

¿Cómo elaborar un proyecto de investigación?

B. Hurtado Pardos

Campus Docent Sant Joan de Déu. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

Las Unidades de Cuidados Intensivos Pediátricos han evolucionado notablemente durante las últimas décadas y con ello la atención al paciente crítico. Los grandes avances tecnológicos, así como las posibilidades terapéuticas de que se dispone, permiten tratar a una gran variedad de pacientes y en tal estado de gravedad que quizás hace algunos años no hubieran podido sobrevivir. La enfermería, durante todo este tiempo, se viene enfrentando a retos muy importantes; por un lado, ha de ser capaz de dar apoyo a los grandes avances de la Medicina y al mismo tiempo ha de participar en el propio desarrollo de la profesión y en el estudio de nuevos métodos de trabajo que se adecuen a las necesidades actuales innovando y ampliando conocimiento. Esto exige que enfermería posea los conocimientos suficientes y actualizados para dar óptimos cuidados de Enfermería, actualización que se adquiere por medio de un alto grado de especialización y del estudio permanente, junto con la formación y la investigación. Las dificultades para la investigación en cuidados intensivos son comunes a las encontradas en cualquier otro ámbito de enfermería: entre ellas están; la falta de líneas de investigación y de equipos formalmente constituidos; investigar supone un gran esfuerzo dada la alta carga asistencial, y la dedicación para investigar ha de ser fuera del horario laboral; la investigación no es un objetivo prioritario; y la falta de formación metodológica. Con más frecuencia se exige a los profesionales del cuidado que gestionen de forma más eficiente, y que presten cuidados de calidad, por lo que se hace imprescindible la investigación en cuidados de la salud.

El objetivo de esta ponencia es orientar de una forma sencilla y práctica a elaborar un proyecto de investigación cuantitativa, con la finalidad de adquirir conocimiento mediante la investigación, resaltar la importancia de difundir la evidencia y contribuir a mejorar los cuidados de enfermería al paciente crítico pediátrico.

Antes de elaborar un proyecto de investigación, se hace necesario tener una pregunta, la pregunta es el punto de partida de cualquier investigación, sería como la preocupación, la curiosidad que tiene el profesional de enfermería para dar respuesta a un problema, lo que le estimula investigar, por lo tanto la investigación siempre va ligada a la motivación.

Un proyecto de investigación es la redacción del propósito de la investigación, incluyendo de forma ordenada todas las actividades a realizar en las diferentes fases del método científico, de tal forma que queda plasmado por escrito que se investigará, cuál es la base teórica del problema y cómo se investigará (parte conceptual y parte metodológica), ya que en un proyecto de investigación no hay ni resultados, ni discusión ni conclusiones, se redacta en tiempo futuro y de forma impersonal ya que el estudio aún no se ha realizado.

LAS FASES DEL MÉTODO CIENTÍFICO INCLUYEN:

Título del proyecto ha de ser concreto, sencillo y conciso. No ha de tener más de 15 palabras, y ha de incluir qué se va a realizar, sobre qué tipo de pacientes, en qué ámbito, evitando el uso de abreviaturas.

El **resumen**, es un esquema estructurado de los diferentes apartados del trabajo, donde se incluyen los objetivos, el diseño, el ámbito, los sujetos, instrumentos que se utilizarán, las variables, la importancia y utilidad de realizar el estudio. El resumen no ha de superar las 250 palabras y ha de estar traducido al inglés. Ha de permitir comprender qué es lo que ya se conoce sobre el problema de investigación seleccionado. Además de contener las palabras claves (entre 5 o 6) que indicarán la temática a estudiar.

1. Introducción/Antecedentes y estado actual del tema

Se ha de redactar qué se sabe del tema a investigar, qué otros estudios se han realizado, si existen resultados de investigaciones anteriores, justificar la importancia de realizar el estudio, que aportaciones se conseguirán para la profesión enfermera, qué beneficios aporta a los pacientes y cuál es la pregunta de investigación, ya que delimitará qué se quiere investigar. Para realizar esta fase, es imprescindible la búsqueda bibliográfica indicando las referencias bibliográficas utilizadas, según la normativa (ISO 690:2010 *Information and documentation- Guidelines for bibliographic references and citations to information resources*), citadas correctamente en el texto, además de incluir citas en otros idiomas

2. Hipótesis y objetivos

Las hipótesis indican lo que se está tratando de probar, formuladas en forma de proposiciones que expresan la relación que se espera encontrar entre las variables. Los objetivos son la formulación clara de la pregunta que se quiere investigar. El objetivo general (pueden ser uno o varios) ha de ser coherente con el problema a investigar y los específicos concretan el objetivo general y han de tener relación con la pregunta de investigación, se redactan en infinitivo y han de ser evaluables, medibles y concretos (verbo infinitivo+qué+a quién+dónde).

3. Metodología

Es un esquema general donde se describe cómo se va a realizar el estudio, incluye: tipo de diseño (se explicará que tipo de estudio se va realizar; descriptivo, analítico...), el lugar dónde está previsto realizarlo, el periodo de estudio concretando el tiempo destinado a realizarlo, la población diana/referencia, es la población a la que se pretende extrapolar los resultados, la población estudio es la población a la que el investigador tiene acceso y es un subgrupo de la población de referencia, hay que especificar los criterios de selección de los sujetos (criterios de inclusión y exclusión). En esta fase de metodología también hay que calcular el tamaño de la muestra, que son los sujetos representativos de la población que realmente se van a estudiar y cuántos se necesitan, describiendo también cómo se ha calculado y qué

tipo de muestreo se ha utilizado para su selección (probabilístico o no probabilístico). Se han de describir las variables del estudio, tipo de variables (dependientes/ independientes) y las escalas de medida. Así mismo se describirán qué instrumentos de medida (preferiblemente validados en nuestro entorno, haciendo referencia a los estudios de validez de los mismos), hoja de recogida de datos, y cuestionarios que se van a utilizar. Se ha de especificar el procedimiento de recogida de los datos, quién, y cómo se llevará a cabo, qué pruebas estadísticas son las necesarias y qué aplicación informática se utilizará para el análisis de los datos recogidos. A veces es preciso incluir un algoritmo del procedimiento de recogida de datos para que visualmente quede más claro con una representación gráfica.

4. Limitaciones de la investigación

Hay que relatar que se han tenido en cuenta ciertas limitaciones que pudieran ocasionar sesgos, pérdidas en el estudio, justificando como se minimizarían.

5. Consideraciones éticas

En este apartado el investigador explicará que se respetan los principios éticos de la investigación, se asegura el anonimato de los sujetos participantes, que deberán estar informados sobre los objetivos del estudio, y que firmarán previamente a su participación en el estudio un consentimiento informado que se añade en los anexos del proyecto.

6. Cronograma

Es la temporalización detallada y realista, del tiempo necesario destinado para realizar las actividades correspondientes a cada fase del proyecto de investigación (generalmente en meses) que serán la suma temporal del estudio.

7. Presupuesto

Donde se especifican los gastos que implica llevar a cabo el estudio, se detallaran los recursos materiales y humanos necesarios y los recursos disponibles.

8. Impacto social y difusión de los resultados

Cuáles serán las aportaciones que la investigación aporta al conocimiento científico de la disciplina enfermera (relevancia científica) y cómo se harán públicos los resultados (beneficio).

9. Bibliografía

Es un listado de las referencias bibliográficas utilizadas para la elaboración y redacción de la fase de introducción/antecedentes y estado actual del tema, se han de utilizar fuentes actuales y adecuadas, y se han de citar correctamente siguiendo la misma normativa para todo el documento.

10. Anexos

Documentación necesaria que se adjunta al final del documento (consentimiento informado, entrevistas) para el desarrollo de la investigación.

CONCLUSIONES

El proyecto de investigación es un documento escrito, donde se detallan las diferentes etapas (metodológica y de trabajo) del proceso de investigación. Documento imprescindible para obtener financiación o para autorizar su posterior desarrollo por los comités éticos o de investigación.

La investigación aporta conocimiento y contribuye a la mejora continua de los cuidados

BIBLIOGRAFÍA

- Icart M T, Pulpón A [coords]. Cómo elaborar y presentar un proyecto de investigación, una tesina y una tesis. Barcelona: Universitat de Barcelona; 2012.
- Salamanca AB. Aspectos básicos de la Investigación en Ciencias de la Salud. En: El aeiou de la investigación en enfermería. Madrid: FUDEN; 2013.
- Burns N, Grove SK. Investigación en enfermería: desarrollo de la práctica enfermera basada en la evidencia. Barcelona: Elsevier España; 2012.
- Gerrish K, Lacey A. Investigación en enfermería. Madrid: McGraw-Hill/Intera-mericana; 2008.

Actualización en accesos vasculares

X. García Alarcón

Hospital Vall d'Hebrón. Barcelona.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad aproximadamente el 80 % de los pacientes que pasan por una institución hospitalaria precisan de la inserción de un catéter intravenoso como parte de su tratamiento.

El profesional enfermero dedica gran parte de su tiempo a la inserción, uso y mantenimiento de dispositivos intravenosos. Enfermería tiene plenas competencias en el ámbito de la cateterización periférica y en su formación se incluyen los accesos centrales de inserción periférica.

En la bibliografía podemos encontrar muchos trabajos que confrontan el uso y las complicaciones de los catéteres vasculares centrales de abordaje central (CVC) o periférico (PICC). Salvando algunas ventajas de los CVC en pacientes agudos y críticos, los segundos presentan menor número de complicaciones durante su inserción y ventajas en cuanto a menor incidencia de problemas a largo plazo, pudiendo permanecer insertados por períodos sensiblemente más largos que los primeros.

Es comprensible entonces la proliferación de grupos especializados de enfermeras que se dedican a la colocación de catéteres centrales de inserción periférica en grupos concretos de pacientes como los oncológicos o los portadores de nutrición parenteral y que poco a poco han ido extendiendo su uso a otras patologías.

Así pues, desde principios de los años 90 fueron surgiendo en diferentes hospitales americanos grupos de enfermeras que se dedicaban a insertar este tipo de dispositivos, y poco a poco fueron asumiendo tareas de control y gestión de los accesos vasculares de la institución. Son los conocidos como

Equipos de Terapia Intravenosa (ETI). Estos equipos han tenido gran importancia a la hora de crear un estilo de trabajo enfermero en los procedimientos, basándose en la evidencia científica y apostando por la inserción ecoguiada de los catéteres, que aporta seguridad y minimiza complicaciones durante y después del procedimiento.

En España se crea la primera Asociación de Equipos de Terapia Intravenosa en el año 2003.

En el ámbito de la pediatría, a pesar de que las enfermeras de neonatología colocan catéteres epicutáneos desde hace muchísimos años, esta revolución llega un poco más tarde. Si existe un paciente especialmente sensible a la hora de la gestión del capital venoso, es sin duda el niño. Las enfermeras especializadas en el niño críticamente enfermo han sabido ver la importancia de este cambio de visión y han recogido el testigo. Así muchas unidades de críticos de España funcionan como verdaderos ETI, colocando PICC's no sólo para los pacientes ingresados en su unidad, sino para el resto del hospital pediátrico.

Cabe destacar también la importancia de los Congresos Internacionales que difunden el conocimiento y la información de los grupos más punteros en acceso vascular. En esta línea se celebra de forma bianual el World Congress Vascular Access (WOCOVA), al cual asistí como congresista en su última edición del 2016 en Lisboa. (Fig. 1)

El objetivo de esta ponencia es hacer partícipe a los congresistas de SECIP 2017 de las últimas tendencias y evidencias en el ámbito del acceso vascular que recogimos en Lisboa, algunas de estas novedades las hemos incorporado a nuestra práctica diaria y las resumo a continuación.

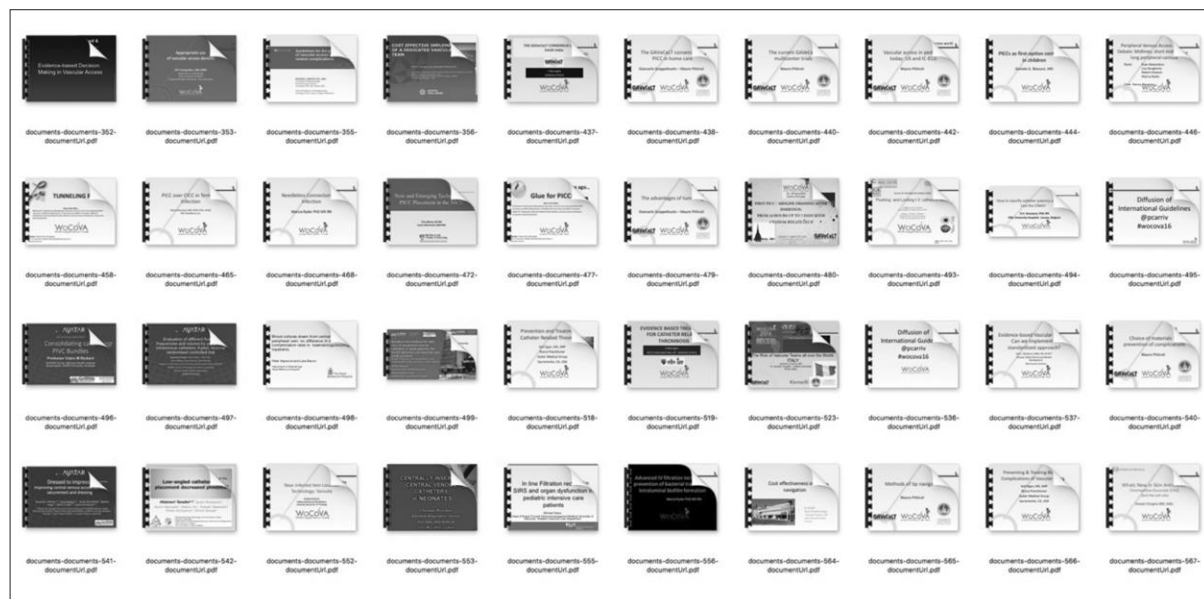


FIGURA 1. Ponencias de Wocova 2016.

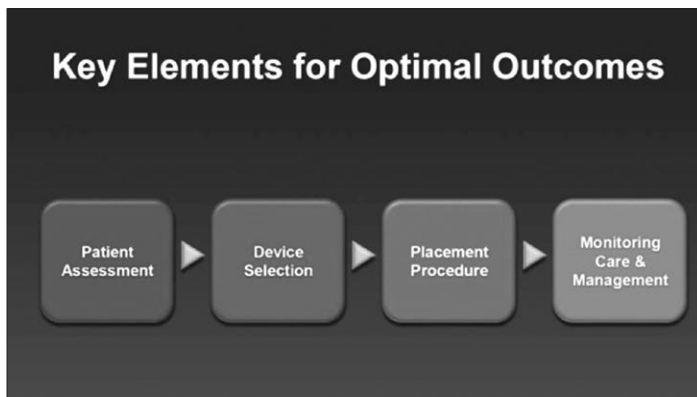


FIGURA 2. Elementos de valoración para escoger dispositivo. Mesa redonda.

WOCOVA 2016, 22-24 JUNIO, LISBOA. ÚLTIMAS EVIDENCIAS APORTADAS POR LOS EXPERTOS

1. ALGORITMOS ELECCIÓN

No existe ningún tipo de catéter para todos los pacientes y todas las situaciones; existen muchos factores involucrados en la toma de decisiones del dispositivo adecuado como:

- Terapia
- Duración
- Disponibilidad de venas
- Frecuencia
- Estilo de vida
- Economía
- Infraestructura
- Formación,
- La situación de los cuidadores y posibles complicaciones relacionadas con el dispositivo

También ofrecen mucha variabilidad:

- Dispositivo
- Colocación
- Mantenimiento del dispositivo y manejo de complicaciones

Son necesarias directrices clínicas basadas en la evidencia desarrolladas a través de colaboraciones interdisciplinarias de los profesionales de la salud.

Estas directrices deben abarcar todos los aspectos de la práctica clínica de acceso vascular. Esto beneficiará a los pacientes, cuidadores y proveedores, proporcionará los mejores resultados revirtiendo en mejoras desde el punto de vista de la eficiencia. (Figs. 2 y 3)

2. LÍNEAS MEDIAS, TENGÁMOSLAS EN CUENTA

El catéter central de inserción periférica, PICC por sus siglas en inglés, es un catéter insertado a través de cualquier vena periférica cuya punta queda alojada en el 1/3 inferior de vena cava superior (VCS).

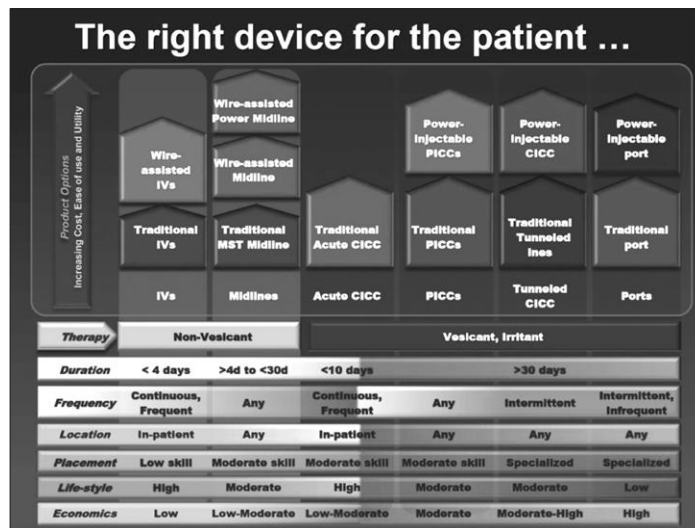


FIGURA 3. Algoritmo de elección de dispositivo de acceso vascular. Mesa Redonda.

El catéter de línea media o midline se caracteriza por colocarse en EESS, la punta queda alojada en la vena axilar o a la entrada de la subclavia.

Clásicamente la línea media es un catéter de 20 a 30 cm de longitud, aunque recientemente existen otros dispositivos en el mercado diseñados específicamente para colocar mediante US en el tercio medio del brazo y que miden 10 cm de longitud. Estos catéteres disponen de un sistema propio de inserción montado en el mismo catéter que hace la técnica de colocación rápida, limpia y segura.

Durante muchos años en muchas unidades de pediatría se ha utilizado un catéter intraaguja de 30 cm como acceso vascular intermedio entre el catéter periférico y el CVC. Pero el diseño de este catéter, no cumplía los últimos criterios internacionales de seguridad y fue retirado del mercado.

Existen alternativas como línea media que se colocan mediante cánulas pelables o por método Seldinger clásico. Durante unos años hay grupos que han usado catéteres de 8 cm para colocar en venas como accesos periféricos largos con buenos resultados.

Cuando llegó al mercado el midline anteriormente comentado de 10 cm de longitud realizamos una prueba comparándolo con otro dispositivo de 20 cm insertable mediante cánula pelable.

Los resultados en cuanto a calidad del material, flujos permitidos, facilidad de inserción y durabilidad nos hicieron decantar por el catéter de 10 cm. Presento a continuación nuestra serie.

3. USO DEL CIANOACRILATO PARA ACCESO VASCULAR (Fig. 4)

El cianoacrilato se utiliza desde 1949 en medicina. Experimentó un gran auge para las heridas de los soldados durante la guerra de Vietnam (1955-75).

Glue for PICCs

Gloria Ortiz Miluy

RN, Research Teaching and Management Specialist, Vascular Access Nursing Master, PAN instructor and PAN certified Nurse, FID (Madrid) IV Team Nurse, GruMAV Co-founder, GAVeCeLT collaborator, WoCoVa Global Comittee Member, Vascular Access Certification Corporation Boarding Member

WOCOVA
4th World Congress on Vascular Access

Speaker: Paloma Ruiz Hernández
RN, Co-founder GruMAV (Multidisciplinary Group in Vascular Access)

WOCOVA
4th World Congress on Vascular Access
22 - 24 June 2016
Lisbon, Portugal

**FIRST PICC / MIDLINE DRESSING-AFTER
INSERTION:
FROM 24 HOURS UP TO 7 DAYS WITH
CYANOACRYLATE GLUE**

MARCO ARIOTTI, RN
Care Domiliani - Homecare
ASL TO1
Turin - Italy

GAVeCeLT
4th World Congress on Vascular Access

FIGURA 4. Ponencias sobre el uso de cianoacrilato. Paloma Ruiz y Marco Ariotti.



FIGURA 5. Uso de lámpara de infrarrojos para localización de venas superficiales.

En 1959 se publica un trabajo en el que se compara la sutura clásica con el cianoacrilato concluyendo:

- El t medio de sutura con cianoacrilato fue de 3,5 min frente a 12,5 min con sutura clásica.
- No se precisaba anestesia con el cianoacrilato
- El riesgo de infección de la herida se reduce en 3 veces con cianoacrilato
- La infección de la propia sutura se elimina y se reduce el coste de 10 a 15 veces.

Oxycianoacrilato es la forma química. Es un líquido transparente o coloreado, en su presentación es estéril por dentro y fuera del envase. Suele presentarse en envases monodosis. No precisa refrigeración. Seca (polimeriza) en 10-20 seg.

Ventajas de su utilización:

- Sella punto de inserción.
- Disminuye el riesgo de sangrado. El apósito se mantiene intacto hasta su primer cambio a los 7 días. Elimina la necesidad de revisión frecuente post-inserción.
- Fija el catéter durante 7-10 días aumentando la seguridad.
- Disminuye el riesgo de contaminación extraluminal.
- No es doloroso.
- Permite el control del punto de inserción.
- No precisa de su retirada.

Indicaciones generales:

- Uso individual.
- No usar en órganos internos ni mucosas.
- No aplicar en heridas crónicas o infectadas.

- No usar en zonas de flexión.
- No sumergir el brazo.
- Potencia la efectividad de los dispositivos de fijación libres de sutura.

Indicaciones para acceso vascular:

- Ideal para heridas superficiales (P-A-C), catéteres tunelizados.
- Perfecto tras la extracción de un dispositivo para sellar herida.
- Tras la inserción de un PICC:
 - Limpiar la herida y comprimir hasta que no sangre.
 - Colocar el cianoacrilato, no usar dentro de la herida, no debe contactar con la sangre.
 - Crea una costra que no debe retirarse.
 - No usar apósitos con clorhexidina.
 - Si debe retirarse tras su uso hacer una ligera tracción del catéter hasta que se desprenda la costra y retirar, valorar si se coloca cianoacrilato de nuevo para sellar la herida.

4. MÉTODOS DE VISUALIZACIÓN DE VASOS Y UBICACIÓN DE LA PUNTA EN PEDIATRÍA

El mundo del acceso vascular pediátrico está cambiando rápidamente. Los métodos de visualización de vena y ubicación de la punta han reducido drásticamente los riesgos de complicaciones, así como los gastos sanitarios asociados a dichos procedimientos.

- El uso de la guía de ultrasonido es obligatorio para todos los accesos centrales (Peripheral Inserted Central Catheter PICC - Central Inserted Central Catheter CICC - Femoral Inserted Central Catheter FICC) en todos los pacientes pediátricos, incluyendo neonatos, con la única excepción de los catéteres umbilicales y de catéteres epicutáneo-cava de pequeño calibre (ECC) que normalmente se insertan en venas superficiales
- Mientras que el acceso a venas profundas (CICC, PICC, FICC) exige ultrasonido, la inserción de cánulas periféricas cortas o ECC en las venas superficiales se pueden realizar considerando el uso de la tecnología NIR
- El método de elección para la localización de la punta debe ser el ECG intracavitario
- Técnica aplicable y factible en neonatos, lactantes y niños en el 99% de los casos.
- El uso rutinario de la fluoroscopia y radiografía de tórax para la ubicación de la punta deberían desecharse frente a las mayores ventajas de los anteriores.
- Hay una creciente evidencia de que el ultrasonido puede ser una solución precisa, barata y no invasiva para la navegación de la punta (Ecografía de las venas centrales durante la progresión del catéter), para la ubicación de la punta (visualización ecocardiográfica de la punta del catéter) y para detectar complicaciones pleurales después de la punción de la vena central (ecografía del espacio pleural). (Fig. 5)

5. DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN SIN SUTURAS Y APÓSITOS (Figs. 6 y 7)

La evidencia científica nos dice que la eliminación de las suturas en los catéteres va acompañada de una disminución de las infecciones.

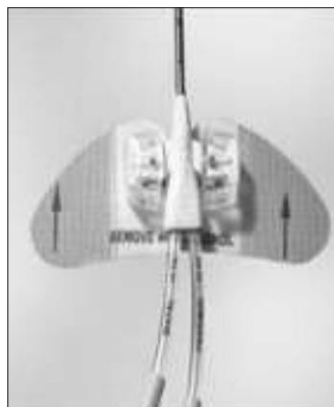


FIGURA 6. Dispositivos de fijación libres de suturas.

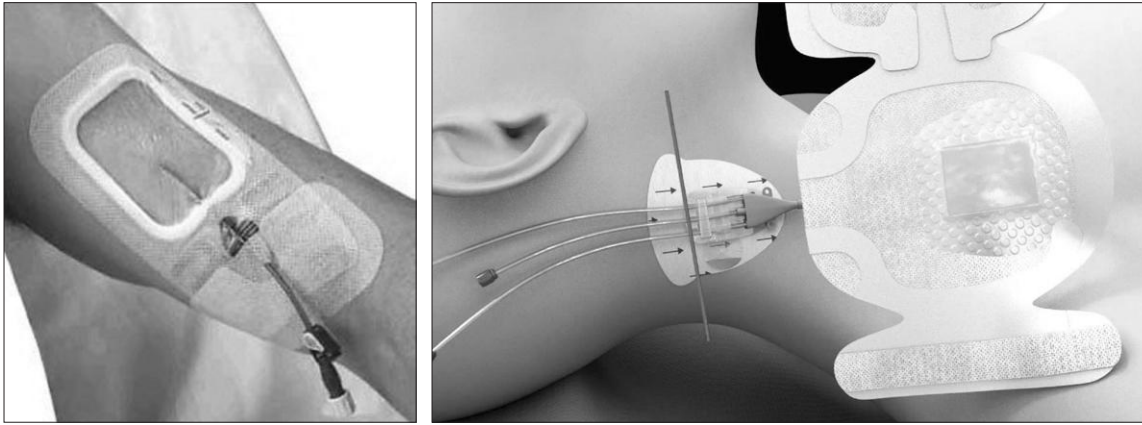


FIGURA 7. Apósitos con fijación integrada.

- (1) ultrasound choice of the vein (RaCeVA);
- (2) hand washing + maximal barrier precautions + skin antiseptics with 2% chlorhexidine;
- (3) Use of ultrasound for venipuncture, for tip navigation and for ruling out PNX;
- (4) tunnelling of the catheter so to obtain an exit site in the infraclavicular area;
- (5) Tip location by intracavitary ECG and/or echocardiography;
- (6) sealing of the exit site with glue;
- (7) securement with sutureless device + transparent semipermeable dressing.

FIGURA 8. Bundles del grupo del Dr. Pittiruti.

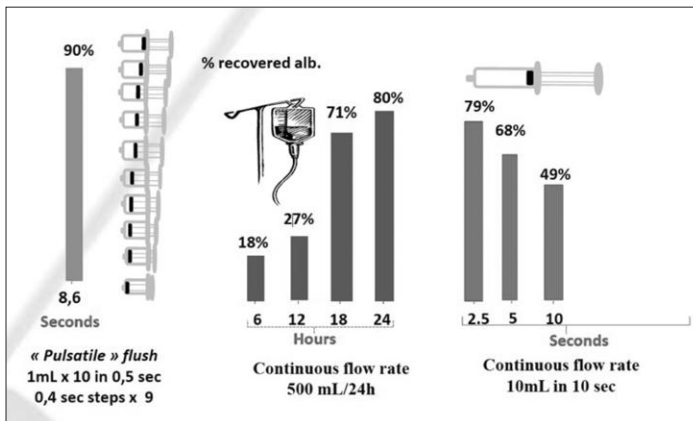


FIGURA 10. Eficacia de diferentes métodos de lavado. C. Dupont.

En los últimos años el mercado nos propone diferentes dispositivos de fijación sin sutura para los catéteres vasculares centrales, ya sean PICC, CICC o FICC.

El uso de cianoacrilato también impacta en la fijación del catéter en los primeros días.

Existen también apósitos que combinan la cobertura del catéter, incluso con gel de clorhexidina con un dispositivo de fijación de alta resistencia.

Resultados preliminares de 3 trabajos randomizados:

- PICCs in acute care paediatrics. Tricia Kleidon, Victoria Gibson et al.
- Short term non-tunnelled CVAD in paediatric ICU. Debbie Long, Tara Williams et al.
- Tunnelled CVAD in paediatrics. Amanda Ullman, Tricia Kleidon et al.

Concluyen que en niños pequeños y en accesos yugulares pueden presentarse problemas de fijación.

Sin embargo, Pittiruti los incluye en los bundles de su equipo de acceso vascular. (Figs. 8 y 9)

Standard Care (BPU + SSD)

- Most consistently applied dressing due to high frequency of use prior to study
- Difficult to apply and remove
- Requires more than one nurse for Change of dressing in active patient

Tissue adhesive

- High acceptability to PICC inserters
- Instant haemostasis
- Clinical staff found it difficult to apply in the ward environment
- Easy to remove from patient skin
- Difficult to remove from catheter, build up in long term catheter

Integrated Securement & Dressing

- Easy application
- High acceptability in clinical area
- Easy to apply, easy to remove
- Initial angst regarding security

FIGURA 9. Ventajas de diferentes métodos de fijación. A.J. Ullman.

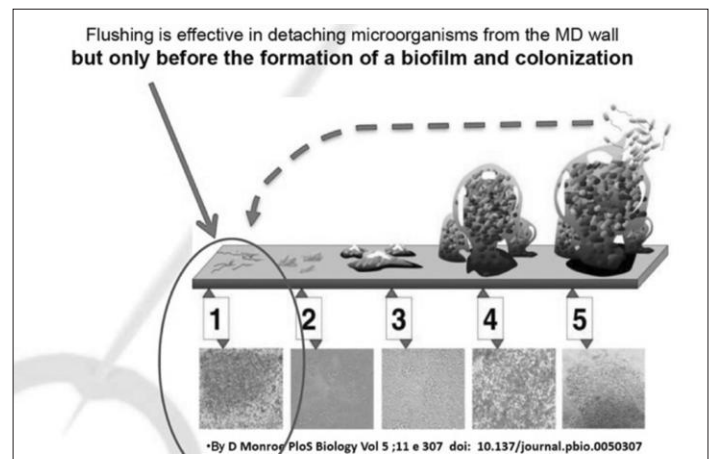


FIGURA 11. El lavado es efectivo antes de la colonización. C. Dupont.

6. LAVADO Y SELLADO DE CATÉTERES (Figs. 10 y 11)

Algunos conceptos:

- Purgado: administración de un flujo continuo para eliminar las dosis restantes de medicación o sustancias dentro del dispositivo de acceso vascular.
- Lavado: administración de un flujo continuo o pulsátil con efecto de eliminar sustancias, proteínas y depósitos en las paredes del dispositivo de acceso vascular.

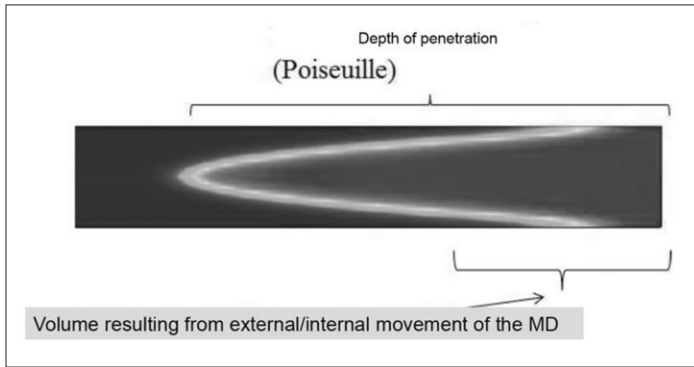


FIGURA 12. Reflujo de sangre en el catéter. C. Dupont.

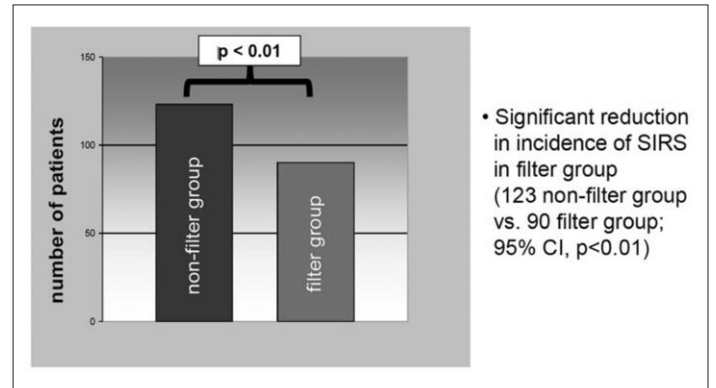


FIGURA 13. Efecto de la filtración en reducción SIRS. M. Sasse.

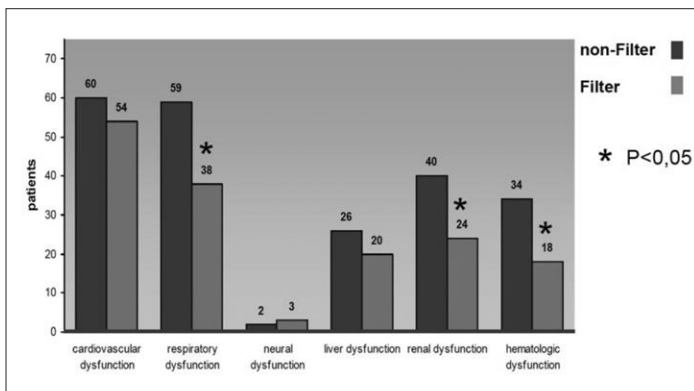


FIGURA 14. Efecto de la filtración en disfunción orgánica. M. Sasse.

El lavado con flujo pulsátil es más efectivo que con flujo continuo. Debe realizarse antes de la aparición de biofilm para que sea efectivo.

Causas de disminución de la efectividad en el lavado:

- Disminución del flujo lineal:
 - Por acumulación de depósitos en las paredes.
 - Por cambios en el ángulo de entrada del flujo.
 - Por una dirección incorrecta del flujo debido a diseños defectuosos de los dispositivos (reservorios, bisel de agujas gripper, bioconectores).
- Viscosidad de la solución de lavado.
- Aumento de tiempo entre fin de la administración de medicación y lavado.
- Alteraciones de las superficies (p. ej. del fondo del reservorio por múltiples punciones).

Lavar con 5 ml no es siempre suficiente para lavar bien los bioconectores. Cuanto mayor sea el retardo en el lavado, mayor riesgo de depósitos. No existe diferencia entre lavar inmediatamente después y una hora después de terminar la infusión.

Recomendaciones:

- Con tratamiento I.V. infundido de forma intermitente o continua:
 - Lavado sistemático después de cada inyección.
 - Mayor riesgo con productos sanguíneos (transfusión o muestras), NPT, fármacos vesicantes.
 - Inyectar medios de contraste en una línea central sólo cuando no sea posible hacerlo de otra forma.
- Con tratamiento I.V. infundido continuamente y cuando la política de lavado sistemática después de cada inyección es problemática:
 - Utilizar lavado continuo.
 - Limpiar el catéter una vez al día en el punto de acceso más proximal.
- En cualquier caso:
 - Cambio equipos cada 4 días.
 - Cambiar la aguja del reservorio cada 7 días.

- Listar los medicamentos incompatibles disponibles en la unidad.
 - El trabajo en equipo con el farmacéutico es fundamental.
- No existen evidencias de la superioridad del sellado con heparina. En cambio la heparina puede producir alergias y reacciones, además de efectos adversos.

Los catéteres valvulados suponen un beneficio limitado, pues no evitan las vainas de fibrina.

El efecto de la presión positiva en los sellados no es duradero.

Causas del reflujo de sangre en el catéter: (Fig. 12)

- Por movimiento externo:
 - Durante la inserción.
 - Flexibilidad del material.
 - Bucles.
 - No clampaje.
- Por movimiento interno:
 - Por causas del paciente:
 - Tos.
 - Movimientos bruscos.
 - Actividades de la vida diaria.
 - Por causas de los dispositivos:
 - Infusores.
 - Gravedad.
 - En las conexiones o desconexiones.

El valor real de la heparinización para los catéteres no de diálisis debe ser reconsiderado. Además, se debe tener en cuenta el uso de bloqueo con sustancias con actividad anti-bacteriana y anti-biofilm (como citrato o taurolidina) en poblaciones seleccionadas de pacientes.

Recomendaciones de sellado:

- Vía periférica cada 24 h.
- PICC o CVC tunelizado cada semana.
- Puerto cada 12 meses????

7. FILTRACIÓN EN LÍNEAS (Figs. 13 y 14)

La filtración en la infusión IV reduce el SIRS y la disfunción orgánica en pacientes pediátricos críticos.

8. BIOCONECTORES-BIOFILM (Figs. 15 y 16)

En las soluciones administradas por vía intravenosa se han constatado micropartículas, que tienen relación directa con la producción de flebitis post-infusional. La colocación de filtros entre el equipo de administración y el catéter reduce la introducción de esas micropartículas al torrente sanguíneo.

La colonización de los puntos de inyección puede hacer que las bacterias entren a la sangre. Los filtros de 0,22 micrones cambiados cada 96h y colocados entre un bioconector y el catéter evitan el paso de los gérmenes al interior del organismo.

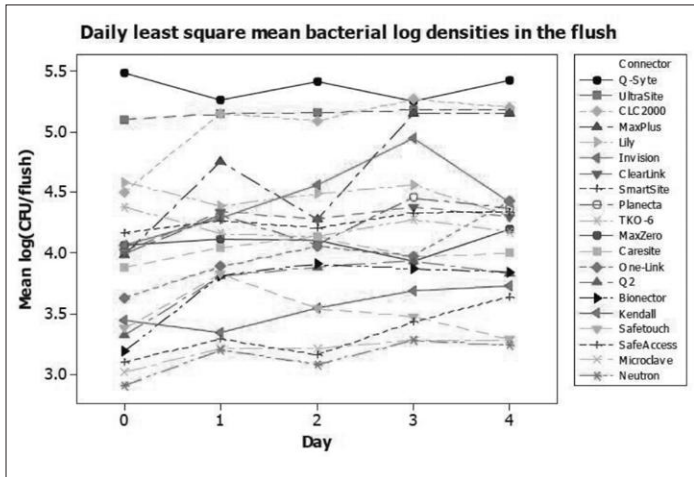


FIGURA 15. Transferencia bacteriana en los bioconectores. M. Ryder.

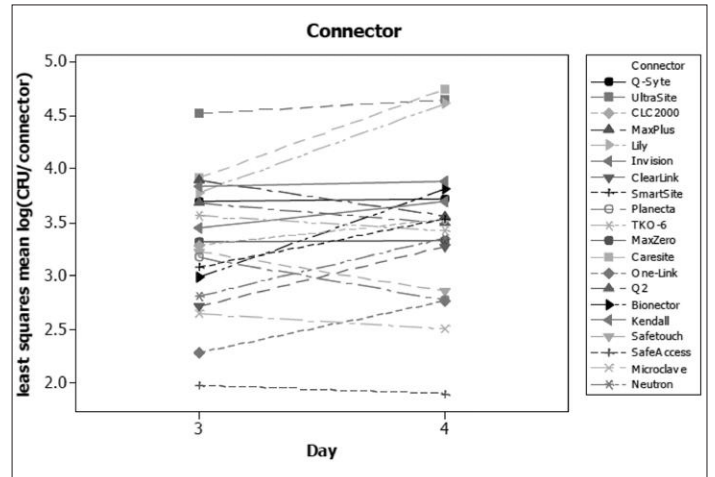


FIGURA 16. Formación de biofilm intraluminal en el bioconector. M. Ryder.

Características de diseño de los bioconectores:

- Mecanismo valvular (septo dividido, septo en superficie).
 - Canal de flujo (abierto, cánula interna, válvula mecánica)
 - Desplazamiento de fluido (negativo, positivo o neutro, antireflujo)
- Las anteriores características influyen en la transferencia de bacterias.

BIBLIOGRAFÍA

- Scoppettuolo G, Annetta MG, Marano C, et al. Cyanoacrylate glue prevents early bleeding of the exit site after CVC or PICC placement. *Critical Care*. 2013; 17(Suppl 2): P174 (doi: 10.1186/cc12112).
- Ryder M, Pulcini E, Parker A, et al. Comparison of Bacterial Transfer and Bioluminescence Formation on Intraluminal Catheter Surfaces Among Fourteen Connectors in a Clinically Simulated In Vitro Model. Presented at the World Congress on Vascular Access, June 2014.
- Midlines.
- Goossens GA, Jérôme M, Janssens C, et al. Comparing normal saline versus diluted heparin to lock non-valved totally implantable venous access devices in cancer patients: a randomised, non-inferiority, open trial. *Ann Oncol*. 2013; 24: 1892-9.
- Pittiruti M, Bertoglio S, Scoppettuolo G, et al. Evidence-based criteria for the choice and the clinical use of the most appropriate lock solutions for central venous catheters (excluding dialysis catheters): a GAVeCeLT consensus. *J Vasc Access*. 2016; 17: 453-64.
- Scoppettuolo G, Dolcetti L, Emoli A, et al. Further benefits of cyanoacrylate glue for central venous catheterisation. *Anaesthesia*. 2015; 70: 758.
- Lawrence H, Hacking M. Histoacryl® for securing central venous catheters: not so sticky! *Anaesthesia*. 2014; 69: 1407-8.

- Sharp R, Cummings M, Fielder A, et al. The catheter to vein ratio and rates of symptomatic venous thromboembolism in patients with a peripherally inserted central catheter (PICC): a prospective cohort study. *Int J Nurs Stud*. 2015; 52: 677-85.
- Nifong TP, McDevitt TJ. The effect of catheter to vein ratio on blood flow rates in a simulated model of peripherally inserted central venous catheters. *Chest*. 2011; 140: 48-53.
- Emoli A, Cappuccio S, Marche B, et al. The ISP (Safe Insertion of PICCs) protocol: a bundle of 8 recommendations to minimize the complications related to the peripherally inserted central venous catheters (PICC). *Assist Inferm Ric*. 2014; 33: 82-9.
- Wilkinson JN, Sheikh N, Jayamaha J. Tissue adhesive as an alternative to sutures for securing central venous catheters. *Anaesthesia*. 2007; 62: 969-70.
- Paloma R. Glue for PICCs. Ton van Boxtel (Presidencia) Wocova. Lisboa (Junio 2016).
- Marco A. First PICC/Midline dressing after insertion: from 24 hours up to 7 days with cyanoacrylate glue. Ton van Boxtel (Presidencia) Wocova. Lisboa (Junio 2016)
- Amanda JU. Dressed to impress? Improving central venous access device securement and dressing. Ton van Boxtel (Presidencia) Wocova. Lisboa (Junio 2016)
- C Dupont. (Junio 2016) Flushing and locking IV catheters today. Ton van Boxtel (Presidencia) Wocova. Lisboa
- Michael S. In line filtration reduces SRS and organ dysfunction in pediatric intensive care patients. Ton van Boxtel (Presidencia). Wocova. Lisboa (Junio 2016)
- Marcia R. Needleless connectors and infection. Ton van Boxtel (Presidencia) Wocova. Lisboa (Junio 2016).

Pautas de anticoagulación para la terapia extrarrenal continua

M. Calvo Calvo, L. Gil Esteban, A.B. Sánchez Salinas

UCI Pediátrica. Hospital Gregorio Marañón. Madrid.

INTRODUCCIÓN

Las técnicas de depuración extra renal continuas (TDEC) son ampliamente utilizadas en los niños en estado crítico en los que se produce un fracaso renal agudo, así como en aquellos en los que se produce un fallo multiorgánico o un síndrome de distrés respiratorio ya que facilita la eliminación continua y la estabilización hemodinámica.

Una parte importante del éxito de estas técnicas se debe al tiempo de funcionamiento del circuito siendo la complicación más frecuente la coagulación precoz del filtro. Al establecerse el contacto entre la sangre y las membranas del sistema, se produce la activación de la vía intrínseca de la coagulación, mediante una serie de mecanismos:

- La activación de distintos factores tisulares: leucocitos, citoquinas y plaquetas.
- El éxtasis de la sangre y las alteraciones en su flujo.
- El contacto de la sangre con el aire en las distintas superficies de medida de presiones.

Por lo tanto, en el mantenimiento de un sistema en el que la sangre entra en contacto con un circuito extracorpóreo, la anticoagulación es fundamental.

Lo ideal sería encontrar un sistema que tuviera las siguientes características: fácil disponibilidad, administración protocolizada, que sea seguro y fácil de monitorizar y que ocasione los mínimos efectos secundarios posibles. Pero esto no existe en la actualidad. Por tanto, el principal factor a tener en cuenta a la hora de seleccionar el mejor sistema para mantener el circuito de hemodiafiltración anticoagulado es el riesgo de aparición de complicaciones hemorrágicas en los pacientes.

Las opciones que actualmente se utilizan para la anticoagulación son:

- Ninguna o lavados con suero.
- Heparina no fraccionada.
- Heparina de bajo peso molecular.
- Inhibidores directos de la trombina (Hirudina, Argatroban).
- Prostaciclina.
- Citrato.

La heparina tiene una serie de ventajas que la hacen ser el anticoagulante más utilizado:

- Larga experiencia en su uso.
- Vida media muy corta.
- Existe un inhibidor eficaz.
- Se puede monitorizar su efecto mediante el tiempo de coagulación activada (ACT) que mide el efecto inhibitor de la heparina sobre el sistema de la coagulación del organismo. Con el ACT se puede variar con relativa rapidez la dosis de heparina administrada, y se consigue así mantener un nivel constante de anticoagulación. Y es una prueba que se puede realizar a pie de cama.

Pero también presenta desventajas importantes como son:

- Índice terapéutico estrecho.
- Cinética más impredecible que otros compuestos utilizados.
- Puede producir trombocitopenia.
- Riesgo de hemorragia.
- Duración media de los filtros de 30 horas.

Si hemos dicho que la mayor parte del éxito de estas técnicas se debe al tiempo de funcionamiento del circuito y que el factor fundamental a la hora de elegir el anticoagulante es el riesgo de sangrado, está clara la necesidad de buscar un método de anticoagulación más eficaz y con el que se solventen los dos problemas fundamentales de la heparina: el riesgo de hemorragia y la corta duración de los filtros y del circuito.

Desde hace algunos años, como se puede ver en la bibliografía, el citrato ha sido recomendado como una alternativa eficaz a la heparina, presentándose como anticoagulante de primera línea para la terapia de reemplazo renal continuo (CRRT) en pacientes críticamente enfermos.

El citrato muestra una serie de ventajas importantes respecto a la heparina:

- Es una anticoagulación regional porque el citrato se infunde a la entrada del circuito, actúa sobre el filtro y su efecto se neutraliza antes de llegar a la sangre del paciente, por lo que se evita la anticoagulación sistémica.
- Reducción del riesgo de sangrado.
- Mayor duración de los filtros.

Sin embargo no está exento de posibles complicaciones como:

- Riesgo de sobredosis.
- Metabolismo insuficiente en insuficiencia hepática y shock en los que hay una hipoperfusión.
- Requiere protocolo estricto.

Aunque existen pocos estudios realizados en niños respecto al uso del citrato y su comparación con la heparina, sí parece que la anticoagulación con citrato está asociada a una mayor duración del circuito, menos problemas de sangrado y una menor mortalidad, por lo que se comenzó a utilizar en nuestra unidad como método alternativo a partir de 2011. En este trabajo se presenta el protocolo de utilización del citrato como anticoagulante en las TDEC en la UCI Infantil del Hospital Gregorio Marañón.

ANTICOAGULACIÓN CON CITRATO EN LAS TDEC

El sistema y protocolo de administración de citrato fue inicialmente probado en un modelo animal infantil, dos cerdos de 7 kg de peso, demostrando su fiabilidad y eficacia. Posteriormente se realizó un protocolo inicial, se diseñaron unas hojas de control del tratamiento y se dieron sesiones de formación al personal de enfermería y médico de la unidad.

Criterios de inclusión

Inicialmente los criterios de inclusión para la utilización del citrato fueron que el paciente presentara un alto riesgo de sangrado y/o coagula-

ción precoz del circuito. Posteriormente, y teniendo en cuenta los buenos resultados obtenidos, se estableció en la unidad que todos los circuitos de los pacientes con TDEC sin contraindicaciones para citrato serían anticoagulados con el mismo.

Dichas contraindicaciones son:

- Insuficiencia hepática.
- Rabdomiolisis.
- Necesidad de anticoagulación del paciente.

Mecanismo de acción

El citrato produce la anticoagulación del sistema inactivando el calcio iónico circulante y de esta forma impidiendo la actuación del calcio en múltiples pasos de la coagulación sanguínea; al mismo tiempo inhibe la agregación plaquetaria.

Material

Las vías, catéteres y filtros se seleccionan igual que en la técnica habitual de hemofiltración.

Como monitor de depuración se ha utilizado preferentemente el *Prismaflex*, aunque también se puede utilizar con el *Prisma* usando una bomba de infusión para administrar el citrato en la línea de entrada.

A. Preparación del circuito con bomba Prismaflex

El uso del citrato supone cambios considerables en la forma de preparar el circuito así como en los líquidos utilizados y en los sistemas de control. De hecho, los propios fabricantes de monitores de hemofiltración han ido adaptado los hemofiltros a esta nueva técnica a medida que se ha ido utilizando y se han ido viendo los problemas y necesidades derivadas de la misma.

Se necesita una línea adicional y una bomba para la administración del citrato. Si el hemofiltro no dispone de ello se tendrá que conectar una llave de tres pasos en la línea de entrada para administrar el citrato con una bomba independiente. Actualmente algunos fabricantes han incorporado una línea y una bomba específica, lo que facilita la administración.

Además, el monitor *Prismaflex* permite programar la dosis de citrato a administrar y automáticamente regula y adapta el flujo de la bomba de citrato de manera que se pueda alcanzar esa dosis si se modifica la programación del flujo de sangre.

B. Preparación de los líquidos

Se necesita un líquido que contenga citrato y líquidos específicos de reposición y diálisis que no contengan calcio, para no antagonizar el efecto del citrato en el circuito.

- **Bomba PBP:** citrato (*Prismocitrate*). A este líquido se le añade habitualmente:
 - Cloruro potásico 2 M (si potasio del paciente ≤ 5): 2 ml/L.
 - *Glucosmón R50* (si glucemia < 150 , muy importante en lactantes): 2,5 ml/L.
 - Sulfato de magnesio (si magnesio $< 2,5$): 0,5 ml/L.
 - Fosfato: 0,8 ml/L si no hipofosfatemia (solo evitar si fosfato > 7 o síndrome de lisis tumoral).
- **Bomba de reposición:** *Hemosol B0* (reposición siempre postfiltro porque tiene calcio).
- **Bomba de diálisis:** *Prismocal* (líquido de diálisis que no contiene calcio) y *Prismocal B22*. A diferencia del anterior contiene bicarbonato.
- **Perfusión intravenosa de calcio:** Perfusión de gluconato cálcico al 10% puro. Se añade una alargadera a la jeringa de la bomba *Prismaflex* y se conecta al paciente en una vía central, preferiblemente distinta de la vía de hemofiltración. Si no hay otra vía central disponible, administrar en el retorno del hemofiltro al paciente.

C. Programación del monitor Prismaflex

Al inicio de la máquina, tras insertar el peso del paciente y el hematocrito, seleccionar "citrato con bomba de jeringa Prismaflex" y a continuación se ajustan los parámetros siguientes:

1. Concentración de citrato

- Programar la Bomba Previa a la Bomba de sangre (PBP) al purgar el filtro.
- Empezar a una concentración de citrato de 2,5 mmol/L.
- El rango de citrato que se precisa en la sangre del circuito suele oscilar entre 3 a 6 mmol/L que produce un descenso del calcio iónico postfiltro a 0,25-0,35 mmol/L y un aumento del ACT $> 180-200$ segundos.

2. Flujo de sangre

- Se programará según el peso del paciente, catéter y superficie del filtro.
- Hay que tener en cuenta que el flujo de sangre que pasa por la bomba es la suma del flujo de sangre real del paciente (que es el programado) más la perfusión de citrato, porque la PBP infunde el citrato antes de la bomba de sangre. Es decir el flujo de sangre real que se extrae del paciente es igual al programado.

3. Flujo de reposición (posfiltro)

- El citrato actúa como reposición prefiltro.
- Añadir reposición postfiltro (20-40 ml/h) para evitar la coagulación de la cámara cazaburbujas.

4. Flujo de infusión del líquido de diálisis

- Añadir según necesidades del paciente.
- Si se administra diálisis puede ayudar a aclarar del citrato.

5. Flujo de ultrafiltrado

- Programar el balance negativo deseado.

6. Bomba de jeringa Prismaflex de 50 ml

- Perfusión de gluconato cálcico al 10% puro.
- Si el paciente presenta hipocalcemia se recomienda corregir ésta iniciando la infusión previamente.
- Seleccionar: "Compensación de la pérdida de Calcio 100 %". Posteriormente se ajustará según calcio iónico del paciente

D. Inicio de la técnica

1. Purgado del circuito según el método habitual con 1 litro de suero salino heparinizado (5.000 UI/L). Purgar también la bomba PBP.
2. Para evitar la administración de la heparina al paciente, si se va a infundir el líquido del circuito, se puede cebar el circuito con suero fisiológico o albúmina al 5% (para evitar la hipovolemia brusca al conectarle).
3. Conectar el hemofiltro (automáticamente se iniciará la perfusión de calcio).

E. Sistemas de control

Además de los controles habituales (bioquímica incluyendo fosfato y magnesio cada 8-24 h y hemograma, función renal, albúmina y estudio de coagulación), cuando se realice anticoagulación con citrato es necesario realizar algunos controles específicos:

1. Control del pH

Con el uso del citrato puede aparecer alcalosis metabólica, por transformación del citrato en bicarbonato en el hígado y músculo ó acidosis metabólica por acumulación de citrato en pacientes con alteración grave de la función hepática o rabdomiolisis. De ahí su contraindicación en estas situaciones.

Intervalos:

- Cada hora, las tres primeras horas.
- Cada 4 horas las primeras 24 horas.
- Cada 8 horas los siguientes días.
- Más frecuentemente según los resultados.

2. Control del calcio

Puede aparecer hipocalcemia si se repone de manera insuficiente el calcio quelado por el citrato.

Por otro lado si la infusión de calcio (para neutralizar el efecto del citrato) se está realizando con una bomba ajena al circuito, si se suspende la anticoagulación y se mantiene de forma inadvertida la administración de

la perfusión puede dar lugar a hipercalcemia. Actualmente los hemofiltros permiten incluir la jeringa con el calcio dentro del sistema, por lo que si se interrumpe la terapia se interrumpe su administración.

3. Control de la anticoagulación del circuito

La dosis de citrato se regula según los niveles de calcio iónico postfiltro. El objetivo es mantener unos niveles entre 0,25-0,35 mmol/L. De esta manera nos aseguramos una anticoagulación adecuada.

Tiempo de coagulación activado (ACT) postfiltro: Realizar simultáneamente con el calcio iónico el primer día de la técnica (hasta que se establezca la dosis de citrato).

F. Registro en la hoja de verificación

Existe una hoja de inicio de técnica y otra para los controles posteriores. Debe ser rellenada por el médico y la enfermera de manera conjunta.

CONCLUSIONES

1. Tras la utilización del citrato como anticoagulante de primera línea para la terapia de reemplazo renal continuo (CRRT) en pacientes críticamente enfermos, efectivamente se ha observado que presenta una serie de ventajas.
2. Las principales ventajas observadas en comparación con el uso de la heparina son las siguientes: el citrato para la anticoagulación es más seguro, confiere menos sangrado y alarga la vida del circuito más tiempo.
3. A lo largo de la utilización de este protocolo no se han hallado inconvenientes significativos.
4. La introducción de la técnica del citrato requiere modificaciones en la preparación de los circuitos, por lo que resulta imprescindible implementar un protocolo de formación del personal tanto médico como de enfermería.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre-Bermeo H, Tomasa T, Navas A, et al. Utilización de las terapias de depuración extracorpórea en los Servicios de Medicina Intensiva de Cataluña (España). *Med Intensiva*. 2015; 39: 272-8.

- Balik M, Zakharchenko M, Leden P, et al. Bioenergetic gain of citrate anticoagulated continuous hemodiafiltration—a comparison between 2 citrate modalities and unfractionated heparin. *J Crit Care*. 2013; 28: 87-95.
- Cavagnaro F. Reemplazo renal agudo en pediatría. *Contacto Científico*. 2016; 6(6).
- Dirkes S, Wonnacott R. Continuous renal replacement therapy and anticoagulation: What are the options?. *Crit Care Nurse*. 2016; 36: 34-41.
- Fernández SN, Santiago MJ, López-Herce J, et al. Citrate anticoagulation for CRRT in children: comparison with heparin. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 786301.
- Jeffrey YH, Hoi-Ping S, Kit Hung AL, et al. Experiences with continuous venovenous hemofiltration using 18 mmol/l predilution citrate anticoagulation and a phosphate containing replacement solution. *Ind J Crit Care Med*. 2017; 21: 11.
- Leung AK, Shum HP, Chan KC, et al. A retrospective review of the use of regional citrate anticoagulation in continuous venovenous hemofiltration for critically ill patients. *Crit Care Res Pract*. 2013; 2013: 349512.
- Sternby J. U.S. Patent No. 8,911,390. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office; 2014.
- Morabito S, Pistolesi V, Tritapepe L, et al. Continuous venovenous hemodiafiltration with a low citrate dose regional anticoagulation protocol and a phosphate-containing solution: effects on acid-base status and phosphate supplementation needs. *BMC Nephrology*. 2013; 14: 232.
- Morabito S, Pistolesi V, Tritapepe L, et al. Regional citrate anticoagulation in cardiac surgery patients at high risk of bleeding: a continuous veno-venous hemofiltration protocol with a low concentration citrate solution. *Critical Care*. 2012; 16: R111.
- Schilder L, Nurmohamed SA, Bosch FH, et al. Citrate anticoagulation versus systemic heparinisation in continuous venovenous hemofiltration in critically ill patients with acute kidney injury: a multi-center randomized clinical trial. *Crit Care*. 2014; 18: 472.
- Zhang L, Liao Y, Xiang J, et al. Simplified regional citrate anticoagulation using a calcium-containing replacement solution for continuous venovenous hemofiltration. *J Artif Organs*. 2013; 16: 185-92.

¿Nos atrevemos a realizar transporte extrahospitalario en ECMO?

H. Moreda Aragón

Unidad de Cuidados Intensivos. Hospital Universitario La Paz. Madrid.

INTRODUCCIÓN Y PERSPECTIVA HISTÓRICA

La oxigenación por membrana extracorporea, conocida tradicionalmente como ECMO (*extracorporeal membrane oxygenation*), es una forma de asistencia vital extracorpórea o ECLS (*extracorporeal life support*) derivada de los primeros sistemas de pulmón y corazón artificiales descritos por Gibbon⁽¹⁾ en mayo de 1953 y empleados por primera vez en cirugía cardiovascular en 1956. Estos sistemas se modificaron para poder mantener de forma prolongada las funciones vitales a finales de 1969. Es una terapia de soporte, más que de tratamiento, ya que permite el reposo de los órganos afectados supliendo de modo artificial sus funciones hasta la curación. El procedimiento consiste en extraer la sangre del paciente, pasarla por una bomba que la propulsa, manteniendo la presión arterial y supliendo la función cardíaca, y por un oxigenador, que permite el intercambio gaseoso de esa sangre, emulando la función pulmonar, para devolver de nuevo la sangre oxigenada, tras lavar el dióxido de carbono al paciente.

A diferencia de la circulación extracorporea clásica empleada durante la cirugía cardiovascular, la mayor duración del procedimiento (de días y no horas) obligó a diseñar oxigenadores sanguíneos especiales para este fin, además de refinar las técnicas de anticoagulación prolongada, mantenimiento de normotermia y ausencia de hemodilución. En general, la conexión del circuito al paciente se realiza con cánulas arteriales y venosas localizadas en el cuello⁽²⁻³⁾.

En 1971, Hill y cols.⁽⁴⁾ aplicaron por primera vez una asistencia ECMO a un adulto, y en Mayo de 1975 Bartlett y cols.⁽⁵⁾ comunicaron el primer recién nacido (Esperanza) que sobrevivió gracias al uso del soporte ECMO. Inicialmente las indicaciones se limitaban a patología respiratoria grave en la edad neonatal, hasta que a mediados de 1980 se adaptaron los sistemas para su aplicación en pacientes pediátricos y, finalmente, en la década de 1990 en adultos.

Así se entiende por ECMO una forma de soporte prolongado, pero temporal, de la función cardíaca y respiratoria en pacientes con patología respiratoria o cardiorrespiratoria reversible, pudiendo ser indicada para suplir una de estas funciones. Es una alternativa terapéutica a las formas de tratamiento convencionales cuando estas no son suficientes o pueden incidir negativamente en el pronóstico.

Habiendo sido un tratamiento cuestionado por los riesgos que entrañan la canulación vascular, la anticoagulación y el riesgo de accidentes relacionados con una técnica tan compleja, actualmente existe suficiente evidencia que demuestra como en situaciones de gravedad en las que la respuesta al tratamiento convencional es insuficiente o ineficaz la ECMO obtiene frente a este, mejor supervivencia sin incrementar las secuelas. Además en aquellas situaciones en las que el fallo de bomba cardíaca o la presencia de insuficiencia cardíaca refractaria al tratamiento médico, la ECMO es entonces la única alternativa terapéutica.

COMPONENTES DEL SISTEMA

Se basa en el empleo de un circuito de tubos en el que se intercala un oxigenador de membrana de silicona, una bomba que impulsa la sangre y un sistema que la calienta. El circuito toma la sangre del paciente a través de un catéter o cánula venosa situada en la aurícula derecha, normalmente desde la vena yugular interna derecha y una vez oxigenada y calentada por el sistema, se retorna por la cánula aortica, habitualmente desde la arteria carótida del mismo lado, aunque existen varios modos de derivación.

A continuación se describen de forma más específica los componentes individuales del circuito ECMO:

1. Cánulas y tubos de conexión

Las cánulas y tubos de conexión son de cloruro de polivinilo, estériles, son desechables y pueden ser de una única luz (la sangre fluye en una única dirección) o de doble luz (la sangre drena por una luz y se reinfunde a través de otra). El tipo de cánula viene determinado por la edad del paciente (recién nacido o infantil) y vaso a cánular (arteria o vena).

2. Reservorio

El reservorio es una bolsa de sangre que en el sistema ECMO es de silicona, biocompatible, con un volumen de 35ml, colapsable y desechable, además de sus funciones de recogida, dificulta la posibilidad de formación de trombos. El reservorio se ajusta a una caja conectada a un servocontrolador que actúa como sistema de seguridad, dejando funcionar la bomba exclusivamente cuando el volumen es el adecuado.

3. Bomba

La bomba de circulación constituye el único elemento fijo, no desechable, de los estrechamente relacionados con la técnica ECMO, existen diferentes tipos de bombas (centrífugas o de rodillo-oclusivas o no).

4. Oxigenador

De los oxigenadores comercializados en la actualidad, la técnica ECMO requiere un oxigenador de membrana de silicona (sin microporos), en forma de espiral (*col membrane*), biocompatible y desechable. A diferencia de sus predecesores, los oxigenadores de burbuja, el oxígeno (o la mezcla de gases) suministrado por una fuente externa, se difunde a través de una membrana permeable según mecanismos de gradiente de concentración entre el compartimento gaseoso y el compartimento donde se encuentra la sangre. Este mismo gradiente es el que permite la difusión del dióxido de carbono de la sangre al flujo aéreo. Los oxigenadores están disponibles en varios tamaños y la selección viene determinada por el peso del paciente y requerimientos de flujo aéreo y sanguíneo previsto.

ANTICOAGULACIÓN

Cualquier procediendo que requiera de CEC expone a la sangre a una gran cantidad de superficies artificiales que activan el sistema del comple-

mento y de la coagulación/fibrinólisis y presentan, por lo tanto, un riesgo de complicaciones isquémicas derivadas de la formación de micro embolismos. Para evitarlo, se debe anticoagular al paciente. Poniendo atención a los problemas secundarios derivados de esta actuación con peligro de sangrado y trombocitopenia.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

La ECMO puede considerarse como una forma modificada de una derivación cardiopulmonar en la cual la duración es mayor, siendo en la edad neonatal y pediátrica según ensayos clínicos controlados aleatorizados (RCT) entre 4-12 días, aunque se han descrito casos de asistencias más prolongadas, siendo en adultos mucho mayor (más de 6 semanas).

En función del tipo de derivación, existen dos modalidades de ECMO: la ECMO veno-arterial (va) y la ECMO veno-venosa (vv). Los sistemas ECMO-va, a diferencia de los vv que sustituyen exclusivamente la función respiratoria, son capaces, además de mantener el transporte de oxígeno, de sustituir parcial o completamente la función cardíaca.

Durante el proceso de la ECMO-va, a través de un *catéter venoso* ubicado en la aurícula derecha, normalmente a través de la vena yugular interna, la sangre del paciente que debería retornar normalmente al corazón a través de la vena cava se drena hacia el circuito extracorpóreo mediante *los tubos o circuitos de conexión* que hacen la función de vasos sanguíneos fuera del paciente. Esta sangre venosa poco oxigenada se recoge, por efecto de la gravedad, en *el reservorio venoso*. Desde este recipiente, y mediante *la bomba*, que reemplaza la función de bombeo del corazón, la sangre es impulsada a presión hacia *el oxigenador* o "*pulmón artificial*" donde se oxigena y se retira el dióxido de carbono propio del intercambio gaseoso. Para prevenir la hipotermia del paciente, antes de la reinfusión, la sangre atraviesa un sistema de *intercambio de calor* donde se recalienta y se impulsa nuevamente al sistema circulatorio, generalmente a través de la arteria carótida común derecha, mediante la misma bomba a través del sistema de tubos y de un catéter arterial ubicado en el arco aórtico. De esta manera, en los sistemas ECMO-va, la sangre pasa directamente desde el lado derecho del corazón hasta el lado izquierdo sin atravesar las arterias pulmonares, realizando por lo tanto un cortocircuito pulmonar. Entre los tubos de drenaje y reinfusión hay un segmento corto de tubo denominado puente (*bridge*) que está clampado durante la técnica para evitar que la sangre fluya a través de él en lugar de hacia los tubos de drenaje. El puente se desclampa y los tubos de conexión se comprimen durante aquellos momentos en que debe detenerse la técnica como pruebas de desconexión de la ECMO con el objeto de evitar la formación de trombos dentro del circuito⁽⁶⁾.

Sin embargo, cuando solo es necesario sustituir la función respiratoria, ya que el gasto cardíaco está asegurado por el propio paciente, en lugar de ECMO-va puede emplearse ECMO-vv, concepto introducido por Gattinoni y cols.⁽⁷⁾ En esta modalidad, la sangre venosa procedente del paciente una vez oxigenada, es devuelta de nuevo al territorio venoso, en general a la aurícula derecha; evitándose así la canulación y ligadura posterior de la arteria carótida. Los sistemas veno-venosos pueden funcionar mediante el empleo de una o dos cánulas. Si se emplea una sola cánula, esta puede ser de dos luces, una para la salida y otra de entrada; o de luz única, en este caso el sistema alternativamente toma sangre y devuelve al paciente mediante un sistema de clampaje alternativo. A esta última modalidad se la conoce como ECMO veno-venosa con *flujo tidal* y cánula única o asistencia respiratoria extracorpórea (AREC). Esta modalidad fue inicialmente descrita por Kolobow y cols.⁽⁸⁾ y ampliamente empleada en recién nacidos por Chevalier y cols.⁽⁹⁾.

A pesar de no tener que canular y ligar la arteria carótida, no existe evidencia superior de una técnica respecto a la otra, obteniendo ambas resultados clínicos similares.

En los últimos años, el fallo cardíaco aparece como una nueva indicación de ECMO, que cada vez tiene mayor importancia. Se trata de niños con cardiopatías congénitas graves que durante su estabilización pre-quirúrgica, desarrollan una disfunción ventricular grave y refractaria al tratamiento médico, o que en el postoperatorio inmediato de cirugía cardiovascular bajo circulación extracorpórea resulta imposible interrumpirlo. En algunas ocasiones es necesario en el postoperatorio inmediato cuando por lesiones residuales o fallo ventricular se hace necesario el tratamiento con ECMO.

La complejidad, el coste y los riesgos de la utilización de ECMO ha contado siempre con defensores y detractores a ultranza; sin embargo, el estudio *UK Collaborative ECMO*⁽¹⁰⁾ demostró no solo que es eficaz, en cuanto a la disminución de la mortalidad en recién nacidos con insuficiencia respiratoria grave frente al tratamiento médico convencional, sino que no aumenta las secuelas en los supervivientes, lo cual se ha comprobado durante el seguimiento descrito por Bennett y cols.⁽¹¹⁾.

Gran parte de la eficacia del tratamiento con ECMO se basa en la experiencia del equipo de las unidades, y esta solo se alcanza con un gran entrenamiento y experiencia. Para ello los pacientes deben concentrarse en las unidades solo estrictamente necesarias, evitando la dispersión de casos, con lo que se reducen los riesgos para los niños tratados y el coste del procedimiento, por este motivo se ve esencial que los centros ECMO elaboren programas de transporte para recepcionar pacientes susceptibles de tratamiento o bien en situaciones en la que la gravedad imposibilite el traslado convencional, estos equipos deben realizar la instauración de la ECMO previa al transporte. Resulta también imprescindible disponer de un modelo experimental, para el buen aprendizaje de todo personal sanitario involucrado en la técnica⁽¹²⁾.

REQUERIMIENTOS DE UN CENTRO CON PROGRAMA ECMO

Los requerimientos básicos de un centro con programa ECMO se han basado en las condiciones establecidas en el estudio *UK Collaborative ECMO*⁽¹⁰⁾ y son los siguientes:

- 1) Disponer durante 24 horas de una Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) adecuada a la edad del paciente atendido, ya sea neonatal o pediátrica, con capacidad para evaluaciones cardiológicas, ecocardiológicas y ecográficas craneales además de un sistema de transporte adecuado y de acomodación y apoyo psicológico a los padres y familiares.
- 2) Personal de plantilla capaz de realizar canalización cardiorrástica, enfermeras de cuidados intensivos, neonatólogos y cardiólogos pediátricos, es decir, equipos multidisciplinares y familiarizados con la técnica ECMO.
- 3) El transporte al centro debe estar realizado por un grupo del centro ECMO en la mayoría de los casos, mediante la vía más adecuada (aérea o terrestre)

Una vez determinada la necesidad de ECMO, ésta en cualquiera de sus indicaciones requiere no tan sólo de unas estructuras físicas básicas sino también de unos recursos humanos especialmente entrenados para su aplicación y en constante relación con otros centros similares y con participación activa (enviando sus resultados) en el registro internacional. En España, la actual provisión de centros ECMO se estima suficiente para la demanda observada. El acceso a dichos centros en su distribución geográfica actual (centro-norte del país) podría solventarse a partir de una adecuada derivación que contemple el correspondiente transporte interhospitalario.

PROGRAMA DE TRANSPORTE EN ECMO

La oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) puede ser un procedimiento salvavidas para pacientes con insuficiencia pulmonar o cardíaca grave reversible o para pacientes que necesitan un puente para el trasplante. La terapia ECMO es proporcionada por centros especializados, pero los pacientes que necesitan este tratamiento son atendidos inicialmente en otros centros. Los transportes convencionales a un centro especializado ECMO pueden ser peligrosos incluso se han descrito muertes⁽¹³⁻¹⁴⁾. Por esta razón, muchos centros ECMO han desarrollado programas de transporte con ECMO móvil.

Tras la solicitud, el equipo móvil que incluye todo el equipo necesario para iniciar la asistencia ECMO es trasladado al hospital de referencia, donde se realiza la canulación del paciente iniciándose la asistencia. El paciente posteriormente es transportado a la instalación especializada en ECMO en ambulancia, helicóptero o avión dependiendo de la distancia, las condiciones meteorológicas, recursos específicos, etc.

Numerosas publicaciones han informado de más de 1.400 transportes ECMO, con experiencia en más de 22 años. La supervivencia de los pacientes es equivalente a la de los pacientes ECMO no expuestos a traslados. Se concluye que los transportes interhospitalarios de larga y corta distancia pueden realizarse de forma segura. El personal debe ser experimentado y altamente

competente en cuidados intensivos, canulación ECMO, tratamiento ECMO, transporte de cuidados intensivos y medicina en el transporte aéreo.

Los pacientes con indicación de ECMO están, en general, en una situación inestable, con un soporte respiratorio máximo y otras terapias de recuperación de cuidados intensivos.

Realizar la canulación al paciente en el hospital de referencia y transportar al paciente en ECMO se describió por primera vez por Bartlett y cols. en 1977⁽¹⁵⁾. El concepto de viajar al hospital de referencia con un sistema de ECMO portátil, canulando al paciente en el hospital de referencia y transportándolo de vuelta a su propia institución en ECMO fue desarrollado posteriormente por Cornish⁽¹⁶⁻¹⁷⁾. Desde entonces, el número de centros de transporte en ECMO ha aumentado, pero no se realizó ampliamente hasta finales de los años 2000⁽¹⁸⁾.

En la Universidad de Michigan, Ann Arbor, informó recientemente de su experiencia en el transporte de 221 pacientes en ECMO entre 1990 y 2012⁽¹⁸⁾. Este documento también incluye una revisión de la literatura con 27 artículos publicados que describen el transporte en ECMO de un total de 643 pacientes. La experiencia de este tipo de traslados depende de cada centro, y en la actualidad solo 4 han reportado un total de más de 100, la Universidad de Arkansas para la facultad de Medicina de las ciencias Médicas, *Little Rock*⁽¹⁹⁾, la Universidad de Michigan Ann Arbor⁽¹⁹⁾, el Centro Médico de la Universidad de Columbia, Nueva York⁽²⁰⁾, y el Hospital Universitario Karolinska de Estocolmo⁽²¹⁾, de los cuales este último centro había realizado más de 700 transportes hasta 2015.

La *Extracorporeal Life Support Organization (ELSO)*, en EEUU, es un organismo mundial de unidades que proporcionan ECMO con más de 400 centros miembros. Además de mantener un registro de tratamientos ECMO, otra misión de ELSO es proporcionar diferentes pautas asociadas con el tratamiento, recientemente (mayo 2015), se publicaron las directrices para el transporte en ECMO⁽²²⁾.

LOGÍSTICA

El objetivo es trasladar a un paciente extremadamente crítico e inestable en ECMO desde el hospital de referencia hasta un centro especializado. En la mayoría de los casos, el paciente no está recibiendo en ECMO, el compromiso implica una evaluación del paciente, la canulación y la iniciación de la terapia ECMO en el hospital de referencia además del transporte, esto se conoce como *transporte primario*. En algunos casos, el paciente podría estar ya recibiendo terapia ECMO en el hospital de origen, pudiera darse el caso que el hospital de referencia tenga capacidad de canulación e iniciación de ECMO y que el paciente sea transferido entre diferentes centros especializados. Estos transportes se denominan *transporte secundario*. Es obvio que un equipo de transporte que tiene la capacidad para transporte primario también tiene la capacidad de realizar transporte secundario.

Un transporte ECMO consta de tres partes:

1. Desplazamiento al hospital de referencia del personal y equipo necesario.
2. Procedimientos en el hospital de origen (evaluación del paciente, canulación, estabilización, etc.)
3. Transporte a su propia instalación u otro centro.

En la mayoría de los casos, comienza con una llamada telefónica del hospital referente, y se toma la decisión de lanzar el equipo móvil de ECMO, según las indicaciones del paciente, y si este cumple con los criterios de inicio de la terapia. Por otro lado, cuando se transporta al paciente a la instalación especializada en ECMO, la seguridad del paciente es la prioridad y el tiempo es de importancia secundaria.

Una vez que se toma la decisión de lanzar al equipo para un transporte primario, los miembros del equipo deben ser convocados, el equipamiento necesario embalado, y el vehículo de transporte/los vehículos ser organizados.

VEHÍCULOS DE TRANSPORTE

Las ambulancias terrestres, los helicópteros y los aviones medicalizados son las tres opciones que se han utilizado para los transportes ECMO. La distancia del transporte, las condiciones meteorológicas y la disponibilidad decidirán qué vehículo se utilizará. El transporte en aviones medicalizados por razones obvias también implica el transporte terrestre desde y hacia el

aeropuerto con la consiguiente transferencia del vehículo terrestre al aéreo. En los hospitales equipados con helipuerto, el paciente es cargado directamente en el helicóptero y el transporte terrestre es innecesario. Algunos helicópteros disponen de equipo para operar en condiciones de vuelo por instrumentos (IFR), lo que permite el vuelo en peores condiciones climáticas. En las directrices de ELSO, el transporte por tierra se recomienda para distancias de hasta 400 km (250-300 millas) y transporte en helicóptero para distancias de hasta 650 km (300-400 millas). Las aeronaves medicalizadas pueden transportar a cualquier distancia.

EQUIPO DE TRANSPORTE

El equipo material utilizado en los transportes ECMO es en principio el mismo que en el tratamiento interno de ECMO, aunque aspectos y limitaciones únicas por el medio en el que se transporte pueden imponer requisitos específicos.

Para todos los transportes aéreos, los componentes individuales y el equipo ensamblado deben cumplir con los criterios específicos de calidad, deben ser aprobados por las agencias reguladoras nacionales. La emisión de interferencias electromagnéticas debe ser lo suficientemente baja para no interferir con los controles de vuelo, deben ser necesarios ajustes en los equipos. Además, deben soportar las vibraciones y las fuerzas de aceleración/desaceleración durante el despegue, el vuelo y el aterrizaje.

Los transportes se han llevado a cabo tanto con bombas de rodillo como centrifugas. Las bombas de rodillos eran más comunes en la era anterior de los transportes⁽²³⁻²⁴⁾ y más tarde las bombas centrífugas eran las preferidas por la mayoría de los centros⁽²⁵⁻²⁶⁾. Este último tipo de bomba, es recomendado por la ELSO debido a una funcionalidad y seguridad mejoradas en combinación con un circuito más corto⁽²²⁾.

La camilla de transporte o trineo varía entre centros. Muchos centros han desarrollado su propio sistema personalizado, donde los componentes del circuito ECMO y la camilla se ensamblan en una unidad haciendo el tubo más corto y minimizando el riesgo de torcedura de la tubería, etc. durante la carga y descarga del paciente dentro y fuera del vehículo de transporte. De hecho, un sistema de transporte ECMO comercializado está disponible en el sitio web de ELSO (www.elseo.org). Otros centros han utilizado carretillas independientes de la camilla, que requieren tubos de conexión más largos, minimizando el peso de la camilla con el paciente.

Todos los componentes deben estar firmemente sujetos en el vehículo de transporte. Cuando se trabaja en un entorno pre-hospitalario con estas transferencias complejas y vehículos de diseño diferente, la experiencia del equipo móvil ECMO entra en juego para una descarga/carga segura. En muchos casos, el personal de ambulancia/aeronave de apoyo está fuera de su contexto normal con conocimientos limitados en este tipo de pacientes y tecnología. Una vez que el equipo de transporte ha abandonado el centro de ECMO, debe ser autosuficiente con respecto a todos los suministros específicos del sistema. Por ejemplo, se necesitan desechables para montar el circuito, y tiene que disponer de uno de emergencia de repuesto, por posibles eventos adversos inesperados. Se pueden requerir conectores, cabezal de bomba extra y oxigenador, y tubos de conexión de repuesto. El equipo de transporte debe contar con un material quirúrgico para la canulación si no está seguro de que está disponible en el hospital de origen. Esto incluye instrumentos quirúrgicos estériles, desechables como suturas, etc., apósito quirúrgico y lámpara de cabeza. Las cánulas se empaquetan en tamaños adecuados según el peso del paciente, dispositivo de cauterización eléctrica y dispositivo de ultrasonido de cabecera para la asistencia con la canulación está generalmente disponible en el hospital de referencia. Los productos sanguíneos necesarios para el inicio de la ECMO y para el transporte deben ser compatibles con la inmunidad y, por lo tanto, proporcionados por la instalación de referencia. Los dispositivos para la evaluación de los gases en sangre y la monitorización de la anticoagulación, es decir, la máquina de tiempo de coagulación activado (ACT), además de esto, se necesitan todos los equipos y suministros necesarios durante los transportes convencionales de pacientes de cuidados intensivos, como: ventilador de transporte, dispositivo de monitorización de pacientes, bombas de infusión y productos farmacéuticos. Se recomienda utilizar listas de verificación para el equipo necesario antes de la salida del

centro ECMO al hospital de referencia⁽²²⁾. Gran parte del equipo también se puede almacenar en kits sellados e identificados con el fin de mejorar el equipamiento. El transporte debe ser tan seguro para el paciente como sea posible por la organización encargada del transporte.

PERSONAL DE TRANSPORTE

Los centros tienen una composición muy diferente de sus equipos de transporte, que depende principalmente de diferentes competencias, deberes y tradiciones para las respectivas profesiones. Por ejemplo, en la mayoría de los centros, la máquina ECMO es preparada por un enfermero perfusionista, pero en otros centros puede ser realizada por un médico especializado. En muchos centros, la canulación siempre es realizada por un cirujano pediátrico, pero en otros, el intensivista puede hacer canulaciones percutáneas. El ventilador puede ser administrado por un terapeuta respiratorio, un médico o una enfermera, y así sucesivamente. Al configurar un equipo de transporte, es importante delimitar todas las responsabilidades que son necesarias para la misión. Estos incluyen la capacidad de evaluar el paciente y la indicación ECMO, para canular al paciente, para cebar el circuito ECMO, para iniciar el tratamiento, para manejar el paciente crítico con esta asistencia, incluyendo el circuito ECMO, ventilador, medicamentos y anticoagulación, Y para manejar problemas o complicaciones comunes o imprevistos. Todas las responsabilidades deben ser cubiertas por personal experimentado, ya que no habrá respaldo a mano.

ROLES/RESPONSABILIDADES DEL EQUIPO

Las responsabilidades del equipo de transporte se enumeran a continuación.

La composición exacta del equipo y la especificidad de los roles de los miembros del equipo pueden variar entre los centros. Sin embargo, estas responsabilidades mínimas deben ser satisfechas por personal experimentado. El escenario clínico, el ajuste de la canulación y la duración o complejidad del transporte pueden dictar la inclusión de miembros adicionales del equipo, como enfermeras o médicos adicionales. Los transportes intercontinentales de ECMO representan un nivel único de complejidad, coordinación y demanda de personal, y el potencial de estrés fisiológico y fatiga no debe ser subestimado.

A continuación se muestra la composición de equipo según las recomendaciones de ELSO mayo 2015.

I. Médico canulador

- La responsabilidad primaria es la colocación segura y adecuada de la (s) cánula (s) ECMO
- Para la ECMO neonatal/pediátrica, lo realizará un cirujano pediátrico o cirujano cardiovascular pediátrico.
- En algunas circunstancias, el equipo de ECMO puede optar por trabajar con un cirujano y un equipo quirúrgico del hospital referente si tal colaboración facilita la transferencia oportuna del paciente

II. Médico ECMO

- Debe tener una experiencia sustancial en el manejo de pacientes ECMO.
- A su llegada al centro de referencia, evalúa puntualmente los datos clínicos pertinentes del paciente, mientras que el especialista en ECMO y otros miembros del equipo, se preparan para la canulación o el cambio al circuito ECMO de transporte.
- En casos excepcionales, la condición del paciente puede haberse deteriorado entre el momento de la llamada de referencia y la llegada del equipo ECMO, hasta el punto de que el apoyo ECMO ya no sea apropiado (por ejemplo, paro cardíaco prolongado con evidencia clínica de lesión neurológica grave). En estas raras pero difíciles circunstancias, el médico ECMO debe tener suficiente experiencia clínica y juicio para detener la iniciación de ECMO y para discutir con el médico remitente, el personal del hospital y la familia del paciente. A la inversa, el paciente puede haber demostrado mejorar el intervalo, haciendo innecesaria la iniciación de ECMO y permitiendo un transporte convencional seguro.
- Obtiene el consentimiento informado para la asistencia y para el transporte de familiares.

- Asume y dirige el manejo médico del paciente durante la canulación/cambio del circuito ECMO, y a lo largo del transporte:
 - Administración de bolo de heparina en el momento de la canulación
 - Administración de cualquier sedación/analgesia profunda necesaria
 - Manejo de ventilación mecánica, infusiones vasoactivas, etc.

III. Especialista en ECMO

- La responsabilidad primaria de asegurar que todo el equipo en la lista de verificación es funcional y esta disponible en el momento de la salida.
- Responsabilidad primaria de la comunicación de los requerimientos de hemoderivados con el personal del hospital antes de la salida del equipo de transporte ECMO.
- Responsabilidad primaria para la preparación/preparación del transporte Circuito ECMO a la llegada del equipo al hospital de referencia.
- Responsabilidad primaria de la gestión del circuito ECMO durante todas las fases del transporte.
- Debe poseer una amplia experiencia en el manejo de circuitos/pacientes de ECMO.

IV. Enfermera de transporte

- Administra medicamentos, líquidos y productos sanguíneos y ayuda en la evaluación del paciente.
- Responsabilidad primaria de la atención de enfermería durante todas las fases del transporte.
- Para permitir la tarea cruzada, se recomienda encarecidamente que la enfermera de transporte también tenga experiencia con la gestión de circuitos/pacientes ECMO.

V. Terapeuta respiratorio de transporte

- Si el espacio físico en los aviones/vehículos lo permite, idealmente un terapeuta respiratorio de transporte acompañará al equipo de transporte ECMO.
- Responsabilidad primaria de la instalación y administración del ventilador, conexión/desconexión del gas, solución de problemas del ventilador.
- Asiste con análisis de gas en sangre, muestreo de sangre de circuito por equipo.
- Si la configuración de espacio/equipo no lo permite, la enfermera de transporte, especialista en ECMO y/o médico debe ser capaz de ejecutar estas tareas con competencia.

CONCLUSIÓN

En referencia a la pregunta de este artículo de : ¿si nos atrevemos a realizar transporte en ECMO?

Los transportes en ECMO son muy complejos, el personal involucrado debe tener experiencia en pacientes prehospitalarios, medicina de emergencia, cuidados intensivos, fisiología ECMO, tecnología ECMO y canulación ECMO, la calidad, destreza y experiencia de los profesionales sanitarios de nuestro país esta sobradamente contrastada, a nivel hospitalario y extrahospitalario, con amplia experiencia en cuidados de pacientes pediátricos con asistencia ECMO, como para poder abordar un programa de transporte, los cuales ya se han iniciado en nuestro país. La tarea más difícil según la amplia experiencia de otros países y debido a la alta complejidad que acarrea un transporte en ECMO, es la coordinación, preparación y organización de todo el dispositivo junto con los recursos de logística. En nuestro país tenemos el ejemplo de la alta eficacia en el programa de trasplante de órganos, siendo una de las redes más eficaces del mundo, no vemos impedimento para lograr una red similar que coordine, organice y realice transporte en ECMO.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gibbon JH. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minn Med.* 1954; 33: 171-85
2. Sanchez Luna M, Valls i Soler A, Moreno Hernando J. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). Indicaciones y guías para el contacto con una unidad de ECMO. *An Esp Pediatr.* 2002; 57: 51-54.

3. Belda Hofheinz S, Casanueva Mateos L. Oxigenación por membrana extracorpórea. En: Casos clínicos en Patología hemodinámica. Disponible en <https://www.secip.com/publicaciones-relacionadas/libros/e-books>
4. Hill JD, O'Brien TG, Murray JJ, et al. Prolonged extracorporeal oxygenation for acute post-traumatic respiratory failure (shock-lung syndrome). Use of the Bramson Membrana Lung. *N Engl J Med.* 1972; 286: 629-34.
5. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Jefferies MR. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) cardiopulmonary support in infancy. *Trans Am Soc Artif Intern Organs.* 1976; 22: 80-93.
6. Estrada MD. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) en neonatos y edad pediátrica: informe técnico de la Agència d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques (AATM) Barcelona; 2000. Ministerio de Sanidad y Consumo, Centro de Publicaciones. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=75498>.
7. Gattinoni L, Agostoni A, Plessi A, et al. Treatment of acute respiratory failure with low-frequency positive-pressure ventilation and extracorporeal removal of CO₂. *Lancet.* 1980; 2: 292-4.
8. Kolobow T, Borelli M, Spatola R, et al. Single catheter veno-venous membrane lung bypass in the treatment of experimental ARDS. *ASAIO Trans.* 1988; 34: 35-8.
9. Chevalier JY, Durandy Y, Batisse A, et al. Preliminary report: Extracorporeal lung support for neonatal acute respiratory failure. *Lancet.* 1990; 335: 1364-6.
10. Field DJ, Davis C, Elbourne D, et al. UK Collaborative ECMO (Extracorporeal Membrane Oxygenation) Trial Group. UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation. *Lancet.* 1996; 348: 75-82.
11. Bennett CC, Johnson A, Field DJ, et al. UK collaborative randomized trial of neonatal extracorporeal membrane oxygenation: Follow-up to age 4 years. *Lancet.* 2001; 357: 1094-6.
12. Valls i Soler A, Álvarez Díaz FJ, Gastiasoro Cuesta E, et al. Oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO). II. Desarrollo de un modelo experimental de corderos nacidos. *An Esp Pediatr.* 1997; 46: 266-71.
13. Peek GJ, Mugford M, Tiruvoipati R, et al. Efficacy and economic assessment of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet.* 2009; 374: 1351-63.
14. Boedy RF, Howell CG, Kanto WP Jr. Hidden mortality rate associated with extracorporeal membrane oxygenation. *J Pediatr.* 1990; 117: 462-4.
15. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Fong SW, et al. Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure. Experience in 28 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1977; 73: 375-86.
16. Cornish JD, Gerstmann DR, Begnaud MJ, et al. Inflight use of extracorporeal membrane oxygenation for severe neonatal respiratory failure. *Perfusion.* 1986; 1: 281.
17. Cornish JD, Carter JM, Gerstmann DR, et al. Extracorporeal membrane oxygenation as a means of stabilizing and transporting high risk neonates. *ASAIO Trans.* 1991; 37: 564-8.
18. Bryner B, Cooley E, Copenhaver W, et al. Two decades' experience with interfacility transport on extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Surg.* 2014; 98: 1363-70.
19. Clement KC, Fiser RT, Fiser WP, et al. Single-institution experience with inter-hospital extracorporeal membrane oxygenation transport: a descriptive study. *Pediatr Crit Care Med.* 2010; 11: 509-13.
20. Biscotti M, Agerstrand C, Abrams D, et al. One hundred transports on extracorporeal support to an extracorporeal membrane oxygenation center. *Ann Surg.* 2015; 100: 34-9.
21. Broman LM, Holzgraefe B, Palmér K, et al. The Stockholm experience: inter-hospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care.* 2015; 19: 278.
22. ELSO Guidelines. Ann Arbor, MI: ELSO, 2015. Disponible en: <https://www.else.org/Resources/Guidelines.aspx>
23. Lindén V, Palmer K, Reinhard J, et al. Inter-hospital transportation of patients with severe acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation – national and international experience. *Intensive Care Med.* 2001; 27: 1643-8.
24. Foley DS, Praniko T, Younger JG, et al. A review of 100 patients transported on extracorporeal life support. *ASAIO J.* 2002; 48: 612-9.
25. Forrest P, Ratchford J, Burns B, et al. Retrieval of critically ill adults using extracorporeal membrane oxygenation: an Australian experience. *Intensive Care Med.* 2011; 37: 824-30.
26. Raspe C, Ruckert F, Metz D, et al. Inter-hospital transfer of ECMO-assisted patients with a portable miniaturized ECMO device: 4 years of experience. *Perfusion.* 2015; 30: 52-9.