



## **Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)**

### **Guías de Manejo para la Falla Cardíaca en Pediatría**

#### **Introducción**

Estas guías de manejo de la falla cardíaca pediátrica es un suplemento a las “Guías de Manejo Generales de la ELSO en todos los casos de ECLS” el cual describe el soporte vital extracorpóreo prolongado (ECLS, ECMO). Este suplemento adiciona discusiones específicas para la falla cardíaca pediátrica.

Estas guías de manejo describe el soporte vital extracorpórea prolongado (ECLS,ECMO). Estas guías de manejo describen la utilidad y la practica segura, pero estas no son necesariamente recomendaciones consensadas. Estas guías de manejo no tienen la intención de ser un estándar de cuidado y son revisadas en intervalos regulares para nueva información, tecnología, medicamentos y técnicas que estén disponibles.

En el libro “ECMO: Soporte Cardiopulmonar Extracorpóreo en Cuidados Intensivos (El Libro Rojo)” publicado por la ELSO se encuentran los antecedentes, las bases y referencias para estas guías, las que adicionan tecnología y manejo del paciente durante ECLS. De igual importancia en otros documentos publicados por la ELSO o de reportes en centros específicos, son temas como el personal, su entrenamiento, acreditación, recursos, seguimiento y reportes de calidad.

## Índice de Contenido

<b>I Condiciones del paciente.....</b>	<b>3</b>
<b>A. Indicaciones.....</b>	<b>3</b>
<b>B. Contraindicaciones.....</b>	<b>3</b>
<b>C. Consideraciones especiales del paciente.....</b>	<b>3</b>
<b>II Circuito Extracorpóreo: protocolo general.....</b>	<b>3</b>
<b>III Accesos vasculares.....</b>	<b>3</b>
<b>IV Manejo durante ECLS.....</b>	<b>4</b>
<b>A. Relacionado al circuito: Protocolo general.....</b>	<b>4</b>
<b>B. Relacionado al paciente.....</b>	<b>4</b>
<b>V Destete.....</b>	<b>5</b>
<b>VI Consideraciones específicas del paciente.....</b>	<b>5</b>
<b>VII Resultados esperados.....</b>	<b>7</b>

# Casos Cardiacos Pediátricos

## I Condición del paciente

### A. Indicaciones

1. Falla cardíaca postoperatoria temprana en quirófano (no se logra separar de la circulación extracorpórea).
2. En la UCI: La severidad definida por presores y requerimiento de inótrupos, acidosis metabólica, disminución del gasto urinario por 6 hrs.
3. Paro cardíaco de cualquier causa: con respuesta al RCP pero que continua inestable y/o no responde a RCP con masaje cardíaco directo por 5 minutos .
4. Falla miocárdica no relacionada a cirugía: miocarditis, miocardiopatía, sobredosis de drogas tóxicas.
5. Soporte electivo de procedimientos de cateterismo de alto riesgo.

### B. Contraindicaciones:

1. Edad y Tamaño: en general cualquier infante de y tamaño suficiente para ser sometido a una operación cardíaca es un candidato apropiado para ECLS.
2. Futilidad: La posibilidad de que un niño tenga una respuesta normal es pequeña.
3. Inicio de RCP > 5 minutos (vea abajo)

### C. Consideraciones especiales del paciente:

1. Enfermedades subyacentes intratables y malformaciones congénitas.
2. Considerar si el paciente es un candidato a trasplante cardíaco el primer día de ECLS. La respuesta va a ser establecer la meta y los límites de tiempo para el ECLS u otros sistema de soporte.
3. Convertir desde el bypass Cardiopulmonar en el quirófano es una consideración especial discutida en VI.

## II Circuito Extracorporeo: protocolo general

Es necesario para estos pacientes uso de intercambiador de calor.

## III Accesos Vasculares

- A. Todos los soportes cardíacos requieren accesos venoarterial.

B. La canulación torácica es usualmente utilizada cuando el paciente no puede ser separado de la circulación cardiopulmonar en quirófano. Se utilizan cánulas en Aurícula derecha y Aorta para acceso a ECMO. La cánula arterial aortica utilizada en circulación extracorpórea cardiopulmonar puede ser demasiado pequeña para acceso arterial bajo condiciones prolongadas de normotermia, hematocrito y altos flujos. Esto va ser avisado por aumento en las presión en la línea de retorno sanguíneo y posiblemente por hemolisis.

C. Canulación de cuello: El acceso VA a través de la vena yugular interna derecha y arteria carótida es utilizada en niños < 10 Kg debido a un tamaño pequeño de los vasos femorales en niños que aun no caminan.

D. Vasos femorales: los vasos femorales o iliacos usualmente tienen un tamaño suficiente para permitir un acceso vascular apropiado en niños por arriba de los 10-15 kgs de peso. Ambos la arteria y la vena van a ser ocluidos por las cánulas en previsión a esto se debe de colocar un catéter de perfusión distal de la pierna, las colaterales venosas son usualmente adecuadas para evitar el edema excesivo y la congestión venosa.

## **IV Manejo durante ECLS**

### **A. Relacionado al circuito: Protocolo General**

1. La movilización hacia el laboratorio de cateterismo, quirófano o AngioTAC es frecuentemente requerido en casos cardiacos pediátricos, por lo que los accesos, tuberías y circuito debieran ser planeados teniendo esto en mente ( elevadores, fuentes de poder, monitores de traslado, etc.).

### **B. Relacionado al paciente**

1. Hemodinamicos: El flujo sanguíneo es manejado para mantener la saturación venosa entre 70-80%.

2. Ventilador: Los pacientes pueden iniciar con edema pulmonar pero esto frecuentemente se aclara temprano en el manejo. El paciente puede ser extubado durante la mayoría de los cursos de ECLS. Si el paciente permanece intubado, el ventilador debe ser manejado a niveles de seguridad ( $FiO_2 < 40\%$ , presión plateau < 20 cm/H<sub>2</sub>O)

3. Anticoagulación y sangrado: La anticoagulación estándar es utilizada para todos los pacientes, algo de sangrado es esperado si el paciente ha sido sometido a una operación reciente bajo circulación extracorpórea. El tiempo de activación del coagulo (ACT) debe ser mantenido en 1.5 veces el tiempo normal para la máquina de ACT. Si el ACT esta significativamente prolongado a pesar de un amplio rango de la dosis de heparina, se debe considerar los niveles del factor de antitrombina 3 pueden estar severamente disminuidos. Lo anterior puede ser tratado empíricamente con plasma fresco congelado. Si el sangrado intratoracico ocurre en un paciente canulado a través del cuello con un esternón cerrado, debemos de tener un bajo umbral para abrir el tórax en la UCI, reexplorando los sitios quirúrgicos, evacuando los coágulos y controlando el sangrado todo lo que sea posible. Del momento que el tórax ha sido abierto ( o si el paciente es tomado directamente desde el quirófano con el tórax

abierto) éste debe de ser dejado abierto con drenajes de succión instalados y la herida cubierta con una membrana plástica adherente a la piel. Esto va a permitir la examinación directa para sangrado subsecuente y mantener un bajo umbral para reexploración si el sangrado persiste , particularmente si ocurre taponamiento cardiaco. El uso de aspirado sanguíneo y retorno (autotransfusión.) es una medida especial para sangrado excesivo en pacientes con tórax abierto.

## **V Destete**

El protocolo estándar describe la separación bajo condiciones de recuperación cardiaca y función pulmonar. En estos pacientes, la futilidad esta relacionada con la posibilidad de ser candidatos a trasplante cardiaco. Si es posible, las medidas apropiadas para compatibilidad deben de hacerse temprano en el curso y la conversión a un dispositivo de asistencia ventricular debe ser considerado tan pronto la condición del paciente lo permita. Si el trasplante no es una opción, el ECLS es utilizado como un puente a recuperación . Un aditamento de asistencia ventricular no debiese ser usado (bajo la condición 2007), y un limite de tiempo debe de ser establecido para recuperación del corazón o discontinuación del ECLS si el corazón no se recupera en un tiempo definido (típicamente 10-14 días).

## **VI Tema especifico del paciente**

A. Paciente inestable que no puede ser separado de la circulación extracorpórea cardiopulmonar (CPB) en quirófano. Una vez que es claro que el paciente no puede ser separado de CPB a pesar de medidas farmacológicas apropiadas , la decisión para trasladar a UCI con soporte de ECMO debe ser planteada precozmente. La prolongación del paciente en CPB y las altas dosis de vasopresores aumenta el riesgo de sobrecarga de líquidos , trombocitopenia , acidosis metabólica y de lesión orgánica. Una vez que la decisión de ECLS es tomada el paciente es convertido a un circuito de ECMO y trasladado a UCI (sin un intento prolongado par controlar el sangrado en quirófano). El circuito de ECLS es conectado directamente a las cánulas intracardiacas después de infundir la mayoría de la sangre del reservorio al paciente. Una vez en ECLS, la sangre de la CPB debe ser trasferido a bolsas sanguíneas para su trasfusión en la UCI. El tórax es dejado abierto con succión suficiente para prevenir la acumulación de sangre y el tórax es cubierto con una membrana plástica adhesiva. El paciente va a ser sistemáticamente heparinizado con el ACT prolongado. Cuando el ACT ha alcanzado un nivel del doble de lo normal una baja dosis de heparina en infusión es dada con la meta de mantener el ACT a 1.5 veces el tiempo normal. El sangrado es generalmente debido a trombocitopenia, trombocitopatía y fibrinólisis mas que a heparinización per se, por lo que revertir la heparina con protamina es raramente útil. El paciente es calentado con el intercambiador de calor a 37°C para mejorar la coagulación y la función plaquetaria. Las plaquetas son trasfundidas para mantener un nivel mayor a 80,000. El uso de acido aminocaproico esta indicado. Si a pesar de estas maniobras el sangrado persiste por algunas horas, se tratara con una apropiada trasfusión de eritrocitos, plaquetas y plasma fresco congelado . El factor VII debe ser considerado, pero solo después de alcanzar la normo termia y los otros factores de coagulación y plaquetas alcancen lo mas normal posible ( debido al alto costo de el factor VII). Si la perdida de sangre es colectada en una forma estéril esta puede ser re infundida solo las células rojas. A las 24-48 horas después de CPB el corazón frecuentemente se recupera del aturdimiento y el ECLS puede ser discontinuada. Si el corazón no se a recuperado dentro de este tiempo la decisión en relación a la

posibilidad de trasplante o a la continuación del curso como puente a dispositivo de asistencia ventricular y trasplante o como puente a recuperación como fue discutido en la sección V.

B. Miocarditis y Miocardiopatía. El pronóstico en estas condiciones generalmente es bueno, El umbral para activar en ECLS debe de ser bajo debido a arritmias intratables o paro en diástole que puede ocurrir sin advertencia. La canulación es a través de los vasos del cuello hasta la edad de 2-3 años, en los mayores de 3 años de edad pueden ser usados los vasos del cuello o femoral

C. ECPR en niños. ECLS es una valiosa adición al RCP si este es instituido tempranamente (ver I). Aunque RCP >5 minutos es en general una contraindicación (debido a la alta posibilidad de daño cerebral), si la RCP fue efectuada con evidencia de buena perfusión por un periodo largo de paro aun puede ser considerada una indicación. Esto es particularmente cierto en situaciones como en el laboratorio de hemodinámica donde la RCP puede ser realizada por una hora o mas.

D. Ecocardiografía. El seguimiento de la función ventricular por ecocardiografía es un elemento esencial a la ECLS para el manejo de la falla cardiaca. Durante el ECLS VA con alto flujo el corazón esta relativamente vacío, por lo que es necesario bajar el flujo hasta que el llenado atrial sea adecuado para evaluar la función ventricular. El ECO es el método mas valioso para determinar la extensión de la recuperación miocárdica. Además el ECO puede ayudar a identificar la posición de los catéteres intravasculares el estado de las válvulas y la función del conducto y la presencia de coágulos en las cámaras cardiacas.

E. Ventriculos no funcionales, drenaje del lado izquierdo, inótropos, pulsatilidad y coágulos en el corazón. Si la función del ventrículo izquierdo es inadecuada para abrir la válvula aortica, la presión diastólica ventricular izquierda y la presión de la aurícula izquierda se incrementará gradualmente durante el soporte VA, debido a que el lado izquierdo del corazón se llena con el flujo venoso bronquial, flujo tebesiano y cualquier flujo que pase de derecha a izquierda lo cual va a generar un incremento gradual en la presión atrial izquierda. Cuando la presión atrial izquierda alcanza los 25-30 cm, va a suceder edema pulmonar. Este proceso toma de 4-8 horas en la mayoría de los casos. Si el ventrículo izquierdo no es vaciado a través de la válvula aortica , el lado izquierdo del corazón debe ser drenado hacia la línea de drenaje venoso del circuito de ECLS dentro de pocas horas. Si el tórax esta abierto esto puede ser hecho simplemente con la colocación de un catéter directamente en el atrio izquierdo. Si el tórax esta cerrado lo mejor que se puede hacer es crear un defecto septal atrial con un balón de septotomía en el laboratorio de cateterismo cardiaco. Si un cardiólogo con experiencia en este procedimiento no esta disponible el drenaje atrial directo debe ser hecho a través de una toracotomía. Para evitar la necesidad del drenaje del lado izquierdo vale la pena intentar con drogas inotrópicas para mejorar la contractilidad ventricular izquierda y drogas vasodilatadoras para disminuir las resistencias vasculares sistémicas. Además de evitar la presión del lado izquierdo, el edema pulmonar y la necesidad de drenaje , el mantenimiento de flujo continuo de ambos lados del corazón es importante para prevenir la formación de coágulos en los vasos pulmonares o en las cámaras cardiacas. Aun con coagulopatía y heparinización sistémica la sangre estancada va gradualmente a coagular, mas comúnmente en la aurícula izquierda y ventrículo izquierdo. Esto es detectado por ecocardiografía. Si hay coágulos en el lado izquierdo del corazón existe riesgo de embolismo sistémico cuando retorna la función miocárdica, creando un dilema de manejo. El mejor acercamiento es darse cuenta que la la mayoría natural del miocardio no va a ocurrir. Si el paciente es

un candidato a trasplante los inótrupos deben ser discontinuados y enfatizar la búsqueda del donador. Si se encuentran coágulos intracardiacos y el paciente no es un candidato potencial a trasplante este es un signo de futilidad y una indicación para discontinuar el ECLS.

F. Flujo Pulsátil. Por las razones discutidas en E, es de gran importancia el mantener la función ventricular izquierda lo cual va a resultar en algo de flujo pulsátil sistémico (aproximadamente 10mm/Hg de presión del pulso). ¿Si el corazón nativo no provee ninguna presión de pulso, hay alguna ventaja el utilizar una bomba pulsátil para mantener la pulsátilidad para los órganos sistémicos? La respuesta es que la pulsátilidad no es tan importante durante la perfusión VA como lo es una perfusión total adecuada (3 L/m<sup>2</sup>/min o mayor, saturación venosa >75%). Además de ser innecesario el mantener flujo pulsátil puede ser deletéreo debido a que el catéter de infusión arterial es usualmente bastante pequeño y la tasa de alto flujo intermitente durante la fase sistólica del pulso puede llevar a una alta presión en el circuito de perfusión y hemolisis.

G. Traslados a laboratorio de hemodinámica. La función cardiaca puede ser efectivamente seguida por ecocardiografía, pero debiera de haber un un bajo umbral para repetir el cateterismo cardiaco durante ECLS para medir presiones, flujos saturaciones, etc.

## **VII Resultados esperados**

Series en la literatura y Registro de datos de ELSO