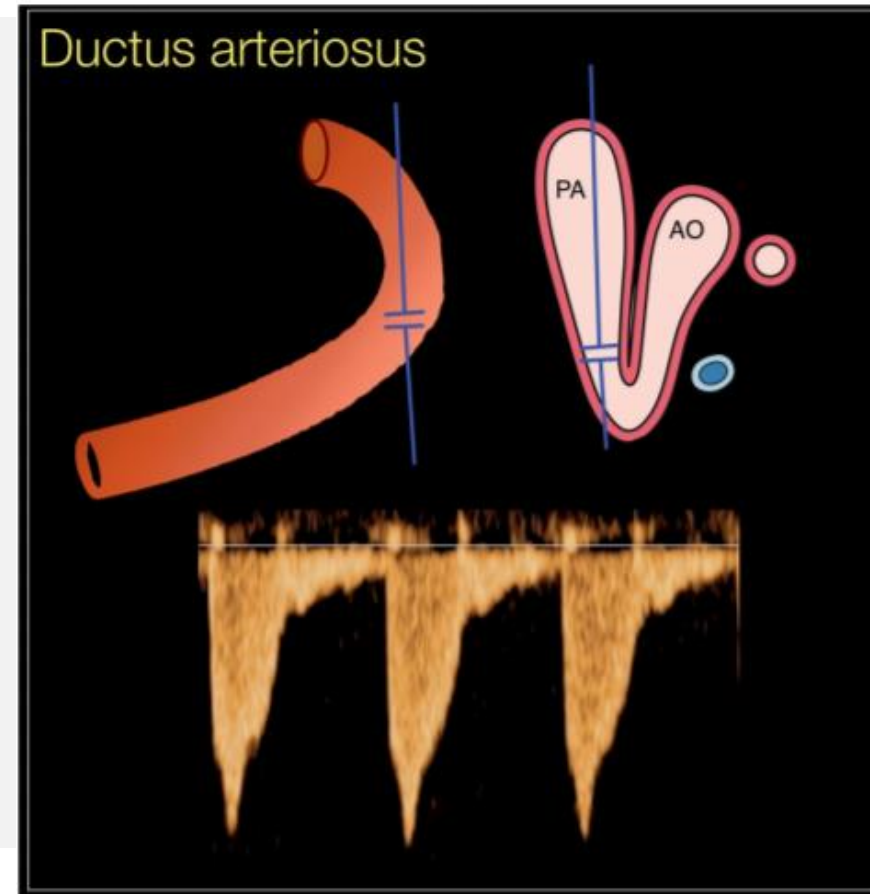


- Sensible a Po_2 .
- En la vida fetal el ductus representa un shunt D-I alejando la sangre de Los pulmones. Tiene la velocidad más alta del circuito.
- Evaluable en dos planos: arco ductal o 3VT
- Velocidades altas (Aliasing)



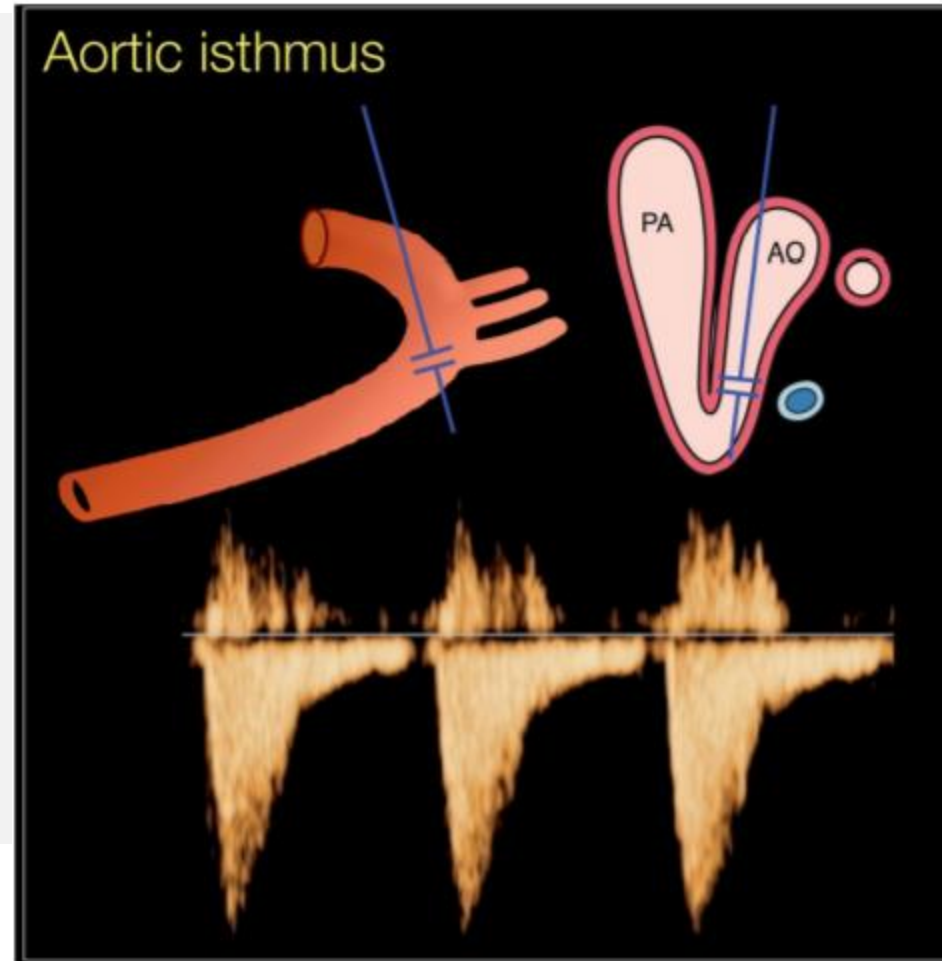
Ductus arterioso

- Alta velocidad sistólica máxima, que es la más alta en el feto y oscila entre 80 y 200 cm / s durante la segunda mitad de la gestación
- Lento tiempo de desaceleración → forma de onda amplia en comparación con el Doppler aórtico
- Una muesca dicrótica señala el final de la sístole y generalmente es seguida por otro aumento del flujo durante la diástole con un peak diastólico.

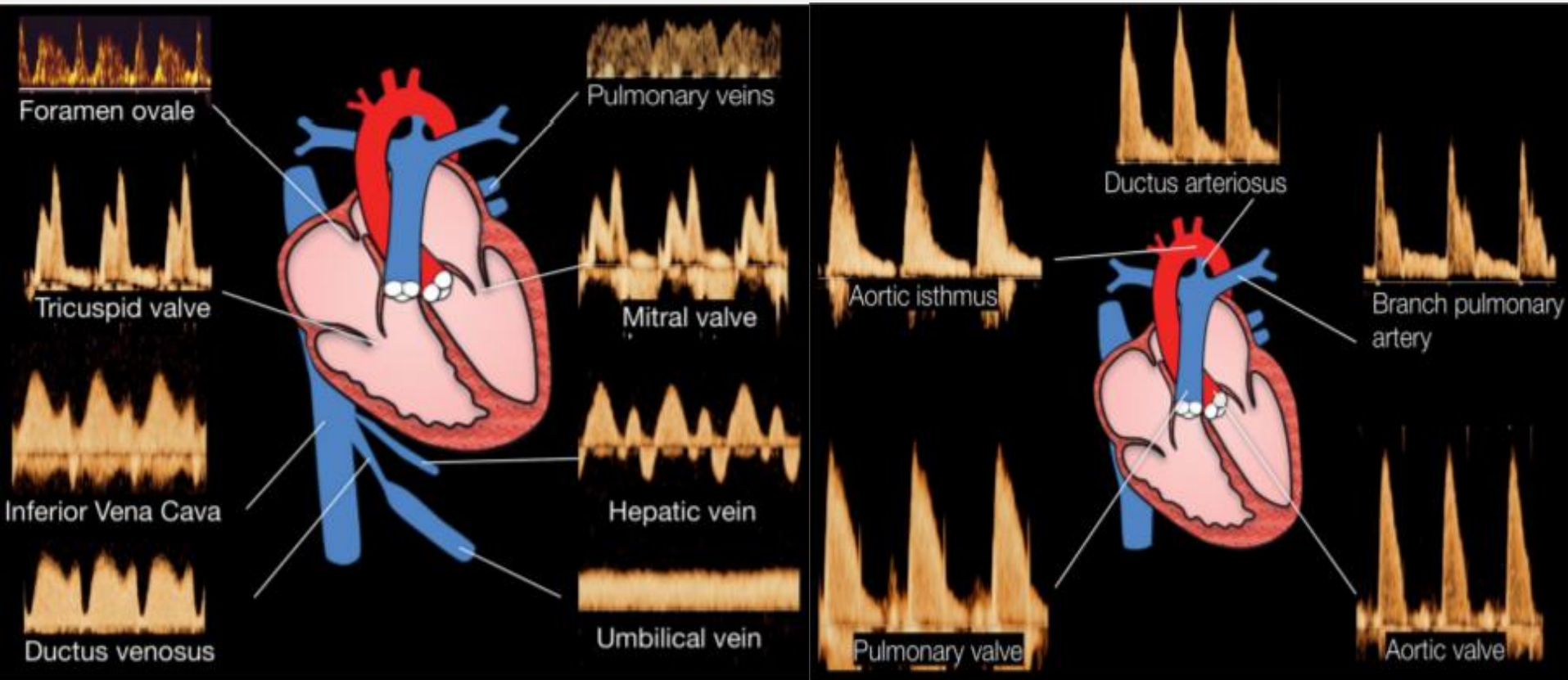


Itsmo Aórtico

- Ubicado entre el origen de la subclavia izquierda y la parte final de la Aorta.
- Establece una comunicación entre esas 2 arterias para paralelamente irrigar la parte superior e inferior del cuerpo
- La mejor región para colocar el volumen de la muestra es distal a la arteria subclavia izquierda y proximal al sitio de conexión del conducto arterial con la aorta descendente.
- Flujo anterógrado en sístole y diástole
- Signo de redistribución



Resumen Doppler



CERPO

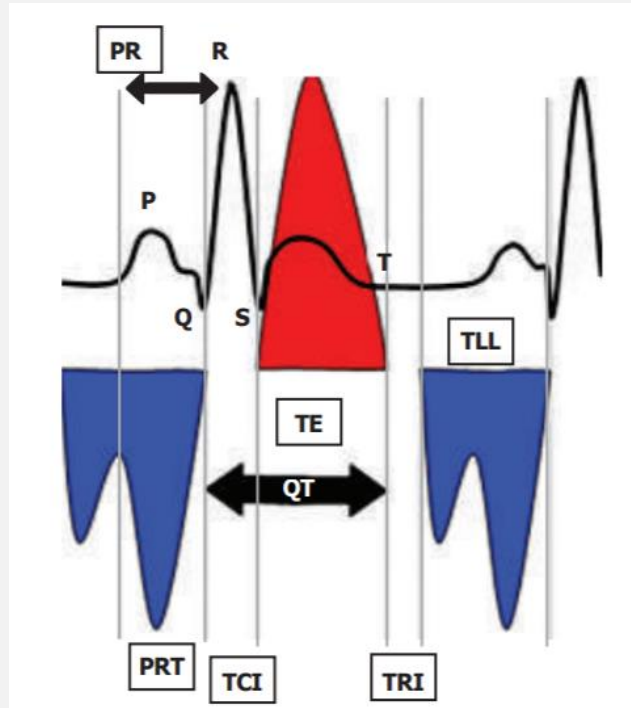
Centro de Referencia Perinatal Oriente
Facultad de Medicina, Universidad de Chile



EVALUACION DE LA FUNCION CARDIACA

Ciclo cardíaco

- Diástole precoz
- Diástole tardía
- Contracción isovolumétrica
- Eyección
- Relajación isovolumétrica



Ev. Función diastólica

Ev. Función sistólica

Función cardíaca global

Parámetros función sistólica

| PARAMETRO | DEFINICION | TECNICAS |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|
| Fracción de eyección y acortamiento | Fracción de sangre eyectada desde el ventrículo en cada latido | 2D, MODO M, 2D speckle tracking |
| Gasto Cardíaco | Volumen de sangre eyectado por el ventrículo en cada minuto | 2D, Doppler convencional, STIC |
| Desplazamiento anular | Distancia de movimiento de el anillo valvular auriculo-ventricular | MODO M, 2D speckle tracking |
| Peak de velocidad anular sistólica | Velocidad de movimiento del anillo valvular auriculo ventricular en sístole | DT espectral o color |
| Deformación (Strain) | Cambio de longitud de un segmento miocárdico desde su longitud inicial | DT color, 2D speckle tracking |
| Velocidad de deformación | Cambio de strain en el tiempo | DT Color, 2D speckle tracking |

Volumen sanguíneo

Movimiento miocardio

Deformación miocardica

Parámetros función diastólica



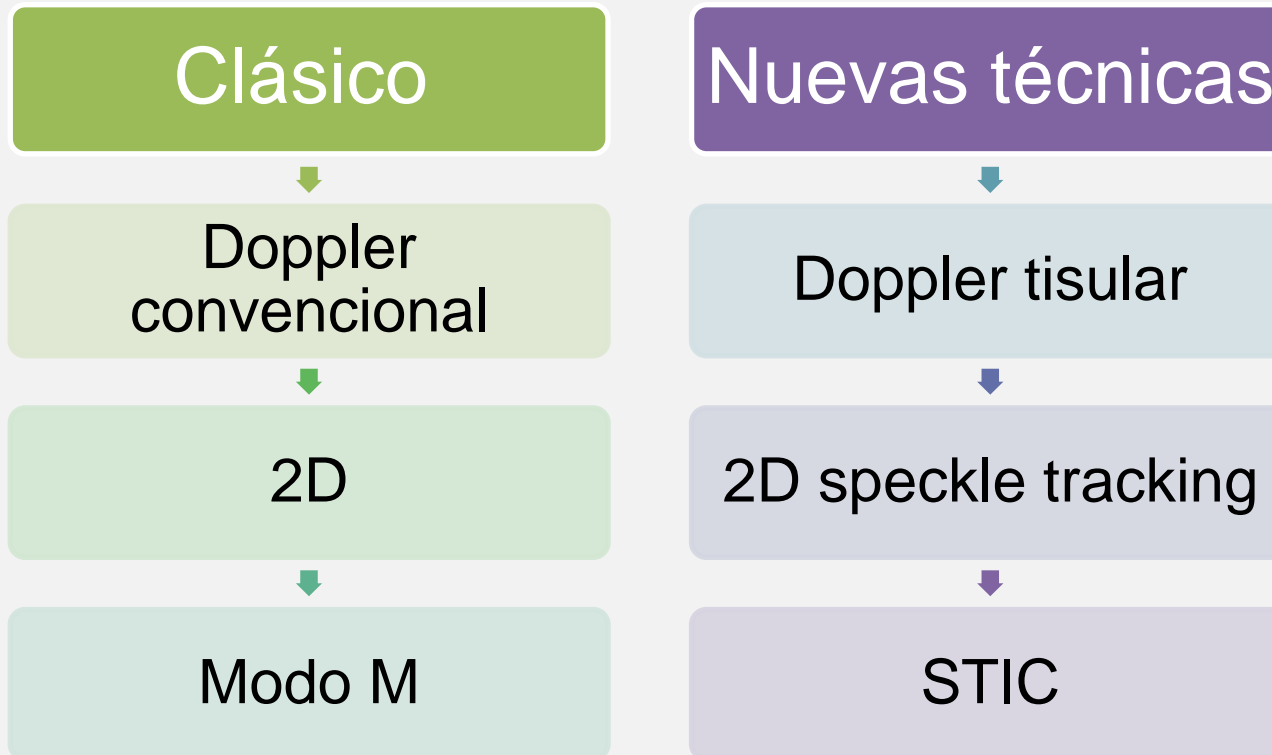
| PARAMETRO | DEFINICION | TECNICAS |
|-------------------------------------|--|--|
| Venas precordiales(DV y otros) | Patrón de flujo en las venas precordiales durante la contracción auricular | Doppler convencional |
| Cuociente E/A | Cuociente entre la velocidad de llenado ventricular precoz (E) y Tardía (A) | Doppler convencional |
| Peak de vel anular diastólicas | Velocidad de movimiento del anillo valvular auriculo ventricular en las sistole precoz (E') y tardía(A') | DT espectral o color |
| Ratio E/E' | Cuociente de velocidad diastólica transmitral/mitral | Doppler convencional, DT espectral |
| Tiempo de relajación isovolumétrica | Tiempo entre el cierre de la válvula aortica y la apertura de la mitral | Doppler convencional, DT espectral o color |



Parámetros función cardiaca global

| PARAMETRO | DEFINICION | TENICAS |
|------------------------------------|--|--|
| Indice de función miocárdica (MPI) | Cuociente entre los tiempos isovolumétricos (contracción +relajación) y tiempo de eyección | Doppler convencional, DT espectral o color |

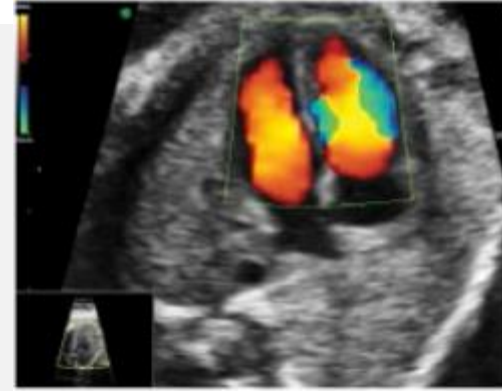
Técnicas e índices usados para evaluar función cardiaca fetal



Doppler convencional

Color

Dirección de movimiento

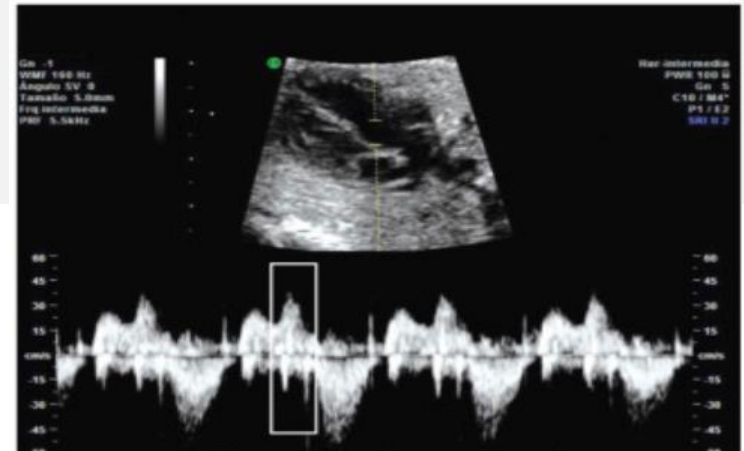


Espectral

Flujo de sangre:
distancia en
tiempo

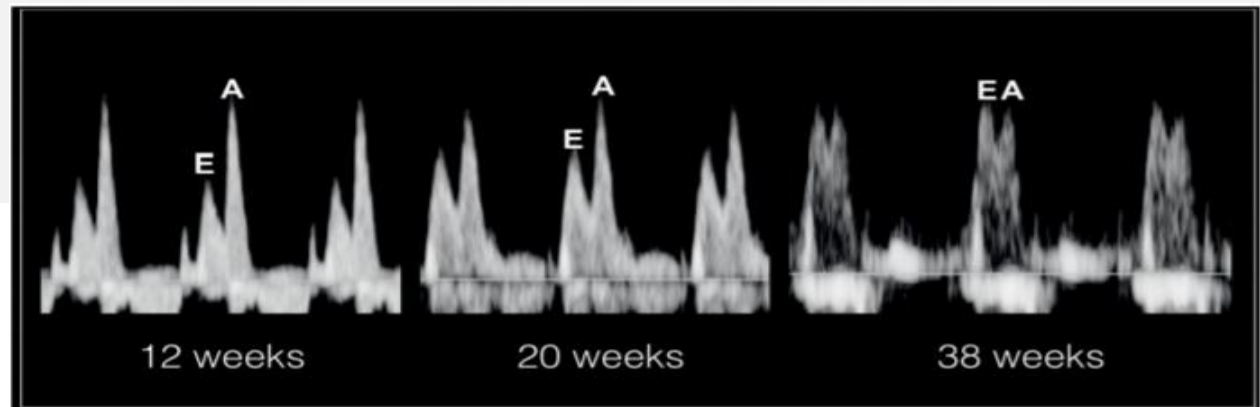
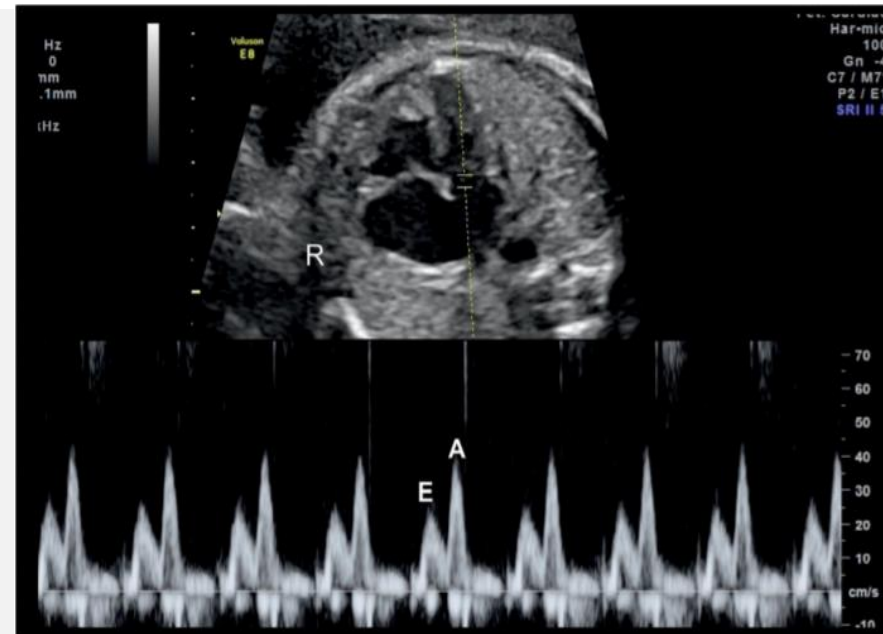
Calculo de
velocidades en
relación al ciclo
cardiaco

Indices de
pulsatilidad y
tiempos



Doppler convencional

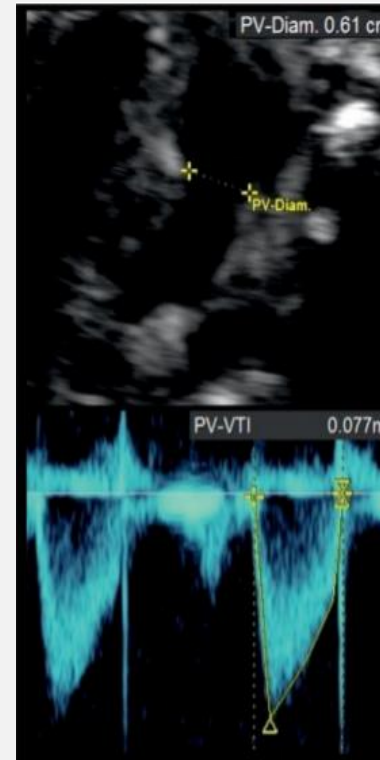
- E/A:
 - Componente diastólico
 - Refleja la distensibilidad o capacidad de relajación miocárdica.
 - Limitaciones
 - $E/A < 1$



Doppler convencional

Gasto cardiaco:

- Tractos de salida: velocidad y volumen de sangre eyectada
- Evalúa distintos territorios vasculares
- Diámetro interno aorta y pulmonar, con válvulas abiertas.
- Velocidad integrada en el tiempo (VTI): vel máxima sistólica.
- Limitaciones
- El GC aumenta con EG
- Existe predominancia derecha
- En embarazos patológicos los resultados son contradictorios
- Alterado en estadios avanzados de falla cardiaca.



Measurements:

PV-Diam - valve diameter (VD)

PV-VTI - velocity-time integral

Calculations:

$$\text{Valve area} = \pi \times (\text{VD}/2)^2$$



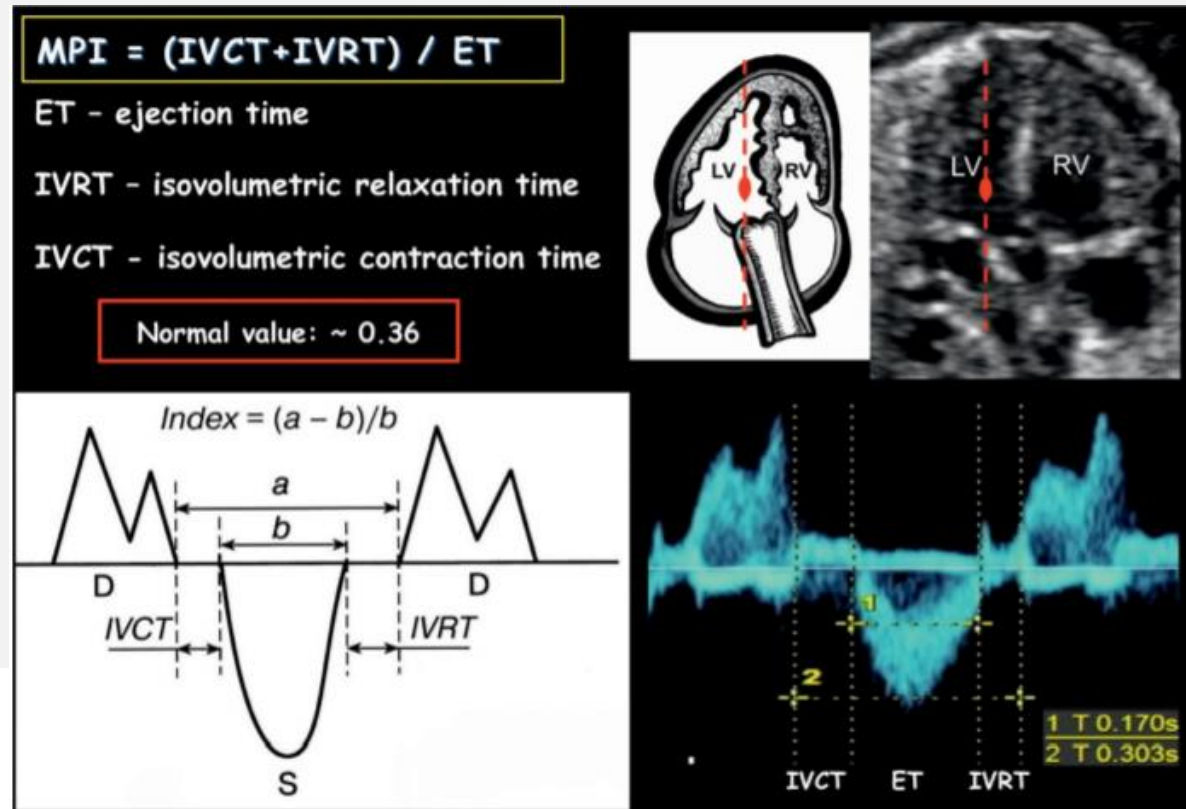
$$\text{SV} = \text{VTI} \times \text{valve area}$$



$$\text{CO} = \text{SV} \times \text{HR}$$

Doppler convencional

- Indíce de función miocárdica (MPI o Tei Index):



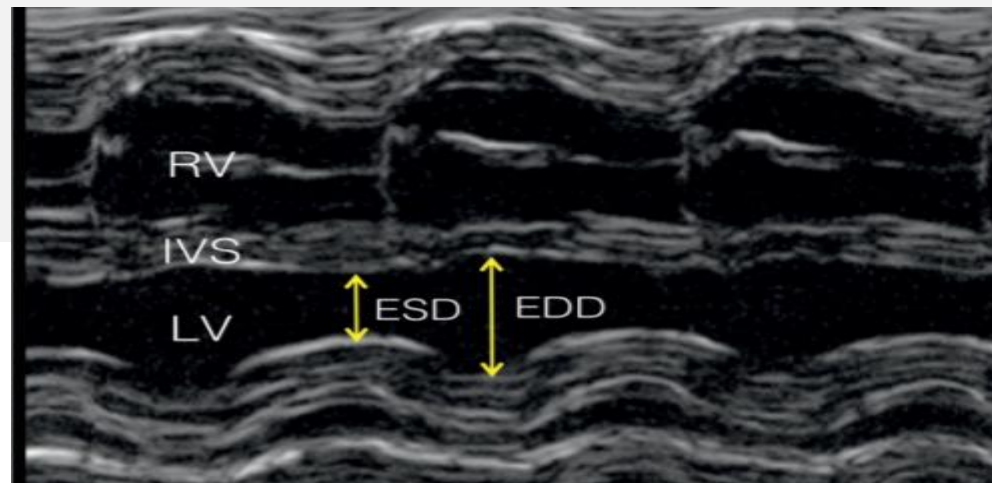
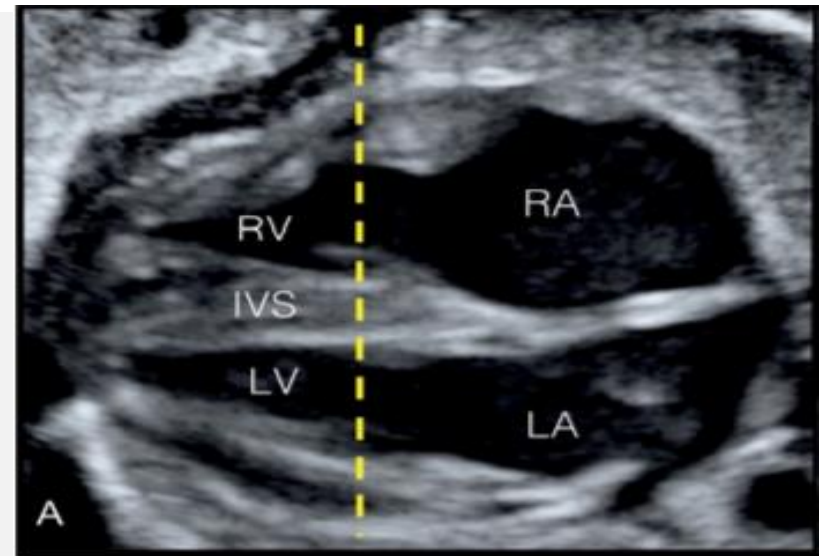
Modo-M (*Motion mode*)



- Estudio del movimiento de las estructuras cardiacas: válvulas, paredes ventriculares y septo.
- Cálculo de Fracción de acortamiento y desplazamiento máximo anular.
- Permite también evaluar la consecuencia mecánica de la actividad eléctrica.
- Conducción A-V normal 1:1

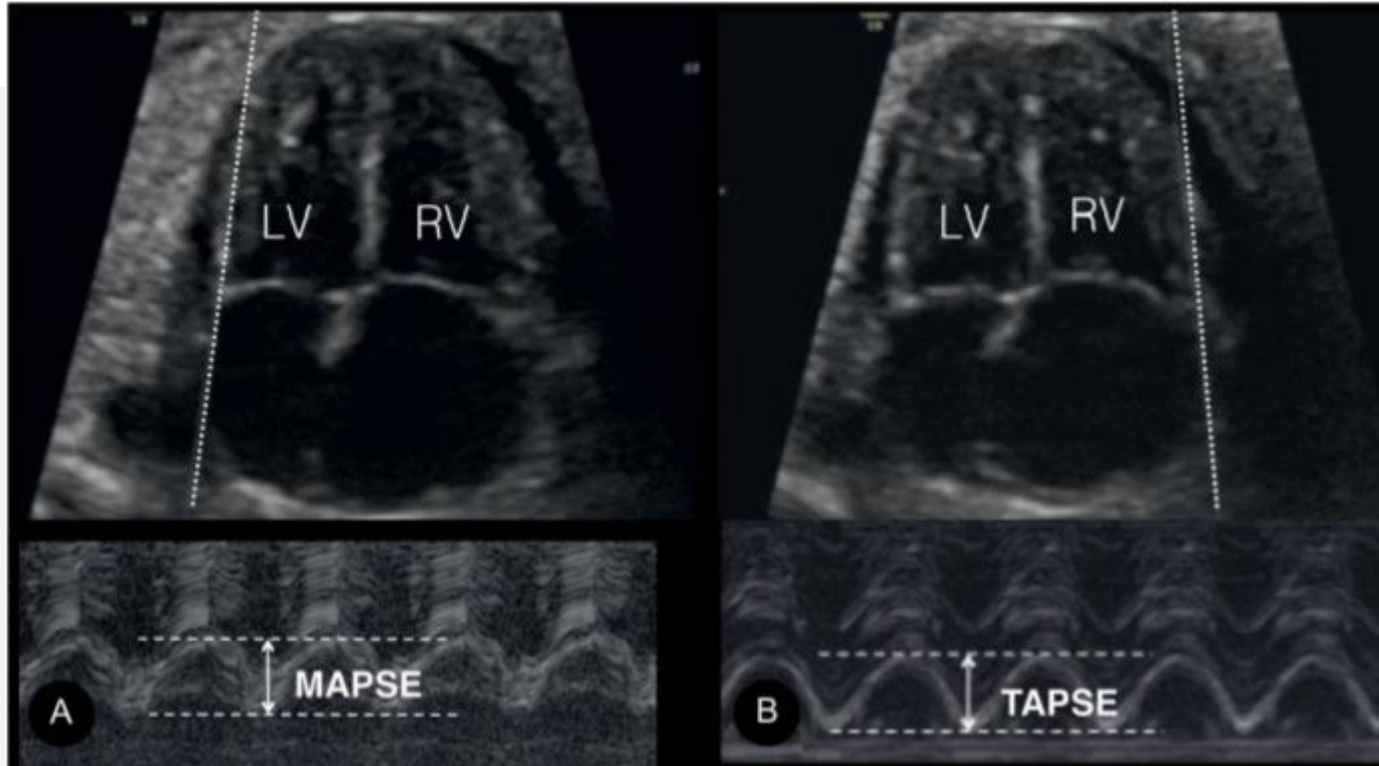
Modo-M

- Fracción de eyección y de acortamiento:
 - FE: % de sangre eyectada por el ventrículo en cada ciclo cardiaco
 - Fracción de acortamiento: Disminución sistólica del diámetro ventricular expresado como un cociente.
 - Función miocárdica radial



| | |
|------------|----------|
| SV (Teich) | 13.47 ml |
| EF (Teich) | 71.96% |

Modo M



- Desplazamiento anular:
 - Desplazamiento de las fibras miocárdicas
 - VD: fibras longitudinales/VI: fibras circunferenciales.
 - Medida del desplazamiento máximo del anillo valvular desde el final de la diástole al final de la sístole.

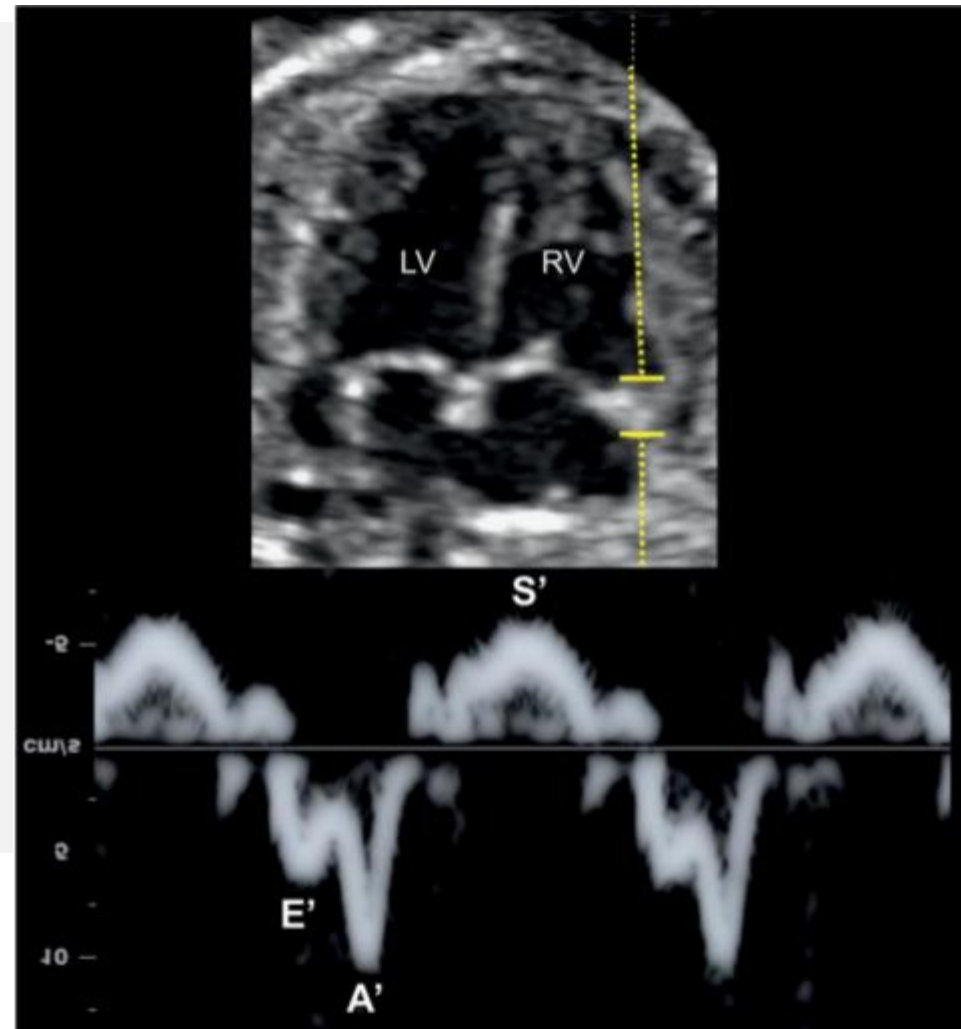
Doppler tisular



- Movimiento del miocardio.
- Modificaciones de la señal Doppler para estudiar el movimiento del miocardio, de menor velocidad y mayor amplitud de onda.
- Menos dependiente de las condiciones de volumen del corazón que las técnicas de Doppler convencional.

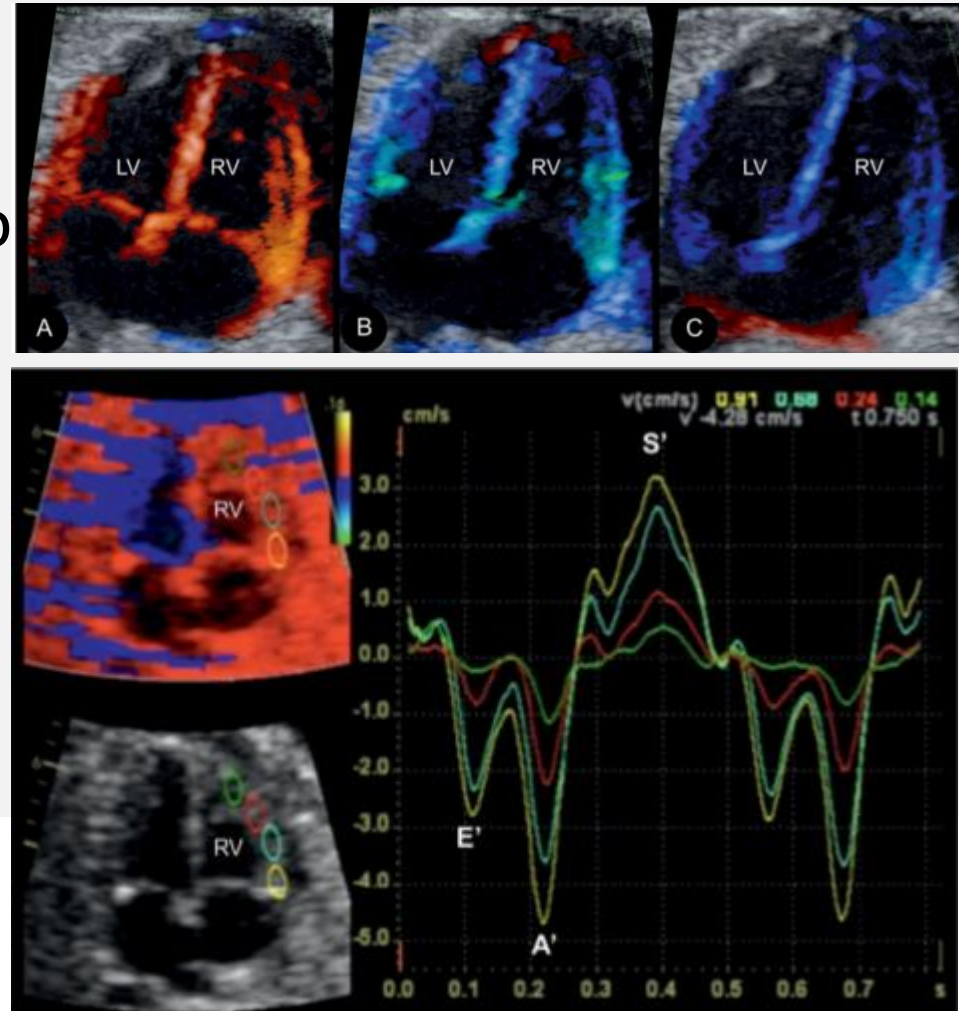
Doppler tisular

- Doppler tisular espectral:
 - E': velocidad anular diastólica precoz
 - A': Veloc. anular durante contracción auricular
 - S': Velocidad anular durante sístole ventricular



Doppler tisular

- Doppler tisular color:
 - Strain: cambio de longitud de un segmento miocárdico desde su longitud inicial
 - Strain rate: cambio de strain en función del tiempo.
 - Función longitudinal



2D-speckle tracking



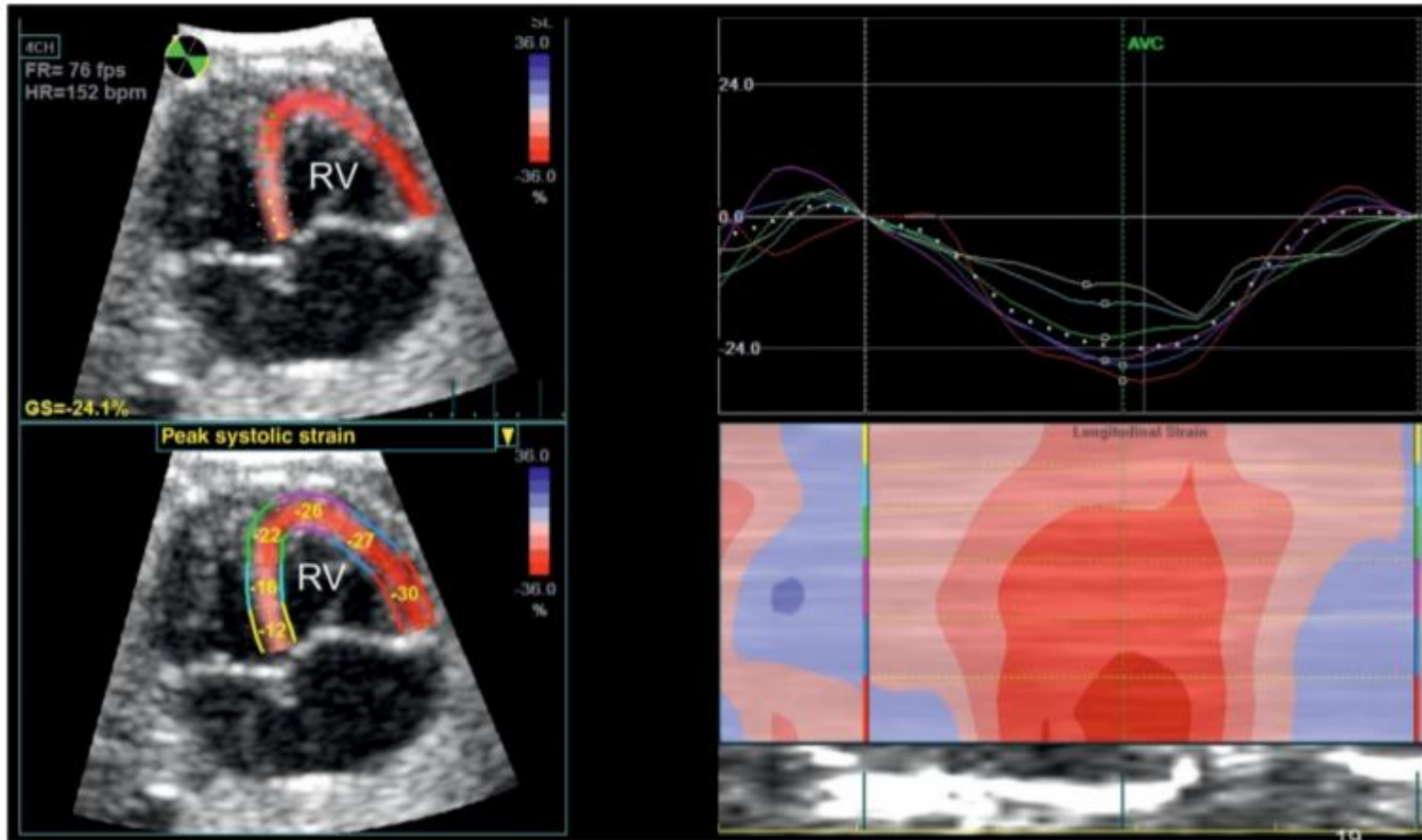
- Angulo independiente
- Evalúa parámetros complejos de función miocárdica:
 - Torsión (twist)
 - Traslación
 - Rotación
 - Deformación (strain)
 - Velocidad de deformación (Strain rate)
- Procesamiento *offline*

2D-speckle tracking



- Cuantifica el movimiento y deformación del miocardio usando el mapeo de áreas miocárdicas brillantes (speckles) imagen por imagen.
- Requiere dibujar el contorno interno del miocardio, por lo que usa imágenes de alta calidad (Fram rate >110)
- Interferido por movimientos fetales y maternos
- Aplicación en estudios RCF

2D-speckle tracking



Spatio-temporal image correlation (STIC) 3D/4D



- Barrido del corazón en 5 planos transversales
- Conjunto de datos de volumen conteniendo un ciclo cardiaco completo (1500 imágenes)
- Obtener información de la región diana en cualquier momento del ciclo cardiaco.
- 3D-4D: Volumetría ventricular y en los movimientos valvulares

STIC



- Volumetría del corazón fetal:

- Permite extrapolar medidas como el volumen de eyección, fracción de eyección y el gasto cardiaco.
- VOCAL (*virtual organ computerized analysis*): Mide volumen de área definida, mediante reconstrucción de planos alrededor de un eje central
- Limitaciones

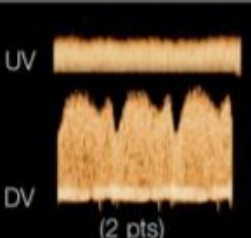
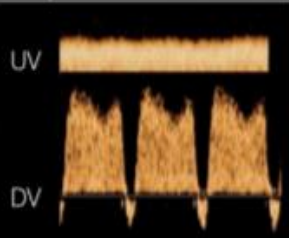
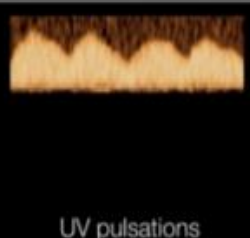
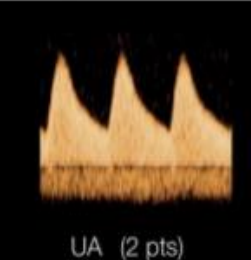
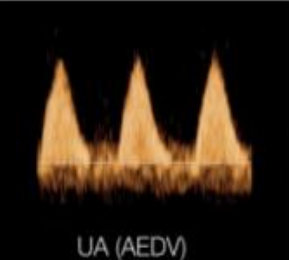



Score perfil cardiovascular



- Combina la evaluación de los marcadores directos e indirectos de la función cardiovascular mediante la asignación de dos puntos para cada una de las cinco categorías:
 1. hidrops fetal
 2. Doppler venoso
 3. tamaño del corazón
 4. función cardíaca
 5. Doppler arterial

Score perfil cardiovascular

| | Normal | -1 point | -2 points |
|--|--|---|---|
| Hydrops | None (2 pts) | Ascites or pleural effusion or pericardial effusion | Skin edema |
| Venous Doppler (umbilical vein and ductus venosus) |  <p>UV DV (2 pts)</p> |  <p>UV DV</p> |  <p>UV pulsations</p> |
| Heart size (heart area / chest area) | >0.20 and <0.35 (2 pts) | 0.35–0.50 | >0.50 or <0.20 |
| Cardiac function | Normal TV and MV RV/LV SF >0.28 Biphasic diastolic filling (2 pts) | Holosystolic TR or RV/LV SF <0.28 | Holosystolic MR or TR dP/dt 400 or monophasic filling |
| Arterial Doppler (umbilical artery) |  <p>UA (2 pts)</p> |  <p>UA (AEDV)</p> |  <p>UA (REDV)</p> |

- Ha sido validado como un predictor de morbilidad y mortalidad fetal / neonatal severa en varios estudios
- Un puntaje cardiovascular normal es 10 y un puntaje de 5 o menos es predictor de mortalidad perinatal

CERPO

Centro de Referencia Perinatal Oriente

Facultad de Medicina, Universidad de Chile



SEMINARIO 32: Evaluación Funcional del Corazón Fetal B

Drs. María Paz Marín Navarrete, Daniel
Martin Navarrete, Juan Guillermo
Rodríguez Arias, Daniela Cisternas Olguin
Julio 2020