

Utilidad del Ecocardiograma en ECMO: Experiencia en Pediatría.

Echocardiogram use during ECMO: Pediatric Experience.

DRA. JANET TORIBIO

Cardiólogo Pediatra - Ecocardiografista - Hemodinamista. Unidad Cardiovascular Pediátrica, del Centro Cardiovascular de CEDIMAT, Santo Domingo, República Dominicana.

RESUMEN

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO, por sus siglas en inglés) en niños surgió hace más de 4 décadas, a medida que hemos avanzado en el tiempo las indicaciones son cada vez mayores, y la ecocardiografía desempeña un papel fundamental para la elección o el descarte del paciente, la canulación y el inicio, la monitorización, y el destete del soporte con ECMO. La comprensión de la anatomía y fisiología del circuito de ECMO y del paciente es crucial antes de cualquier evaluación ecocardiográfica para soporte con ECMO. Sin embargo, las decisiones no deben ser tomadas exclusivamente por los hallazgos en el ecocardiograma debido a que el mismo tiene limitaciones, por lo que debe correlacionarse con la clínica. Aún no existen guías en ecocardiografía pediátrica. Las pautas son inherentes a cada grupo de ECMO, adoptando el protocolo de acuerdo con las necesidades. En la siguiente revisión incluimos el rol de la ecocardiografía para ECMO Venoso-Arterial (VA) y Venoso-Venoso (VV).

Palabras clave: Ecocardiografía, Ecocardiograma transtorácico, Ecocardiograma transesofágico, ECMO venovenoso, ECMO venoarterial, Pediatría

ABSTRACT

The extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) in children emerged more than 4 decades ago, as we have progressed over time the indications are increasing, and echocardiography plays a fundamental role for the choice or discard of the patient, cannulation and initiation, monitoring, and weaning from ECMO support. Understanding the anatomy and physiology of the ECMO circuit, and the patient, is crucial before any echocardiographic evaluation for ECMO support. However, decisions should not be made exclusively by the findings on the echocardiogram because it has limitations, so it must be correlated with the clinic of the patient. Guidelines for pediatric echocardiography do not yet exist. The guidelines are inherent to each ECMO team, so each ECMO team should adopt its protocol according to the needs. In the following review we include the role of echocardiography for Arterio-Venous (VA) and Venous-Venous (VV) ECMO.

Key words: Echocardiography, Transthoracic Echocardiogram, Transesophageal Echocardiogram, Venovenous ECMO, Venous-arterial ECMO, Pediatrics

INTRODUCCIÓN

La ecografía desempeña un papel fundamental en las indicaciones para la Oxigenación por Membrana Extracorpórea (ECMO, por sus siglas en inglés), las cuales van en aumento debido a que este ofrece beneficios de supervivencia.^{1, 2} Esta forma parte del examen del paciente crítico en la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos (UCIP), permitiendo la evaluación de la sonoanatomía pulmonar, y la función cardíaca.³ El rol de la ecografía, particularmente, de la ecocardiografía en pacientes en ECMO ha hecho una transición a través de los años ya que esta pasó de ser sólo uno de los medios primarios de la evaluación de la función cardíaca a ser una herramienta cuyos hallazgos son integrados a la evaluación general y al manejo de los pacientes pediátricos y neonatos con ECMO.^{1, 3, 4} Además, no solo tiene un rol esencial para anticipar las complicaciones y para la obtención de buenos resultados, sino también en el acceso seguro, efectividad y preparación para la iniciación del circuito y la separación o el destete.^{5, 1}

Es importante reconocer que la comprensión de la anatomía del paciente y del circuito ECMO son cruciales antes de realizar la evaluación ecocardiográfica. Sin embargo, la utilidad de la ecocardiografía no está limitada a la evaluación de la función cardíaca, por lo que las decisiones clínicas no deberían de hacerse exclusivamente en base a los hallazgos ecocardiográficos.¹ Una de las ventajas principales de la ecocardiografía es que es un estudio de fácil acceso, que está cerca del paciente y provee una evaluación de las variables cuantitativas y cualitativas, en tiempo real, de la estructura cardíaca, con alta sensibilidad y especificidad.^{1, 3, 6}

La ecocardiografía ha emergido como técnica por excelencia en la estratificación del riesgo en la evaluación de la función ventricular derecha e izquierda pre-ecmo.¹ También es útil para determinar el grado de recuperación ventricular durante el mismo y para el diagnóstico de enfermedades que requieren ECMO, considerando que detecta todas las complicaciones cardíacas y vasculares que puedan surgir con su uso.¹ Por otro lado, identifica lesiones valvulares y la función del ventrículo izquierdo causantes de inestabilidad hemodinámica grave, o las excluye, para evitar el soporte del ECMO. Las imágenes

que se realicen deben ser de buena resolución.⁵ Aunque la ecocardiografía tiene indicaciones y aplicaciones específicas que son útiles para el soporte con ECMO, también tiene limitaciones.¹ Igualmente, los cambios fisiológicos inducidos por el ECMO pueden alterar los hallazgos ecocardiográficos, por lo que se sugiere el uso de un protocolo específico y consistente en pacientes en los que se recomienda y se use ECMO.¹

El ECMO, cuando falla el manejo médico, provee un soporte pulmonar y/o cardíaco, si la valoración clínica y ecocardiográfica apunta a que el paciente es reversible.¹ En caso de parada cardiopulmonar, que no responde a medidas convencionales de Resucitación Cardiopulmonar (RCP), la reanimación cardiopulmonar extracorpórea con soporte de ECMO proporciona apoyo cardiovascular inmediato.⁶

La ecocardiografía es fundamental para selección del modo apropiado del soporte Veno-Venoso (VV) o Veno-Arterial (VA) y descartar complicaciones mecánicas tales como defectos anatómicos o complicaciones del sistema de ECMO.^{1, 5}

Diferentes autores recomiendan que sea realizado por un médico entrenado en ecocardiografía, con vasta experiencia en la realización de ecocardiografía en ECMO, debe ser parte del equipo para neonatos y niños, para el manejo del paciente pediátrico en ECMO (Guías de la Organización de Soporte de Vida Extracorpóreo, ELSO por sus siglas en inglés).^{2, 6, 7} El objetivo de este artículo es proveer una visión general de los elementos claves que se deben de considerar en la valoración ecocardiográfica en neonatos y pacientes pediátricos que requieran ECMO.

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA PRE-ECMO.

La valoración ecocardiográfica para identificar la anatomía, el reconocimiento de la condición hemodinámica del paciente y la selección de la mejor modalidad de ECMO son primordiales previamente a la iniciación del soporte con ECMO.⁵ Es importante resaltar que el estudio ecocardiográfico depende de la estabilidad del paciente.¹ La ecocardiografía tendrá diferentes enfoques dependiendo del caso de cada paciente,

por ejemplo, caso de paro cardíaco, la ecocardiografía estará enfocada en los defectos anatómicos y en condiciones hemodinámicas reversibles, como el taponamiento cardíaco enfermedad valvular, enfermedad obstructiva, y disfunción ventricular tratable.^{1, 5, 8} Durante falla respiratoria severa, la ecocardiografía guía en la selección del modo de ECMO en un paciente que curse con disfunción ventricular izquierda.⁹ Además, permite identificar contraindicaciones, particularmente la insuficiencia aórtica severa y la disección aórtica.^{9, 8} Igualmente, diferencia entre la falla cardíaca aguda y la falla respiratoria aguda, y es una guía para decidir modos de canulación, central versus periférica y quirúrgica versus percutánea.⁷ Además, determinar el gasto cardíaco es útil para estimar la cantidad del flujo requerido para la oxigenación del paciente.⁷

Del mismo modo, la ecocardiografía identifica la anatomía del corazón derecho, permitiendo identificar comunicación interauricular, foramen ovale permeable (Figura 1), aneurismas septales, anatomía de la válvula tricúspide, marcapasos, descartar efusión y/o tamponada, evaluar la permeabilidad vascular periférica, demostrar la continuación de la vena cava inferior a la aurícula derecha, evaluar la vena cava superior derecha y descartar vena cava superior izquierda persistente y presencia de un ductus arterioso patente (evaluar si el cortocircuito está presente).¹ Así mismo, evalúa la posición de cables evitando la colocación de la cánula venosa para VV o VA.¹ También evalúa la función del ventrículo izquierdo y ventrículo derecho, la anatomía coronaria, la existencia o no de drenaje venoso pulmonar anómalo y la anatomía del arco aórtico.¹

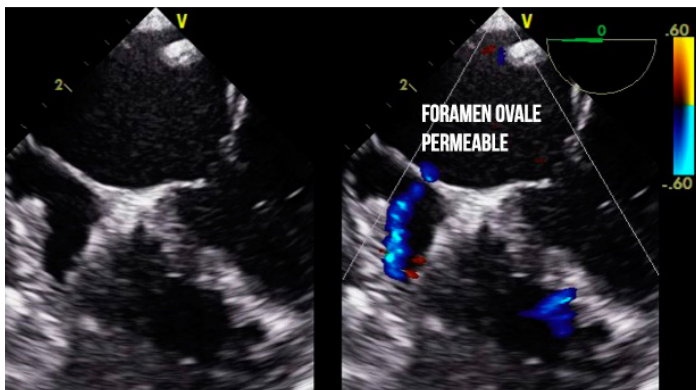


Figura 1. A. Evaluación ecocardiográfica pre-ECMO que demuestra en imagen derecha paso de color azul a través del septum interauricular por presencia de foramen oval permeable. (imágenes cortesía del Banco de Imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT)

En la aurícula derecha se evalúa el seno coronario, valorando dilatación, y la Red de Chiari. Los parámetros para la evaluación del Ventrículo Derecho (VD)^{1,3}:

Morfología del VD

- Área de fin de diástole de Ventrículo Derecho (VD) / área de fin de diástole del ventrículo izquierdo (VI).
- Forma triangular versus redondeada del ápex.
- Espesor de la pared del VD.
- Signo de McConneell: aquinesia o hipoquinesia de los segmentos medios de la pared ventricular derecha libre para diagnóstico de tromboembolismo pulmonar agudo descartando hipertensión pulmonar primaria¹⁰.

Función sistólica del VD:

- Cambio de la Fracción de Eyección (FE).
- Doppler tisular en el anillo tricúspide (TAPSE por su acrónimo en inglés), Onda S del anillo de la tricúspide.
- Onda de doppler pulsado a través de la válvula pulmonar: Tiempo de aceleración de la arteria pulmonar (PAAT por sus siglas en inglés) / patrón bifásico.
- Aceleración miocárdica durante la contracción isovolumétrica.

Función diastólica del VD:

- Relación E/A del flujo transtricuspídeo.
- Estimar presión de llenado de Ventrículo Izquierdo: relación E/e'.
- Tiempo de Desaceleración.
- Colapso de la Vena Cava Inferior.
- Inversión del flujo en las venas hepáticas durante la contracción auricular.

Septum interventricular: presencia del septum paradójico.

Regurgitación tricuspídea: Estimación de la presión sistólica del VD.

Además, se debe de evaluar el lado izquierdo del corazón, incluyendo la morfología, y la función sistólica y diastólica del VI. Para la valoración de la morfología del VI se debe de tener en cuenta el tamaño y el espesor de la pared. Para la función sistólica del ventrículo izquierdo se valorará: Fracción de Eyección (FE) por el método de Simpson o cambio de área fraccional (CAF), Tiempo integral de velocidad aórtica (VTI), Regurgitación mitral, doppler de la curva de ascenso de la presión intraventricular (dP/dt) del ventrículo izquierdo (VI), aceleración miocárdica durante la contracción

isovolumétrica, Para la función diastólica se valorará relación E/A(flujos transmitral), E/e' en el anillo mitral (estimando así las presiones de llenado de ventrículo izquierdo), tiempo de desaceleración, y flujo reverso en las venas pulmonares durante la contracción auricular izquierda.¹

Se debe de realizar una evaluación valvular, sobre todo de la válvula aórtica, antes de la canulación, considerando que durante el ECMO no se puede evaluar de manera correcta por el flujo del mismo incidiendo sobre ellas.^{1,3} Además, se debe descartar insuficiencia aórtica severa pues es una contraindicación relativa para soporte con ECMO.¹ La disección aórtica no reparada representa una contraindicación absoluta en ECMO VA, mientras que la insuficiencia aórtica moderada es contraindicación relativa porque el aumento de la postcarga del ventrículo izquierdo, determinada por el propio ECMO, conduce a un empeoramiento de la insuficiencia aórtica.^{1, 8} Sobre la aurícula izquierda (AI) es necesario la evaluación del tamaño y volumen.^{1,3} La falla cardíaca severa e hipertensión pulmonar severa (presión media en la arteria pulmonar >50 mmHg) son contraindicaciones absolutas para ECMO VV.⁸ El ecocardiograma transtorácico usualmente, es suficiente para la edad pediátrica y se pueden usar vistas combinadas con la vista subcostal. Sin embargo, es importante recalcar, que cuando el paciente postquirúrgico tiene indicado el cierre diferido del tórax, muchas veces la ventana ecocardiográfica no es suficiente, por lo que se pondera el uso del ecocardiograma transesofágico para mejores vistas.

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DURANTE LA CANULACIÓN.

Durante esta fase tenemos tres objetivos básicos: escoger el tamaño de la cánula apropiado, colocar de manera óptima la cánula y reducir el porcentaje de complicaciones asociadas a la canulación.^{1,9}

El papel central del estudio ecocardiográfico es que permite medir el diámetro de los vasos para canular, siendo la más común la arteria femoral.^{5,9} Esto ayuda a decidir el tamaño de las cánulas para evitar oclusiones, especialmente porque pueden causar isquemia, verificar que el flujo sea óptimo, descartar dilatación aguda de ambos ventrículos y realizar doppler a color para evaluar la perfusión distal.^{1,9} Durante la canulación debe de haber una buena comunicación entre el operador y el ecocardiografista sobre el sitio adecuado de la inserción de la cánula para evitar la incorrecta colocación de la

guía en la vena hepática y el ventrículo derecho.^{5,7} En muchos casos, la canulación se puede realizar sin guía ecocardiográfica. Sin embargo, la canulación guiada por ecocardiografía reduce la tasa de complicaciones tales como, hematoma retroperitoneal, daño vascular, taponamiento cardíaco, o sugerir al operador canulación de manera quirúrgica evitando así isquemia de los miembros inferiores.^{1,9}

La ecocardiografía tiene mayor porcentaje de sensibilidad y especificidad en comparación con la radiografía para identificar el punto exacto de llegada de las cánulas (Figura 2), considerando que es un examen estático y no permite definir con precisión la posición de la cánula.^{3,9} Esto resulta en una disminución del porcentaje de pacientes que necesitan un reposicionamiento quirúrgico de los catéteres del ECMO.⁹ La posición exacta de la cánula arterial femoral permite optimizar el flujo, así como la posición exacta de la cánula venosa en la vena cava inferior (VCI), por encima de la vena hepática, y contribuye a un drenaje excelente, optimizando claramente el drenaje hepático.⁵

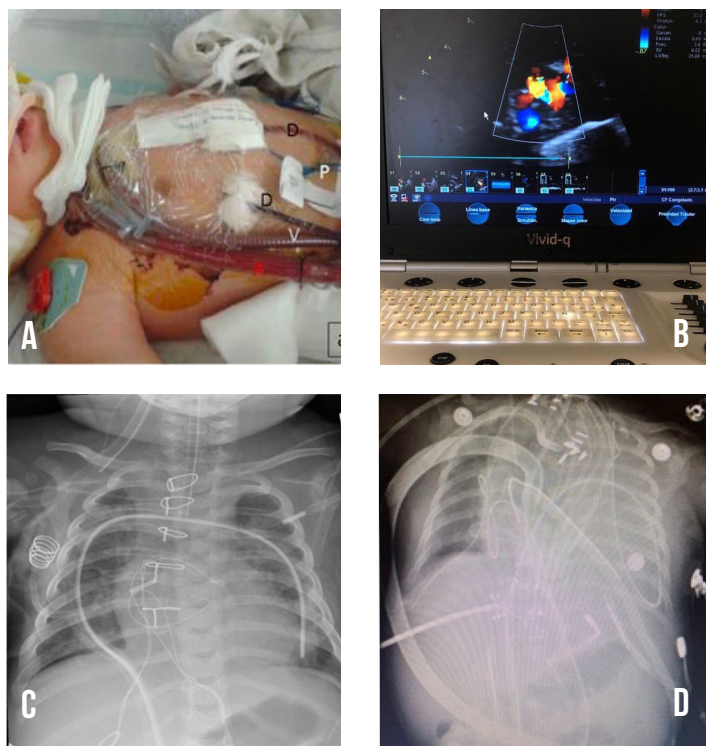


Figura 2. A. Paciente de un año durante ECMO, la colocación de las cánulas vistas desde fuera. B. Máquina de ultrasonido para realizar ecocardiografía C y D Estos son dos ejemplos de la dificultad en el estudio radiográfico para identificar el sitio exacto de la canulación el ecocardiograma en cambio la enseña (imágenes cortesía del banco de imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT).

Para la canalización venosa, es necesario asegurarse de que las guías, insertadas percutáneamente, se coloquen dentro del corazón o de los grandes vasos.⁹ La cánula no se puede introducir, ni mucho hacia la vena cava inferior, ni dejarla orientada hacia la tricúspide.¹¹ Sólo después de la confirmación con la ecocardiografía, se puede proceder a avanzar las cánulas sobre estas guías.⁴ Sin embargo, es necesario discriminar las imágenes reales de los artefactos ecocardiográficos generados por estas guías y cánulas, antes de proceder a la posición final de las mismas. Para la canalización arterial, las cánulas deben de introducirse dos centímetros dentro de la carótida derecha, porque, de lo contrario, la punta de la cánula queda muy cerca de la pared inferior del arco aórtico, lo que puede producir aumento de la presión o complicaciones como disección aórtica.¹¹

Con la ecocardiografía transesofágica, la proyección bicaval nos puede orientar perfectamente con relación a la posición óptima de la cánula venosa.⁵ Por otro lado, es una alternativa al uso de fluoroscopia.⁷ Aunque la ecocardiografía no puede indicar el nivel de la punta de la cánula arterial, que llega a la arteria ilíaca desde la arteria femoral, puede confirmar que la guía utilizada en la canalización arterial percutánea, se encuentra en la luz de la aorta, antes de la dilatación de la arteria femoral, reduciendo el riesgo de su colocación extra arterial.¹² La ecocardiografía puede ser particularmente útil durante la colocación de la cánula de doble luz, ya que el flujo Doppler puede guiar la dirección precisa del jet de reinfusión a través de la válvula tricúspide.⁴

Por lo tanto, es esencial visualizar en tiempo real el posicionamiento de las guías en la vista bicaval transesofágica (Vena cava inferior y vena cava superior).¹² Esto es para evitar la colocación incorrecta de la cánula en el ventrículo derecho, en el seno coronario o, peor aún, en la aurícula izquierda a través de un foramen oval permeable (FOP). Durante todas las maniobras de posicionamiento de las cánulas venosas, se debe prestar especial atención a la presencia de derrame pericárdico, por traumatismo a nivel del ventrículo o la aurícula derecha y a la posible succión del tabique interauricular, con la obstrucción del flujo de drenaje, vinculado a la aspiración venosa de una cánula adherente al tabique mismo.^{1,5} En caso de notar disminución del rendimiento de la oxigenación en el ECMO debemos sospechar fenómeno de recirculación debido a una posición cercana de las cánulas de drenaje y reinfusión.^{1,4,5}

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA DURANTE ECMO .

Los objetivos principales de la ecocardiografía durante el soporte con ECMO son los siguientes: reconocer la recuperación cardiovascular, o la falta de ella, y mostrar el punto exacto de llegada de las cánulas (Figura 3)¹.

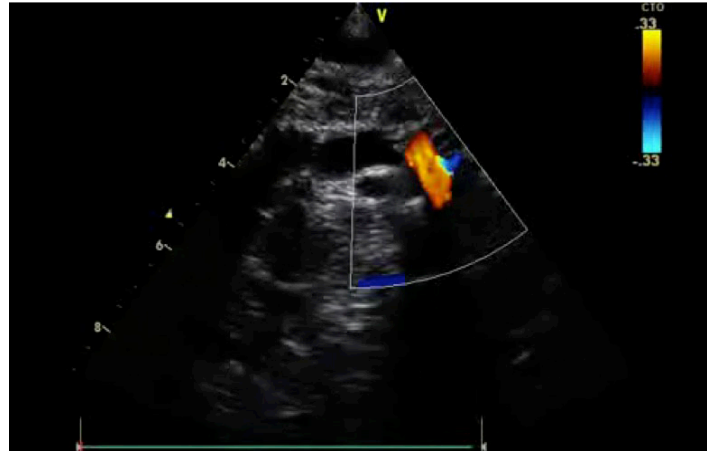


Figura 3. Ecocardiografía que muestra llegada de cánula en la aorta (imágenes cortesía del Banco de Imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT).

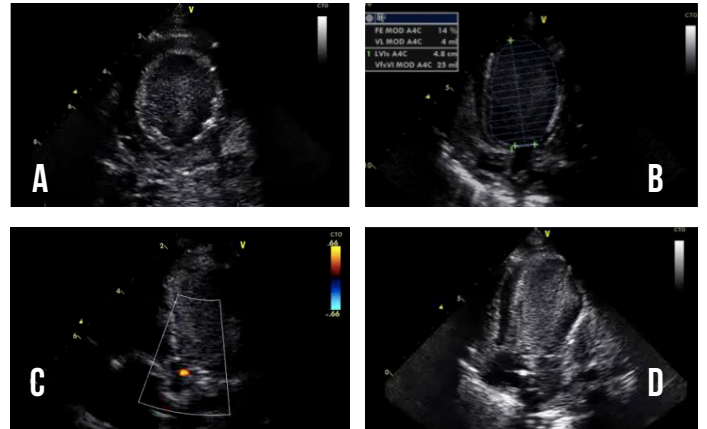


Figura 4. A. Dilatación significativa de ventrículo izquierdo y humo intracavitario. B. Función sistólica de VI por Simpson que es de apenas del 14%. C. En un 5 Cámaras, se observa la válvula aórtica cerrada sin flujo pulsátil. D. En esta vista podemos visualizar un flujo estagnante o humo. (imágenes cortesía del Banco de Imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT)

Al poder visualizar la canalización se previenen complicaciones como malposición, acodamiento y excesiva introducción de las cánulas.^{1,5} Igualmente, permite verificar que el flujo está dirigido apropiadamente mirando la punta, hacia los puertos laterales, evitando la reinsertión. Puede, además, guiar hacia

la reposición correcta de las mismas. Durante el estudio se debe de evaluar el vaciamiento ventricular, posición del septum interventricular y movimiento de las paredes.

La monitorización es especialmente importante para la hemodinamia y el monitoreo de líquidos durante el ECMO.

Los parámetros convencionales para la monitorización serían los mismos descritos para la evaluación sistólica y diastólica del lado derecho e izquierdo.¹ Es fundamental hacer hincapié en la realización del VTI ya que es un parámetro cuantitativo para evaluar la recuperación cardíaca del ventrículo izquierdo.^{1,3}

Además, se deben de seguir todos los parámetros para la evaluación sistólica y diastólica ventricular derecha e izquierda, ya antes expuesta para del inicio del ECMO.¹

Durante la monitorización detectamos migración de la cánula, tornándose insuficiente; pérdida de la pulsatilidad, debido a deterioro funcional o tamponada (incluso con tórax abierto); realizamos cálculo del gasto cardíaco; disfunción grave del ventrículo izquierdo más insuficiencia mitral severa mostrando que el ventrículo izquierdo se dilata y la Válvula Aórtica no abre lo cual causa disminución del gasto cardíaco (Figura 4).¹⁵

El flujo sanguíneo de ECMO se puede ajustar en función de la evaluación general de la función sistólica ventricular y la precarga cardíaca.¹ La distensión del ventrículo izquierdo ocurre por aumento de la presión telediastólica y compromete la recuperación funcional del corazón. Durante ECMO VA la precarga del ventrículo izquierdo generalmente disminuye, pero la postcarga aumenta, lo que resulta en una distensión del ventrículo izquierdo asociada con la falta de apertura de la válvula aórtica (Figura 4) permitiendo que el flujo se vuelva continuo y no pulsátil, provocando éstasis (Figura 4), tendencia a la trombosis y embolización, comprometiendo la recuperación del corazón. Por lo tanto, se debe reducir el flujo o colocar balón de contrapulsación.^{5,1,9}

Después de la terapia anticoagulante, necesaria en ECMO VA, la recolección de sangre pericárdica puede volverse consistente a muchas horas del posicionamiento, y solo una serie de análisis de ecocardiografía permite el reconocimiento de esta situación clínica.

Otra solución para la descompresión ventricular izquierda,

en pacientes que reciben ECMO por insuficiencia miocárdica (Ejemplo: Miocarditis), es la septostomía auricular con balón, utilizada especialmente en pacientes pediátricos. La ecocardiografía, a través de la evaluación del flujo transaórtico, es un instrumento valioso para medir el gasto cardíaco durante el soporte de ECMO ya que todos los métodos de monitoreo de gasto cardíaco tienen su margen de error.¹

La ecocardiografía transtorácica añade valor a la hora de diagnosticar hipoperfusión arterial de miembros superiores durante el soporte con ECMO cuando se usa anastomosis de la arteria maxilar.⁵

EVALUACIÓN ECOCARDIOGRÁFICA PARA DESTETE DEL SOPORTE CON ECMO

Durante el destete sube la precarga del ventrículo izquierdo y cae postcarga. Además, sube la precarga del ventrículo derecho y la postcarga varía cuando bajan los flujos. El destete es posible solo si la recuperación de la función cardíaca y/o la recuperación de la función pulmonar está asociada con la resolución de las condiciones patológicas que determinaron su uso.¹

Actualmente, no hay en pacientes pediátricos un consenso de cómo predecir la separación exitosa del ECMO, especialmente para el ECMO VV, sobre todo si usamos que existen cánulas que no permiten el cierre completo de la válvula Tricúspide, por lo que es más eficaz utilizar medidas seriadas.¹ Para el destete del ECMO VV es vital la evaluación del ventrículo derecho y la recuperación de la función pulmonar evaluando la oxigenación y la compliancia pulmonar disminuyendo el flujo de gas a través del circuito descartando hipertensión pulmonar.¹ Para esto utilizamos los siguientes parámetros:¹

- Disminución significativa de la presión de la arteria pulmonar
- TAPSE en el ventrículo derecho mayor de 11.5mm (Figura 6)
- Tiempo de aceleración de la Arteria Pulmonar mayor de 110ms.
- E/e' lateral (estima la presión de llenado del ventrículo izquierdo) en la pared izquierda libre, y debe ser mayor de 15.
- Debe haber disminución de la presión pulmonar estimada por la regurgitación de la válvula tricúspide

Para el destete del ECMO VA, la ecocardiografía realiza un rol significativo. 1 Para un destete exitoso se valora la hemodinamia y los marcadores de una perfusión adecuada, la recuperación de la función del VI y global, Dentro de algunas medidas que

puedan predecir un buen destete tenemos 1 :

- Una FE de VI entre 20% al 25% (Figura 5)
 - VTI aórtico mayor o igual 12 cms.
 - Ausencia de taponamiento cardiaco.
 - El anillo mitral lateral con pico de velocidad sistólica mayor a 6 cms/s.
 - Ausencia de dilatación ventricular significativa.
 - El destete se debe de realizar cuando le FE del VI, la relacion lateral E/Ea, el VTI, el strain lateral todos incrementa mientras se disminuye sistemáticamente el grado de soporte mecánico.
- Todos estos parámetros evalúan la función cardiaca y la ausencia de hipertensión pulmonar.¹

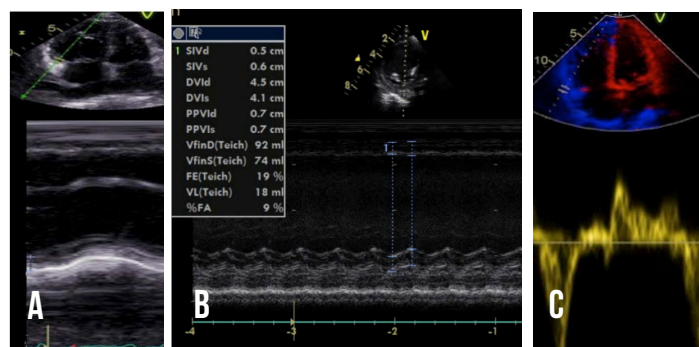


Figura 5. A. Modo M de Ventriculo izquierdo, que muestra septum interventricular paradójico. B. Valoración Modo M de la función ventricular izquierda por el método de stitch (FE). C. Doppler tisular y TAPSE ventricular derecho. (imágenes cortesía del Banco de Imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT)

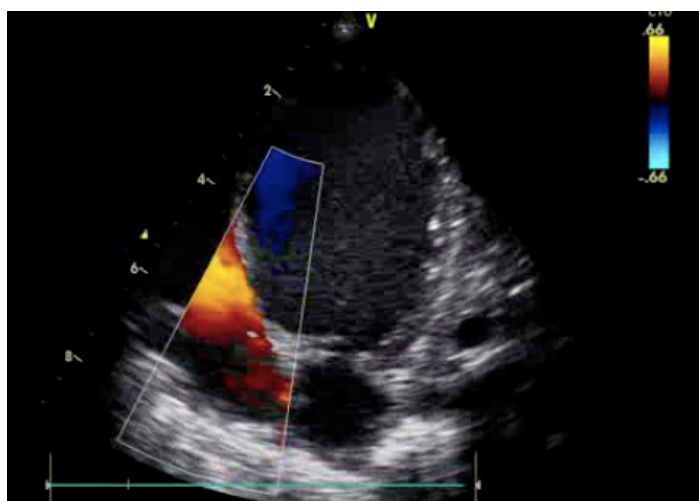


Figura 6. Lado derecho del corazón con válvula tricúspide abierta (imágenes cortesía del banco de imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT)

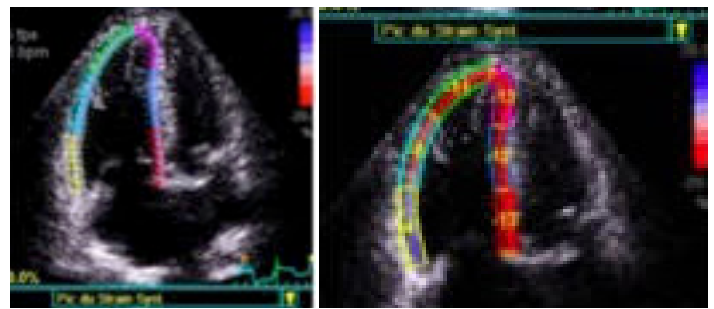


Figura 7. Eco Strain para la evaluación del ventriculo derecho.

Para la evaluación del corazón izquierdo necesitamos observar la morfología, el grosor de la pared, función sistólica (Simpson o FAC), anomalías del movimiento, Onda S del anillo Mitral, apertura de la válvula mitral (Figura 8) y velocidad integral del tracto de salida del ventriculo izquierdo (Figura 9).

Un signo indirecto de recuperación de la función cardíaca es el aumento de la presión arterial sistólica-diastrólica y debemos hacer una evaluación incluyendo la clínica, la hemodinamia y la ecocardiografía.¹ El destete y la decanulación son fases delicadas y se necesita una evaluación hemodinámica y ecocardiográfica cuidadosa para identificar y tratar rápidamente los problemas que puedan surgir.¹ La evaluación ecocardiográfica también permite la evaluación vascular después de la decanulación.¹

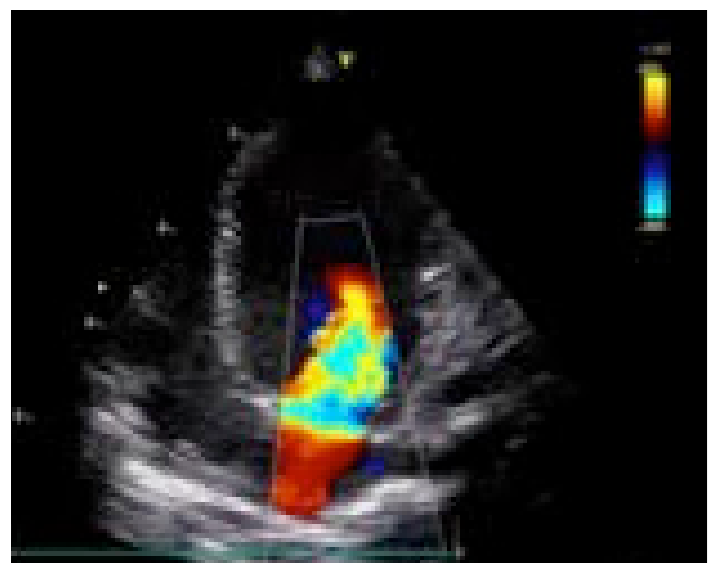


Figura 8: Doppler a color que muestra buena apertura de la válvula mitral. (imágenes cortesía del banco de imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT)

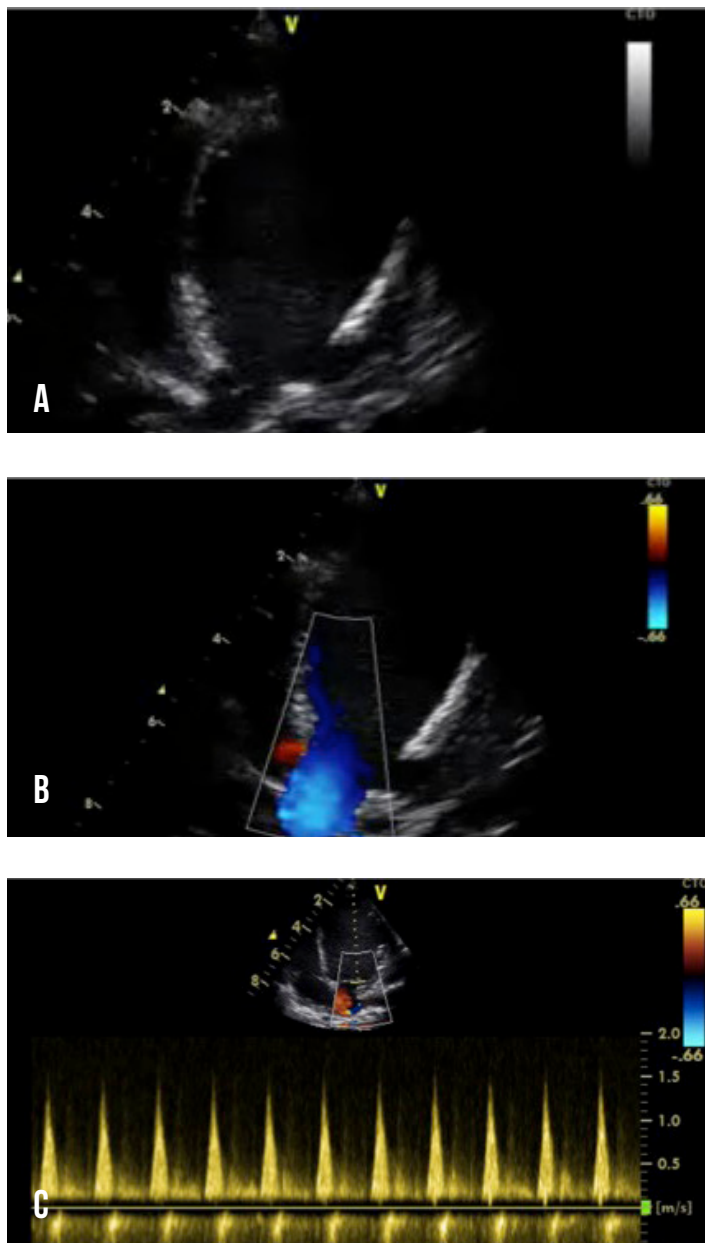


Figura 9. A. Vista de 5 cámaras B. Vista de 5 cámaras mostrando flujo en azul a través de la válvula aórtica, lo que significa mejoría de la función ventricular izquierda. C. Doppler aorta. (imágenes cortesía del banco de imágenes de la Unidad Cardiovascular Pediátrica de CEDIMAT)

CONCLUSIÓN

La ecocardiografía es obligatoria durante la evaluación para la selección o el descarte del paciente para el soporte con ECMO, la inserción de la cánula, el monitoreo hemodinámico, la detección

de complicaciones y durante el destete. La ecocardiografía es esencial para un ECMO exitoso. Esta revisión ha enfatizado parámetros ecocardiográficos específicos que podrían ser importantes para monitorizar cada fase del soporte con ECMO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bautista-Rodriguez C, Sanchez-de-Toledo J, Da Cruz EM. The Role of Echocardiography in Neonates and Pediatric Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Front Pediatr*; 6. Epub ahead of print 2018. DOI: 10.3389/fped.2018.00297.
2. de Caen Allan R., Berg Marc D., Chameides Leon, et al. Part 12: Pediatric Advanced Life Support. *Circulation* 2015; 132: S526–S542.
3. Dávila Salcedo RJ, Zegarra Uceda LA, Vidal Lostaunau MH, et al. Ecografía en el niño con oxigenación por membrana extracorpórea. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo* 2017; 17: 300–308.
4. Guías para Falla Respiratoria Neonatal. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO), https://www.elseo.org/Portals/0/ELSOGuidelinesNeonatalRespiratoryFailurev1_4_1.pdf (accessed 1 May 2020).
5. Kapoor PM. Echocardiography in extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Card Anaesth* 2017; 20: 1.
6. Importancia de la Ecocardiografía para la evaluación hemodinámica en medicina intensiva pediátrica. *Revista de Peruanos de Intensivismo*, https://issuu.com/sopemi/docs/intensivismo_09_00__2_/9 (accessed 16 June 2020).
7. Extracorporeal Life Support Organization-ECMO, ECLS. Extracorporeal Life Support Organization - ECMO and ECLS > Error-404, <https://www.elseo.org/Portals/0/Files/els> (accessed 1 May 2020).
8. Platts DG, Sedgwick JF, Burstow DJ, et al. The role of echocardiography in the management of patients supported by extracorporeal membrane oxygenation. *J Am Soc Echocardiogr* 2012; 25: 131–141.
9. Vinodh Bhagyalakshmi Nanjayya DM. Ultrasound Guidance for Extra-corporeal Membrane Oxygenation General Guidelines. Extracorporeal Life Support Organization, https://www.elseo.org/Portals/0/Files/elseo_Ultrasoundguidance_ecmogeneral_guidelines_May2015.pdf.
10. McConnell MV, Solomon SD, Rayan ME, et al. Regional right ventricular dysfunction detected by echocardiography in acute pulmonary embolism. *Am J Cardiol* 1996; 78: 469–473.
11. Asociación Latinoamericana de Perfusión ALAP. Tendencia de Canulación en Pediatría para ECMO y Asistencia Ventricular, <https://www.youtube.com/watch?v=wsqBoTO02iw> (2020, accessed 16 June 2020).
12. Guía Identificación y Manejo de Recirculación en ECMO Venovenoso. Extracorporeal Life Support Organization (ELSO), https://www.elseo.org/Portals/0/Files/ELSO_Recirculation_guideline_May2015.pdf (accessed 1 May 2020).

Fecha de recibido: 23/05/2020.

Fecha de aceptado: 17/06/2020.