
55

Segundo Semestre 2013



Revista Española de Perfusión



SUMARIO

DIRECTORA

Marisol García Asenjo
Presidenta de la A.E.P.
Hospital de Basurto • Bilbao

DIRECCIÓN TÉCNICA

M. Àngels Siesto
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau • Barcelona

JEFE DE REDACCIÓN

Domènec Santiago
Hospital Germans Trias i Pujol (Can Ruti)
Badalona (Barcelona)

COMITÉ DE REDACCIÓN

Elisenda Bruguera
Esther Colillas
Margarita Olivares
Francis Iglesias
Hospital Universitari de Bellvitge • Barcelona

Rosa Molera
Ana Segovia
M. Àngels Siesto
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau • Barcelona

Domènec Santiago
Hospital Germans Trias i Pujol (Can Ruti)
Badalona (Barcelona)

Carme Ayats
Marta González
Maite Mata
Xavier Román
Hospital Clínic i Provincial • Barcelona

Rosa Aguilar
Hospital Sant Joan de Deu • Barcelona

Montserrat Planas
Centre Quirúrgic Sant Jordi • Barcelona

SEDE Y SECRETARÍA DE LA REVISTA

Dirección:
M. Àngels Siesto
Secretaría de Cirugía Cardíaca (Perfusión)
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Sant Antoni M. Claret, 167 • 08025 Barcelona
Tel. 93 291 93 30

PUBLICIDAD

Elisenda Bruguera
Departamento de Cirugía Cardíaca
Hospital Universitari de Bellvitge
Feixa Llarga, s/n. Bellvitge (Barcelona)
Tel. 93 260 76 08

VOCALES DE ZONA

Norte Lidia Melcón
Hospital de León
Levante Mario García Nicolas
Clínica Recoletas • Albacete
Centro M. Jesús Vázquez Rodríguez
Hospital Clínico San Carlos • Madrid
Catalunya Francis Iglesias Gordillo
Hosp. Univ. de Bellvitge • Barcelona
Sur Rafael Cid Vivar
Hospital Carlos Haya • Málaga

Editada por la Asociación Española de Perfusionistas

N.º 55 - Segundo Semestre de 2013

Conexión a Internet: www.aep.es

1 Sumario

3 Editorial

5 Originales

Aplicación de distintas técnicas de protección miocárdica

Benjamín Vázquez Alarcón

11 Estrategias de hemofiltración en CEC.

Repercusiones de la técnica sobre la evolución clínica durante la estancia postoperatoria en UCI

P.P. Burgos Morales, M. Alexandre Leyva, M. Bonet Majó, R. Blázquez Hernández, L. Carballo Rodríguez, P. Orozco Ibarra.

35 Hemofiltración continua durante la circulación extracorpórea en el control de la respuesta inflamatoria sistémica

C. García Camacho, R. García Hernández, S. Caballero Gálvez, A. Pérez López, M.J. Bendicho López, G. Guillén Romero, M.V. García Palacios, A. Sainz Otero, M. Samper Toscano.

24/25 Poster

Aplicación de un paquete de medidas encaminadas hacia el ahorro de sangre en Cirugía Cardíaca.

Servicio de Cirugía Cardíaca. Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid

42 Notas

44 Agenda

46 Normas

48 Suscripción

Reservados todos los derechos.
Prohibida la reproducción total o parcial,
gráfica o escrita, por cualquier medio,
sin la autorización escrita del Editor.

Depósito legal: B.25.383-90
ISSN 0211-2167

SISTEMA CARDIOHELP DISEÑADO PARA SALVAR VIDAS

CARDIOVASCULAR



MAQUET presenta CARDIOHELP, el sistema de asistencia cardiopulmonar más pequeño del mundo: CARDIOHELP ha sido diseñado para asistir y transportar pacientes que requieren asistencia cardíaca y/o respiratoria, como es el caso de pacientes con shock cardiogénico o ARDS.

Con su amplia gama de aplicaciones terapéuticas, CARDIOHELP es una valiosa ayuda para quirófanos, unidades de cuidados intensivos, salas de hemodinámica, salas de emergencia.

MAQUET — The Gold Standard.



Quadrox-i Neonatal y Pediátrico



Quadrox-i Adult



Quadrox-iD

EDITORIAL

Una vez más debemos felicitar y felicitarnos por la clausura de nuestro II Máster, sabemos los esfuerzos que todos los alumnos han tenido que realizar para poder concluir con éxito un Máster tan exigente y duro, no solo por las dificultades que entraña en sí mismo el contacto con una nueva profesión, generalmente desconocida y totalmente diferente a todo lo estudiado hasta entonces, sino por el trabajo y esfuerzo para poder compaginar las clases teóricas y prácticas junto con el trabajo diario. Nos sentimos orgullosos de esta nueva promoción y sabemos que sacarán adelante con éxito esta profesión que tanto requiere de profesionales con ilusión, comprometidos con la investigación, que la harán crecer y la situarán en el lugar que le corresponde por derecho propio.

Aunque es cierto que en este año que termina no hemos podido dar pasos hacia un mayor reconocimiento profesional en cuanto al desarrollo de la especialidad, sino más bien al contrario. La difícil situación que afecta a todos los ámbitos de nuestra sociedad, y especialmente al sanitario, ha sido utilizada una vez más, como excusa para no desarrollar el tema de las especialidades de enfermería y, por supuesto, mucho menos la de perfusión.

Esta situación que ya conocemos desde hace muchos años nunca ha sido un obstáculo para nuestro desarrollo, más bien al contrario, hemos seguido creciendo en expectativas y en ganas de sacar adelante nuevos proyectos y nuevos objetivos, que han hecho que los perfusionistas españoles lideren y desarrollen iniciativas de gran calado tanto a nivel nacional como internacional.

Cada objetivo cumplido nos estimula para seguir adelante con nuevos planes. Durante este año que finaliza también hemos estado presentes en el Congreso Latinoamericano de Tecnología Extracorpórea CLATEVEN. Los perfusionistas españoles hemos presentado trabajos y uno de ellos ha conseguido arrancar el premio para nuestro país.

Este año nuevo que comienza nos enfrenta a retos importantes, como una nueva edición del Máster, quizás oficial; nuestro XVIII Congreso Nacional en la ciudad de Santiago de Compostela, en el que tenemos centrados nuestros esfuerzos más inmediatos para conseguir hacer de él un punto de encuentro motivador, e incentivar a todos los participantes en el desarrollo de las líneas maestras de actualidad para nuestra profesión que ya estamos trazando entre todos; avanzar en todos los objetivos marcados, con determinación, constancia y conseguir la satisfacción de seguir intentándolo.

Nuestro desarrollo profesional, quizá por la especificidad de nuestra profesión, nunca resultó fácil; pero posiblemente por ello nos ha brindado una sólida unión que siempre mantuvimos y que siempre nos hizo tener muy claras nuestras metas. En esta línea permanecemos, se nos reconoce y se nos valora en todos los foros. Esperamos que las buenas intenciones de estas fechas se conviertan en realidades para todos.

Feliz 2014

Marisol García
Presidenta de la AEP





Diseñado por
perfusionistas.
Creado
por Medtronic.

**Sistema de oxigenación
Affinity Fusion®.**

Creado a partir de las opiniones de 500
perfusionistas de todo el mundo, es
fruto de una colaboración única entre
perfusionistas y Medtronic.

Su concepto nuevo de diseño ofrece
79 mejoras, como un oxigenador y un
filtro arterial totalmente integrados.
Representa un avance en el diseño del
sistema de oxigenación. Para obtener más
información visite:

www.fusionoxygenator.com

Affinity
Fusion®
SISTEMA DE OXIGENACIÓN

PRECAUCIÓN INTERNACIONAL:

Para distribución exclusiva en mercados en los que el Sistema de Oxigenación Affinity Fusion está autorizado. Prohibido su uso en los EE.UU.



ORIGINALES

Aplicación de distintas técnicas de protección miocárdica

Benjamín Vázquez Alarcón

Perfusionista
Clínica Capios Recoletas. Albacete

El objetivo de la cirugía cardíaca es conseguir un resultado anatómico y funcional óptimo, con el menor daño miocárdico posible. Para minimizar este daño, se utilizan las técnicas de protección miocárdicas, que tienen como objetivo: mantener la viabilidad de los miocitos durante el tiempo de isquemia y evitar o disminuir el daño por reperfusión.

La protección miocárdica no incluye solo el tipo de cardioplejia; sino el concepto de protección miocárdica es mucho más amplio. Una estrategia adecuada de protección miocárdica requiere un enfoque completo, es decir, comprende intervenciones antes, durante y después de la isquemia. Antes de la isquemia, para preparar el corazón; durante la isquemia, para reducir las necesidades metabólicas; y después de la isquemia para intentar reducir el daño por reperfusión. Todo ello requiere que sea un trabajo en equipo, entre cirujanos, anestesistas y perfusionistas. Casi todos los aspectos de esta protección miocárdica implican, mantener el equilibrio entre el suministro y la demanda miocárdica de oxígeno; así como minimizar el daño por reperfusión.

En una primera etapa, la protección miocárdica se basaba en dos axiomas: mantener el corazón lo más frío posible y establecer una batalla contra reloj, cuanto más rápido y menor tiempo de clampaje mejor. Posteriormente se ha demostrado que el desarrollo de una lesión isquémica depende más, de como el corazón es protegido que del tiempo que está la aorta pinzada (oclusión aórtica no es sinónimo de lesión isquémica).

Protección miocárdica antes de la isquemia

La protección miocárdica empieza con la preparación del corazón antes de la parada inducida. Las medidas para llevarla a cabo, comprenden: fortale-

cimiento metabólico del corazón antes de la isquemia, con una hidratación adecuada y un manejo óptimo de la glucemia, pudiendo emplear la solución glucosa-insulina-potasio; Control hemodinámico, de la tensión arterial y la frecuencia cardíaca, tratando de evitar la hipertensión, taquicardia y ansiedad del paciente, para disminuir el consumo miocárdico de oxígeno; Minimizar la isquemia en curso con fármacos (nitratos, anticoagulantes, antiagregantes, oxígeno) e incluso con BCIAo si estuviera indicado; Evitar la distensión ventricular, pues el aumento de la tensión de la pared, aumenta el consumo miocárdico de oxígeno. Intentar evitar la isquemia global primaria, utilizando la cirugía sin bomba, la cec sin clampaje o el uso de clampaje parcial; Parada fibrilatoria mediante estimulación eléctrica o enfriamiento miocárdico; Clampaje de aorta intermitente, no siendo este recomendable, como estrategia de primera elección; La parada diastólica, es el método más común de protección miocárdica, cuando se emplea clampaje aórtico.

Los pacientes con mayor riesgo a la isquemia y por lo tanto con depleción de las reservas miocárdicas serían: los pacientes con mala función ventricular, los hipovolémicos, el miocardio hipertrófico y pacientes con lesiones coronarias críticas. Por lo que al entrar en bomba es necesario evitar la hipotensión grave y la distensión ventricular. Debido a que la hipotensión grave, puede causar isquemia subendocárdica y la distensión ventricular, disminuye el aporte sanguíneo al miocardio y produce un aumento importante del consumo miocárdico de oxígeno.

Protección miocárdica después de la isquemia

El proceso de reperfusión es tan dañino para el miocardio como la lesión isquémica. La mayor parte

de los procesos fisiopatológicos que son dañinos para la recuperación de la función cardiaca ocurren durante la reperfusión⁽¹⁾. El objetivo de la protección miocárdica después de la fase de isquemia, consiste en minimizar el daño por reperfusión. Las intervenciones que se pueden realizar durante esta fase son:

Administración de cardioplejia sanguínea caliente, ya que permite el mantenimiento de la parada electromecánica, reabastece al miocardio de sustratos metabólicos con anterioridad al inicio de la función mecánica, que ayudarán a una mejora de la recuperación metabólica; así como lavar los productos de la isquemia⁽²⁾; La presión de reperfusión tras el desclampaje, es importante para limitar el daño miocárdico. Durante el primer-segundo minuto, no se debe producir un aumento brusco, y después de esos dos minutos, tratar de evitar hipertensión, debido a que el endotelio se lesiona durante la isquemia y sus propiedades vaso reguladoras se ven limitadas, pudiendo empeorar si la presión aumenta⁽³⁾; Evitar la distensión ventricular, manteniendo descomprimido el ventrículo, así como desfibrilación precoz, para evitar el agotamiento fulminante de los sustratos; Correcta extracción del aire intracardiaco, para evitar la embolia gaseosa en arterias coronarias, vasos cerebrales o periféricos, especialmente de la coronaria derecha que es más vulnerable debido a su localización anterior en la raíz aórtica; En el momento de la reperfusión hay un aumento significativo de radicales libres, se pueden eliminar, administrando antioxidantes, que deberán estar presentes al inicio de la reperfusión⁽⁴⁾. La cardioplejia sanguínea contiene numerosos antioxidantes, por lo que no es fundamental la administración de antioxidantes adicionales; Durante los cinco-diez minutos después de la reperfusión, una relativa hipocalcemia ayuda a prevenir la entrada masiva y súbita de calcio a las células miocárdicas. Después de este periodo, la membrana celular es restaurada por lo que es segura la administración de calcio.

Protección miocárdica durante la isquemia

El objetivo de la protección miocárdica en esta fase, consiste principalmente en reducir las necesidades metabólicas del miocardio. Durante el periodo de isquemia el método de protección miocárdica más utilizado es la parada cardiaca reversible, inducida por una solución de cardioplejia. Con la que queremos conseguir: por un lado reducir al máximo los requerimientos metabólicos, y por otro, en la medida de lo posible contribuir al aporte de sustratos,

todo ello con el menor daño miocárdico posible. La asistolia reduce el consumo miocárdico de oxígeno en un 90% respecto a un corazón a 37 °C lleno y latiendo. El enfriamiento miocárdico supone un descenso adicional de 0,3 ml de oxígeno por 100 g de miocardio. Figura 1: Consumo miocárdico de oxígeno (CMO₂).

CONSUMO MIOCÁRDICO O ₂	
Funcionamiento normal	8 ml O ₂ /100g/min
Corazón latiendo y vacío	5,6 ml O ₂ /100g/min
Corazón fibrilando	4-7 ml O ₂ /100g/min
Corazón en parada inducida por K ⁺	1,1 ml O ₂ /100g/min
Enfriamiento miocárdico	-0,3 ml O ₂ /100g/min

Fig. 1. Consumo miocárdico de oxígeno (CMO₂).

- **Según la composición de la cardioplejia, esta puede ser cristaloides o hemática:**

La cardioplejia cristaloides fue una de las primeras que se empezaron a utilizar, debe su nombre a que se compone de 100% solución cristaloides, se administra a 4 °C para conseguir una temperatura miocárdica de 10-15 °C. La forma más frecuente de administración es por la raíz de aorta, mediante un presurizador manual, aunque también se administra por los ostium y seno coronario. Inicialmente se administraba dosis única y posteriormente se utilizaron dosis múltiples. Existen muchos tipos de soluciones según su composición. En un intento de mejorar este tipo de cardioplejia se incorporó oxígeno en la solución, utilizando hemoglobina libre de estroma y perfluorocarbonos, surgió lo que se llamó cardioplejia cristaloides oxigenada.

Ventajas de este tipo de cardioplejia: es un método sencillo y barato, ya que no necesita circuito ni intercambiador de calor. Mejor distribución teórica en las zonas con lesiones coronarias debido a su menor viscosidad, aunque hay autores que refieren: la infusión anterógrada del mismo flujo de hemática y cristaloides, la cristaloides da lugar a menor presión,

lo que hace suponer que el flujo se desvía a coronarias sanas, disminuyendo la protección miocárdica en las zonas más isquémicas. Permite controlar la concentración de calcio administrado. Contribuiría a un menor daño por reperfusión puesto que carece de leucocitos.

La cardioplejia cristaloides tiene como desventajas: la necesidad de añadir sustratos farmacológicos que se encuentran presentes en la sangre de forma natural y pueden tener efectos secundarios. Produce una mayor hemodilución. La protección miocárdica sería menor, al utilizar temperaturas mayores a 20 °C, pudiendo evitarse, repitiendo las infusiones para disminuir la temperatura miocárdica. Menor protección miocárdica en determinadas situaciones, como: isquemia prolongada más de 2h, pacientes coronarios.

En la cardioplejia hemática, la sangre es el principal vehículo para administrar la cardioplejia. Se compone de sangre, más solución cristaloides en una proporción diferente, que puede oscilar desde miniplejia hasta la clásica 4:1, u 8:1 llamada protección miocárdica integral (Buckberg). Comúnmente la cardioplejia hemática, es la más utilizada, aunque con diferentes protocolos. Según el momento de administrar la dosis, se habla de dosis de inducción, mantenimiento y reperfusión.

Las ventajas de este tipo de cardioplejia serían: proporcionar oxígeno al miocardio, menor hemodilución, componentes hidroelectrolíticos y ph más fisiológicos, buena capacidad para tamponar acidosis, posee capacidad osmótica para disminuir el edema celular y posee antioxidantes endógenos⁽⁵⁾.

Soluciones cristaloides hay muchas y con diferentes aditivos. Las características generales que deberían cumplir, serían: inducir asistolia, proporcionar sustratos para obtener energía, compensar la acidosis y reducir el edema, no ser cito tóxica y equilibrar los objetivos de sencillez, coste y eficacia. Figura 2: Características generales de las soluciones cristaloides.

- **Según la temperatura a la que se administra la cardioplejia, esta puede ser fría, caliente o templada:**

Administración de cardioplejia fría: El consumo miocárdico de oxígeno se reduce en un 7% alcanzando la temperatura miocárdica de 22-25 °C, más la reducción que produce la asistolia, obtendríamos una reducción del 97%. Descensos mayores de temperatura no producen disminución del consumo

CARACTERÍSTICAS	OBJETIVOS	ADITIVOS
Producir parada cardiaca despolarizante en diástole	Reducir CMO ₂	KCl
Sustratos energéticos	Mantener meseta metabólica favorable	Glucosa Glutamato, aspartato
Amortiguadores	Compesar acidosis	THAM, histidina NaHCO ₃
Hiperosmolar (No + 400 mOsm/l)	Evitar y reducir edema	Electrolitos (Na ⁺ , Cl ⁻) Manitol, Glucosa, Albúmina
Aditivos estabilidad celular	Prevenir pérdida metabolitos celulares Atenuar efectos del calcio Antioxidante	CPD, MgCl ₂ , Manitol
Capacidad de transportar O ₂	Metabolismo aeróbico	Hb libre estroma Perfluorocarbonos, Sangre

Fig. 2. Características generales de las soluciones cristaloides.

miocárdico de oxígeno y si que aumenta significativamente los efectos nocivos de la hipotermia sobre el miocardio, tales como: alteración de los sistemas enzimáticos, pérdida de integridad de la membrana celular, lesiones estructurales en organelas y desplazamiento a la izquierda de la curva de disociación de la hemoglobina. Podemos producir hipotermia miocárdica: administrando cardioplejia fría 4-10 °C para conseguir un enfriamiento de 15-16 °C, mediante hipotermia sistémica y con enfriamiento tópico.

La ventaja principal de la cardioplejia fría, es que nos permite interrumpir el flujo coronario durante periodos de tiempo cortos. Y como desventajas: edema miocárdico, por alteración del gradiente transmembrana; los cambios producidos en leuco-

citós y plaquetas; y en el caso de utilizar cardioplejia hemática fría tendríamos mayor viscosidad y mayor afinidad de la hemoglobina por el oxígeno. La complicación más frecuente y habitual son los trastornos del ritmo, como disociación aurículo ventricular y bloqueos de rama.

Administración caliente de la cardioplejia, con ello evitamos los efectos adversos del frío, obtenemos un metabolismo aeróbico en normotermia que es una gran fuente de energía. Se puede administrar en la inducción para repleccionar de energía aquellos corazones que llegan a quirófano con las reservas depleccionadas (shock cardiogénico, fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor al veinticinco por ciento, IAM y pos reanimación). La administración durante la reperfusión suele ser muy habitual, con el fin de que la célula active su metabolismo en normotermia y pueda usar los sustratos, también contrarresta daños por reperfusión. El calentamiento del miocardio debe ser progresivo, para minimizar la inducción de la activación de neutrófilos, eje central de la respuesta inflamatoria. Otra forma de administrar cardioplejia caliente es de manera continua: el miocardio caliente, continúa con su actividad metabólica, que está muy reducida por la supresión de la actividad mecánica del corazón; en este caso no se debe interrumpir la administración por la posibilidad de producir isquemia en normotermia.

Las ventajas de la cardioplejia caliente serían: total liberación de oxígeno por parte de la hemoglobina, la distribución sería más homogénea debido a la vasodilatación producida, sería la forma más fisiológica de proteger al corazón, pues evita la isquemia y reperfusión, se ha asociado a un menor infarto postoperatorio y menor incidencia de bajo gasto.

Como desventajas tendríamos: peor protección miocárdica en casos de lesiones coronarias severas, no sería recomendable suspender la administración, debido a mayor riesgo de isquemia, mayor vasodilatación sistémica (por liberación de citoquinas, que obligan al uso de vasoconstrictores, con los correspondientes efectos adversos) y mayor incidencia de accidentes cerebro vasculares.

La cardioplejia templada nace para paliar los efectos dañinos de la cardioplejia caliente continua, evitaría los efectos sistémicos de la cardioplejia caliente y la ligera hipotermia no impide el metabolismo aeróbico; protege al miocardio de la isquemia por paradas intencionadas o por la mala distribución. Se suele administrar de 29-32 °C.

- *Según la vía de administración de la cardioplejia, puede ser: en dirección anterógrada, retrógrada y por ambas:*

Un aspecto muy importante de la protección miocárdica es la adecuada distribución homogénea por todo el miocardio.

La vía anterógrada es la administración de cardioplejia a través de las arterias coronarias; puede ser por vía indirecta pasando por la raíz de aorta o por vía directa, pasando por los ostium coronarios e injertos (para comprobar la anastomosis y poder administrar cardioplejia tras la lesión). Una infusión rápida produce distribución desigual y protección de mala calidad. Esta vía de administración tiene como ventaja que sigue la misma ruta, que la circulación coronaria fisiológica e induce más rápidamente asistolia. Durante la administración por esta vía es necesario tener como precaución el control de la presión, para no producir una distribución desigual o daño endotelial. En el caso de corazones hipertroficados, se recomienda aumentar el flujo de administración, para una correcta distribución. La administración indirecta, estaría contraindicada en caso de insuficiencia aórtica; y presentaría dificultades de distribución en la enfermedad coronaria severa.

La vía retrógrada es la administración de la cardioplejia por las venas coronarias a través del seno coronario. Como complemento a la administración anterógrada o como única vía de administración. Igual que en la anterógrada el control de la presión es importante para la correcta administración y evitar complicaciones.

Tiene como ventajas: la buena distribución en pacientes con enfermedad coronaria severa; es eficaz en caso de insuficiencia aórtica, evita posibles daños en los ostium por la canulación directa; permite la eliminación retrógrada de aire y restos de ateroma; puede ser administrada sin interrumpir la técnica quirúrgica; en casos de revascularización arterial, nos permite administrar cardioplejia ante la imposibilidad de hacerlo por los injertos.

Como desventajas: incompleta distribución de la cardioplejia en el ventrículo derecho y septo posterior, al derivarse la sangre por las venas de Tebesio y vasos sinusoidales, siendo más comprometido en pacientes con enfermedad de la coronaria derecha; se ha asociado a un aumento de enzimas cardíacas en el postoperatorio, pero no se han identificado consecuencias clínicas de dichas pérdidas; barotrauma, incluso ruptura del seno y edema miocárdico.

Figura 3: Posibles causas de presión inadecuada según la vía de administración de la cardioplejia.

También se puede administrar simultáneamente anterógrada y retrógrada⁽⁶⁾ o bien combinadas⁽⁷⁾, y aportan una protección miocárdica superior que la correspondiente a cualquiera de las dos por separado.

Vía de administración	Presión alta	Presión baja
Cualquier vía	Línea clampada- por perfusionista/ cirujano	Fuga del sistema, perfusionista/ cirujano
Anterógrada indirecta	Cánula falsa luz; placa ateroma	Luxación cardica IAo
Anterógrada directa	Mal posición cánula-ostium	Pérdida por posición-tamaño cánula-ostium
Anterograda injertos	Acodado; anastomosis comprometida	“Buen vaso”
Retrógrada	Cánula excesivamente progresada	Cánula alojada en aurícula derecha

Fig. 3. Posibles causas de presión inadecuada según la vía de administración de la cardioplejia.

- **El ritmo de la administración de cardioplejia, puede ser de manera intermitente o continua**

De manera intermitente, la administración se realiza en varias dosis, que suelen ser: de inducción, tras el clampaje aórtico, de mantenimiento cada veinte minutos y una dosis de reperfusión antes de retirar el clamp aórtico. La frecuencia de administración se determina para mantener la asistolia y la temperatura miocárdica. Cada aplicación constituye un período de reperfusión, por lo que se debe seguir controlando la presión. En determinados casos se puede emplear solo una dosis (miocardio frío, clampaje corto y en enfermedad coronaria, no severa), pero en la mayoría se suele administrar varias dosis.

En caso de administrar la cardioplejia de forma continua, esta sería la forma más fisiológica de

protección miocárdica, pues se evitarían los efectos nocivos de la isquemia y la reperfusión. Pero está sujeta a una serie de complicaciones como: la dificultad en la visibilidad; frecuente hiperpotasemia; mayor hemodilución, según la proporción de cristaloide y posibilidad de lesión isquémica en caso de interrumpir la administración.

El sistema para administrar la cardioplejia, consta: de un intercambiador de temperatura, unos tubos que darán lugar a la proporción sangre/cristaloide y la solución de cardioplejia. Es necesario llevar un control de los parámetros más importantes: flujo y presión, volumen, tiempo de administración de la dosis e intervalo entre dosis, composición de las soluciones, temperatura, actividad electromecánica y niveles de potasio. También podría ser útil incluir un “cardio check list”, para reducir posibles fallos. Figura 4: Cardio check list.

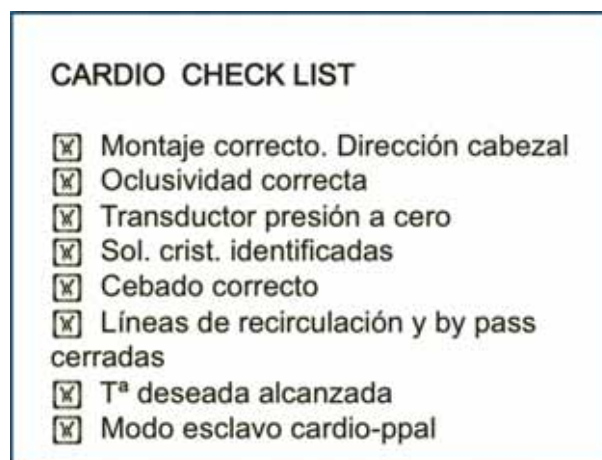


Fig. 4. Cardio check list.

Existen diferentes protocolos para administrar cardioplejia, que nacen de la combinación de todas las posibilidades mencionadas anteriormente: cardioplejia cristaloide, cardioplejia hemática inducción y mantenimiento fría reperfusión caliente, miniplejia, cardioplejia hemática inducción caliente/fría mantenimiento frío reperfusión caliente, cardioplejia hemática continua caliente, cardioplejia hemática continua templada. De todos ellos, especificar la miniplejia: consiste en la administración de sangre a la temperatura sistémica del paciente, a la que se le añade directamente potasio y magnesio. En muchos centros la utilizan de forma rutinaria y en otros la utilizan asociada a los sistemas de minicircuitos.

Protección miocárdica en otras situaciones: cirugía coronaria sin cec, en este caso la protección miocárdica escapa del control del perfusionista. Reoperaciones con injerto mamario permeable, que si no lo pudieran clampar, estaría indicado aumentar la hipotermia y administrar mayor número de dosis e incluso algunos autores hablan de parada fibrilatoria hipotérmica. Cirugía port access, es necesario un entrenamiento más específico debido a las diferencias con respecto a una cirugía estándar, pues solo una parte del corazón está expuesta. La cirugía pediátrica todavía precisa una atención especial por el tipo de patología y miocardio inmaduro.

Para evaluar las diferentes técnicas de protección miocárdica, están descritos los siguientes criterios: criterios clínicos referentes a la morbimortalidad: incidencia de infarto agudo de miocardio, utilización de inotrópicos, fracción de eyección poscirugía; marcadores metabólicos indicadores de daño miocárdico: cuantificación de proteínas de daño miocárdico, concentración de lactato en seno coronario, marcadores de reacción inflamatoria, cuantificación de fosfatos con resonancia nuclear magnética multinúcleo y en último extremo criterios histológicos: biopsia de tejido miocárdico.

Conclusión

Una vez descritas las distintas técnicas de protección miocárdica, ¿cuál elegimos? cristaloides o hemática, fría o caliente, anterógrada o retrógrada, continua o intermitente. No se trata de tomar una posición rígida en un extremo u otro; sino, en conocer e incorporar a nuestra práctica diaria todas las posibilidades técnicas existentes para poder adaptarnos a las circunstancias clínicas concretas de un paciente, junto con la técnica quirúrgica. Teniendo en cuenta a la hora de elegir la técnica de protección miocárdica, el paciente (patología y estado clínico) y la técnica quirúrgica.

Podemos sacar como conclusión, que una estrategia adecuada de protección miocárdica comprende intervenciones: antes, durante y después de la

isquemia miocárdica. El pilar básico es el equilibrio entre el aporte y la demanda. Debemos intentar en la medida de lo posible personalizar la técnica. Y como en cualquier técnica hacer el menor daño posible. En cuanto a la bibliografía revisada, los estudios realizados concluyen en que no existe evidencia científica como tal, en cuanto a las técnicas a utilizar.

Bibliografía

1. Appleyard R F, Cohn L H. Myocardial stunning and reperfusion injury in cardiac surgery. *J Card Surg.* 8(Suppl): 316, 1993.
 2. Caputo M, Dihmis WC, Bryan AJ, et al. Warm blood hyperkalemic reperfusion ("hot shot") prevents myocardial substrate derangement in patients undergoing coronary artery by pass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998;91:888-895.
 3. Okamoto F, Allen BS, Buckberg GD, et al. Studies of controlled reperfusion after ischemia. XIV. Reperfusion conditions: Importance of ensuring gentle versus sudden reperfusion during relief of coronary occlusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:913-620.
 4. Julia PL, Buckberg GD, Acar C, et al. Studies of controlled reperfusion after ischemia. XXI. Reperfusate composition: Superiority of blood cardioplegia over crystalloid cardioplegia in limiting reperfusion damage-Importance of endogenous oxygen free radical scavengers in red blood cells. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 101:303-313.
 5. Mentzer RM, Jhania MS, Lasley RD. Myocardial protection. En: Cohn E (ed). *Cardiac surgery in the adult.* 3ª ed. McGraw-Hill; 2008.p.443-463.
 6. Ihnken K, Morita K, Buckberg GD, Aharon A, Laks H, Beyersdorf F, Salerno TA. Simultaneous arterial and coronary sinus cardioplegic perfusion: an experimental and clinical study. *Thorac Cardiovascular Surg.* 1994 Jun; 42(3):141-7
 - Shirai T, Rao V, Weisel RD, Ikonomidis JS, Hayashida N, Ivanov J, Carson S, Mohabeer MK, Mickle DA. Antegrade and retrograde cardioplegia: alternate or simultaneous? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1996 Sep; 112(3): 787-96.
 7. Partington MT, Acar C, Buckberg GD, et al. Studies of retrograde cardioplegia. II. Advantages of antegrade/retrograde cardioplegia to optimize distribution in jeopardized myocardium. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1989;97:613-622.
- Frederick A. Hensley, Donald E. Martin, Gn P. Gravlee. *Anestesia Cardiaca.* Ed. Marbán 591-609 Madrid 2004.
 - Carmen Gomar, Mª Teresa Mata, Jose Luis Pomar. *Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea.* 2ª Edición. Ed. Ergón. Madrid 2012.



Estrategias de hemofiltración en CEC

Repercusiones de la técnica sobre la evolución clínica durante la estancia postoperatoria en UCI

Paula P. Burgos Morales*, María Alejandre Leyva**, María Bonet Majó**, Raquel Blázquez Hernández***, Lorena Carballo Rodríguez****, Paloma Orozco Ibarra****

*DUE Perfusionista. Hospital Universitario Montepríncipe. Madrid

**DUE Perfusionista. Hospital Universitario La Paz. Madrid

***DUE Perfusionista. Hospital Universitario Clínico San Carlos. Madrid

****DUE Perfusionista. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Trabajo investigación Segundo Máster
"Técnicas de Perfusion y Oxigenación
extracorpórea"

Resumen

Justificación:

La introducción de sistemas de ultrafiltración en el circuito de CEC se contempla como una alternativa accesible que palia el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica y minimiza los daños por isquemia-reperusión, redundando en una mejor preservación de la función orgánica global y favoreciendo la evolución clínica de los pacientes.

Material y métodos:

Estudio observacional, analítico, retrospectivo, longitudinal en el que se compara la evolución clínica en UCI de 42 pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva y programada con CEC en las Unidades de Cirugía Cardíaca del HULP (n=11), donde no se empleó ninguna técnica de ultrafiltración; el HUDO (n=7) y el HUCSC (n=12), donde solo se realizó ultrafiltración convencional; y el HMM (n=12), donde se aplicaron ultrafiltración convencional y modificada combinadas. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS® 20.0. Para el análisis estadístico, se aplicó el test de Kruskal-Wallis, definiendo significación estadística con $p < 0,05$.

Resultados:

Los pacientes que fueron sometidos a ambas

técnicas combinadas, presentaron hematocritos y débitos urinarios superiores que aquellos en los que solo se aplicó una o ninguna. El tiempo de ventilación mecánica fue inferior también para los sujetos de este grupo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas respecto al débito urinario postoperatorio entre grupos.

Discusión:

La heterogeneidad de los grupos y la variabilidad en la ejecución de las técnicas desde un abordaje multicéntrico, imponen la necesidad del diseño de estudios aleatorizados para poder analizar convenientemente los resultados descritos en el presente trabajo, constituyendo éste un valioso punto de partida para el planteamiento de futuras investigaciones.

Palabras clave: Hemofiltración, ultrafiltración, cirugía cardíaca, circulación extracorpórea, derivación cardiopulmonar.

HULP: Hospital Universitario La Paz, Madrid.

HUDO: Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid.

HUCSC: Hospital Universitario Clínico San Carlos, Madrid.

HMM: Hospital Universitario Montepríncipe, Madrid.

Summary

Justification:

The introduction of ultrafiltration in the CPB circuit is seen as an accessible alternative that alleviates the systemic inflammatory response syndrome and minimizes ischemia-reperfusion injury, resulting in better preservation of overall organ function and can provide a clear clinical benefit on ICU evolution of patients.

Material and methods:

Observational, analytical, retrospective, longitudinal study, comparing outcome in ICU of 42 patients undergoing elective cardiac surgery with CPB scheduled in Cardiac Surgery Units of LPUH (n = 11), where no was used no ultrafiltration technique; in DOUH (n = 7) and CSCUH (n = 12), where only conventional ultrafiltration was performed; and in

the MMH (n = 12), where applied combined conventional and modified ultrafiltration. Data were processed with SPSS® 20.0. For statistical analysis, we applied the Kruskal-Wallis Test, defining statistical significance at $p < 0.05$.

Results:

Patients who underwent both techniques combined, had higher hematocrit and urinary debits than those in which only one or none was applied. The duration of mechanical ventilation was also lower for subjects in this group. No statistically significant differences regarding postoperative urine output between groups.

Discussion:

The heterogeneity of the groups and the variability in the execution of techniques from a multicenter approach, imposing the need for randomized design to analyze conveniently the results described in this work, making this a valuable starting point for the planning of future research.

Key words: Hemofiltration, ultrafiltration, cardiac surgery, extracorporeal circulation, cardiopulmonary bypass.

LPUH: La Paz University Hospital, Madrid.

DOUH: Doce de Octubre University Hospital, Madrid.

SCCUH: San Carlos Clinical University Hospital, Madrid.

MMH: Montepíncipe Hospital, Madrid.

1. Introducción

1.1. Cirugía cardíaca y circulación extracorpórea: Retrospectiva histórica

El 29 de noviembre de 1944, en un quirófano del Hospital Universitario Johns Hopkins en Maryland, EEUU, el equipo integrado por el cirujano Alfred Blalock, junto con sus asistentes, Vivien Thomas, Bill Longmire y Denton Cooley y la cardióloga pediatra Helen Taussig, realizó la primera fístula sistémico-pulmonar practicando una anastomosis terminolateral entre la arteria subclavia izquierda y la arteria pulmonar izquierda, posibilitando la supervivencia a un niño aquejado del “síndrome del bebé azul”... y sentando las bases de la era moderna de la cirugía cardíaca⁽¹⁾.

Aunque aún en la actualidad muchos pacientes con complejos defectos cardíacos siguen beneficiándose de los principios de la cirugía de Blalock-Thomas-Taussig, la comunidad científica de la época se percató pronto de las limitaciones de la técnica, de abordaje extracardiaco y corte paliativo, y comenzó a considerar la necesidad de realizar una cardiotoromía para practicar otras reparaciones bajo visión directa, lo que constituía un reto no exento de complicaciones.

Las extensas investigaciones en el laboratorio de experimentación animal de Wilfred Bigelow permitirían algunos años más tarde el desafío: la inducción controlada de hipotermia permitía la interrupción de la circulación durante algunos minutos al disminuir las demandas metabólicas del organismo. F. John Lewis trabajaría también en esta línea de estudio hasta realizar con éxito, el 2 de

septiembre de 1952, la primera cirugía “a corazón abierto” en humanos.

No obstante, operar en tiempos tan limitados constituía una barrera, a priori infranqueable, para poder reparar defectos más complejos. Sustituir temporalmente la función del corazón y el pulmón para proveer un campo quirúrgico accesible exigía tener en cuenta varias consideraciones preliminares: en primer lugar, era necesario encontrar un método seguro de anticoagulación que ofreciera cobertura durante todo el tiempo quirúrgico; la propulsión de la sangre debía hacerse en condiciones de mínimo traumatismo celular; y por último, se hacía imprescindible introducir un sistema capaz de oxigenar la sangre y eliminar el dióxido de carbono mientras el corazón y los pulmones se mantuvieran en reposo. Los dos primeros requerimientos fueron solucionados rápidamente: la heparina y la protamina estuvieron pronto disponibles en el mercado y existían ya numerosos dispositivos en la industria que se aceptarían como base para el diseño de bombas. Sin embargo, desarrollar un oxigenador artificial “óptimo” costó alrededor de 40 años de intensa investigación y comprometidos resultados con tasas de mortalidad, inicialmente, poco aceptables.

En busca del acto quirúrgico excelente y seguro para el paciente, C.W. Lillehei propondría la técnica de la circulación cruzada controlada, mientras Dennis, Gibbon y otros cirujanos que pudieron acceder a las nuevas tecnologías disponibles en la década de los 50, desarrollarían las primeras máquinas de *bypass* cardiopulmonar (BCP). Aunque el concepto y los objetivos que subyacían a los distintos plan-

teamientos eran los mismos, la técnica de Lillehei quedaría pronto reservada para los pacientes de alto riesgo. Desde 1955, la máquina corazón-pulmón se convertiría en el método de soporte a la cirugía intracardiaca más aceptado⁽²⁾, como constatarían los extensos y exitosos resultados de series como la que presentara Kirklin en 1958, utilizando la máquina que diseñara Gibbon, con algunas modificaciones.

Desde entonces, el desarrollo de mejores oxigenadores, la incorporación de nuevas técnicas quirúrgicas y de perfusión y los avances en cardiología, entre otras tantas mejoras, han provocado una reducción drástica en la mortalidad quirúrgica hasta tasas mínimas, insospechadas hace solo medio siglo por sus precursores, posibilitando la supervivencia de millones de personas que siguen beneficiándose de tamaño esfuerzo.

1.2. Efectos secundarios de la técnica y estrategias para prevenir el daño

A pesar de la accesibilidad científica y tecnológica que caracteriza nuestro contexto socio-histórico, y superadas algunas de las limitaciones impuestas por la prolongada curva de aprendizaje que exige cualquier proceso de elevada complejidad, en la actualidad, todos los profesionales que formamos parte del equipo interdisciplinar que atiende a los pacientes con patología cardíaca somos sensibles a los efectos deletéreos, nada desdeñables, que acarrea la circulación extracorpórea (CEC).

La CEC, como rutina indispensable para la realización de numerosos procedimientos de cirugía cardíaca, añade riesgos y amplifica la magnitud de la agresión que supone el propio acto quirúrgico, al provocar múltiples alteraciones en la homeostasia del organismo^(3,5). En los últimos años se han incorporado nuevas estrategias con objeto de minimizar los efectos perjudiciales de la CEC, destacando el empleo de circuitos de reducido tamaño con recubrimientos biocompatibles a los que se incorporan distintos sistemas de seguridad (filtros, válvulas de presión, sensores de nivel y de temperatura, dispositivos de monitorización, etc.)⁽⁶⁾; el desarrollo de protocolos de perfusión que contemplan peculiaridades sobre técnicas de cebado y hemodilución controlada, el manejo del equilibrio ácido-básico y la hipotermia, el control de la heparinización-protaminización, técnicas de ahorro de sangre y terapias transfusionales dirigidas; abordajes quirúrgicos menos agresivos con tiempos de *bypass*

y clampaje aórtico restringidos, que consideran recientes aportaciones en el campo de la protección miocárdica, cerebral o espinal; o nuevos enfoques terapéuticos en anestesia, medicina intensiva y demás disciplinas implicadas; entre otras disposiciones adoptadas.

El uso de BCP induce una respuesta inflamatoria aguda inespecífica^(7,13) cuyos mecanismos fisiopatológicos no son todavía completamente conocidos. Numerosos estudios demuestran que el desarrollo de esta entidad tiene una etiología multifactorial en la que parecen estar implicados el trauma quirúrgico, la exposición de la sangre a superficies artificiales, la hemodilución, la hipotermia, la hemorragia, la transfusión de sangre y otros componentes sanguíneos y todos los cambios hemodinámicos derivados del síndrome de isquemia-reperusión y la endotoxemia.

Si bien la implementación de todos los progresos acumulados en la aplicación de la técnica al proceso ha reducido notablemente las comorbilidades asociadas a la CEC, provocando una reducción drástica en las tasas de mortalidad que la cirugía cardíaca arrojaba antaño, en el recién estrenado siglo XXI, cirujanos, anestesistas y perfusionistas continuamos enfrentándonos cada día a problemas todavía no resueltos y a nuevos desafíos que retan los resultados de nuestro trabajo; que exigen una práctica clínica basada en la estricta evidencia científica que garantice una asistencia segura, y de calidad.

Como expresión de esta compleja dinámica, la introducción de sistemas de hemofiltración en el circuito de CEC se contempla como una alternativa accesible que palió el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica y minimiza los daños por isquemia-reperusión, redundando en una mejor preservación de la función orgánica global y favoreciendo la evolución clínica de los pacientes.

2. Justificación

2.1. Hemofiltración en CEC: un recurso poco explotado

Las técnicas de hemodiálisis y hemofiltración en CEC fueron descritas por Soffer et al⁽¹⁴⁾ y Darup et al⁽¹⁵⁾, respectivamente, hace más de 30 años como estrategias eficaces para manejar el balance de fluidos en el contexto de perfusiones de larga duración y en pacientes de alto riesgo con daño renal crónico. En el caso de la hemodiálisis, se hacía necesario el empleo de una solución dializante y los resultados del procedimiento dependían del gradiente de concentración de solutos a través de la membrana

dializadora. La fuerza conductora en hemofiltración, sin embargo, se garantiza únicamente por el gradiente de presión a ambos lados de la membrana del filtro, determinado por la presión positiva que se aplica al flujo de sangre en la línea arterial del circuito y la presión negativa que es producto de las resistencias de la membrana porosa interpuesta para hemofiltrar, imitando el proceso fisiológico que ocurre a nivel glomerular en los riñones⁽¹⁶⁾.

En nuestros días, la cirugía cardíaca continúa, por otro lado, liderando el consumo de productos sanguíneos, contra el ideal de prevenir en lo posible la transfusión de hemoderivados, intervención cuyos efectos sobre morbilidad y mortalidad a corto y medio plazo han quedado sobradamente demostrados^(17,18). Contribuyen al problema las pérdidas sanguíneas perioperatorias y la hemodilución que provoca el cebado del circuito de CEC. Parece sensato, por tanto, aunar esfuerzos para optimizar en lo posible todas las estrategias dirigidas a la conservación de la sangre y a manejar convenientemente el balance de fluidos en los procedimientos quirúrgicos que exigen circulación extracorpórea.

2.2. Principios básicos de la ultrafiltración

La ultrafiltración es un proceso convectivo que opera bajo el principio de la separación selectiva del agua plasmática y solutos de bajo peso molecular del componente celular y proteico del espacio intravascular a través de una membrana semipermeable.

La diferencia de presión hidrostática que se presenta a través de la membrana, o presión transmembrana (PTM), provee la fuerza de empuje para la ultrafiltración. La PTM es una función del promedio de presión de la sangre que pasa por el sistema más la presión negativa del lado por donde fluye el líquido, y puede ser expresada por la ecuación:

$$PTM = \frac{Pa + Pv + Ps}{2}$$

Donde Pa es la presión en el lado de entrada de la sangre; Pv es la presión en el lado de salida de la sangre; y Ps es la presión negativa en el lado de salida del ultrafiltrado.

Otra importante característica que determina el funcionamiento de estos dispositivos es el coeficiente de ultrafiltración (Uc), que constituye una cualidad intrínseca de cada modelo y/o de la marca de hemofiltro. Este coeficiente está determinado por el tipo de membrana usado en el diseño del dispositivo

y es una función del número de poros por unidad de área, el diámetro de los poros, y la longitud de los poros desde el lado sanguíneo hasta el lado efluente del sistema. El número y tamaño de los poros determina globalmente la porosidad del sistema, y la longitud de los poros es proporcional a la resistencia del flujo del ultrafiltrado.

La tasa de remoción del líquido (Qf) de la tasa de ultrafiltración puede ser expresada como:

$$Qf = Uc \times PTM \times IP$$

Donde IP es la presión coloidosmótica (PCO).

La limitación al Qf se define por cuatro variables: la PCO, el hematocrito, la PTM y el flujo sanguíneo (FS) a través del dispositivo. La limitación impuesta por la relación entre la PTM y el FS es llamada el efecto "plateauing". Este efecto describe la relación inversa entre una excesiva PTM y cualquier FS y Qf dado. El fenómeno se atribuye a la acumulación de las proteínas del plasma en los poros de la membrana.

Otra importante característica de la hemofiltración es la tasa de remoción de cada soluto en particular. El determinante primario de la remoción del soluto es el tamaño del soluto concreto y el tamaño del poro del hemofiltro en uso. Se denomina coeficiente de "sieving", y se expresa en la relación entre la concentración de un determinado soluto en el plasma y en el ultrafiltrado. La tasa de remoción de soluto dependerá también de otros factores, como su unión a proteínas o la interacción del mismo con la membrana, entre otros.

En términos generales, la ultrafiltración constituye un recurso terapéutico seguro y necesario en cirugía cardíaca para el manejo de la sobrecarga de volumen y la hemodilución que se producen en el paciente como condiciones inherentes al cebado del circuito de derivación cardiopulmonar y, además, contribuye a la eliminación de sustancias responsables de la respuesta inflamatoria sistémica que acompaña al proceso.

2.3. Estrategias de ultrafiltración en CEC

En los últimos años, el diseño y comercialización de dispositivos con tecnología de fibra hueca de alto rendimiento y biocompatibilidad óptima, económica y tecnológicamente accesibles, han posibilitado el desarrollo de las distintas estrategias de ultrafiltración en el marco de la cirugía cardíaca practicada con circulación extracorpórea.

La diferencia fundamental entre las dos principales técnicas que se llevan a cabo, la ultrafiltración convencional (CUF) y la ultrafiltración modificada (MUF), reside en que con la primera, que se realiza mientras la derivación cardiopulmonar está instaurada y, más comúnmente, durante la fase de recalentamiento del enfermo, se ultrafiltra el volumen del circuito, que se toma del reservorio de cardiectomía (Figura 1).

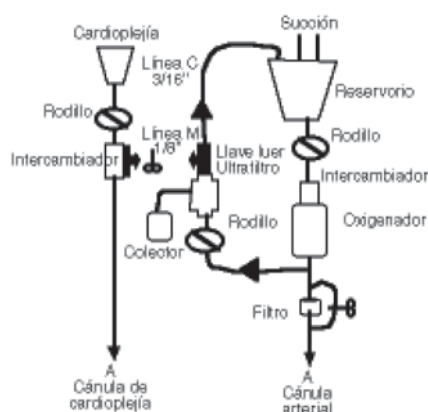


Fig. 1. Circuito de ultrafiltración convencional.

Con la MUF, que se lleva a cabo una vez finalizada la CEC, la sangre proviene de la cánula aórtica, se filtra y concentra en el dispositivo seleccionado y se devuelve por vía venosa, ejerciendo sus efectos directamente sobre el paciente (Figura 2).

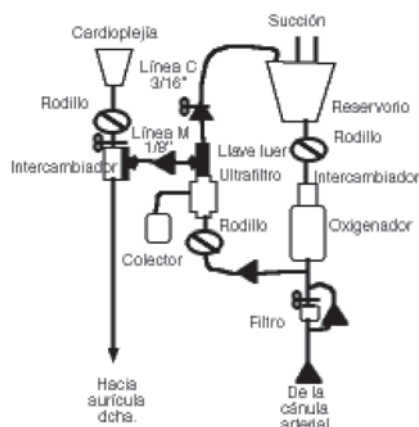


Fig. 2. Circuito de ultrafiltración modificada.

Aunque la técnica de la ultrafiltración convencional durante la CEC ha sido aceptada y su uso se ha extendido a la práctica totalidad de los equipos quirúrgicos, propuestas más recientes como la ul-

trafiltración modificada introducida por Naik, Knight y Elliot^(19,20) en cirugía pediátrica, aun demostrando su eficacia a propósito de su incorporación también en población adulta, como avalan numerosas publicaciones en la última década^(21,24), no ha gozado de la misma aceptación en nuestro país, siendo practicada solo por algunos grupos que no han podido demostrar las ventajas de la técnica sobre el proceder convencional⁽²⁵⁾.

Habitualmente, la sangre residual que queda contenida en el circuito de CEC se desecha o se recupera solo parcialmente por múltiples razones, como que se encuentra excesivamente diluida y que contiene mediadores inflamatorios y plaquetas disfuncionantes que pueden afectar posteriormente la coagulación global del paciente^(26,27).

Publicaciones recientes han evidenciado que los efectos deletéreos que la CEC provoca sobre las plaquetas y otros factores de la coagulación son temporales y reversiones unas horas después de la cirugía⁽²⁸⁾, y existe ya abundante bibliografía que soporta la eficacia y seguridad de los hemoconcentradores y otros dispositivos de que disponemos en el mercado para solventar la hemodilución y remover mediadores inflamatorios^(29,35).

En la investigación que presentamos a continuación, nos ocupa el estudio del impacto que ambas técnicas tienen sobre la evolución temprana de la población adulta sometida a cirugía cardíaca electiva con CEC.

3. Material y métodos

3.1. Diseño del estudio

Tras la aprobación del protocolo de investigación por las autoridades competentes de las respectivas instituciones, se diseñó un estudio observacional, analítico, retrospectivo y longitudinal sobre 42 pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva y programada con CEC en las Unidades de Cirugía Cardíaca de los cuatro centros participantes: Hospital Universitario La Paz (HULP) (n=11); Hospital Universitario Doce de Octubre (HUDO) (n=7); Hospital Universitario Clínico San Carlos (HUCSC) (n=12); Hospital Universitario Montepíncipe (HMM) (n=12); sitios en la Comunidad Autónoma de Madrid, España.

3.2. Pacientes

El muestreo fue intencional o de conveniencia sobre la población constituida por todos los pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca electiva y programada con CEC en las Unidades de Cirugía Cardíaca de los centros mencionados (HULP, HUDO,

HUCSC, HMM), entre enero de 2013 y abril de 2013.

Los criterios de exclusión que se emplearon, fueron: Edad \leq 75 años, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, insuficiencia renal crónica (niveles de creatinina sérica basales $>$ 1.2 mg/dl) o coagulopatía. Hematocrito basal $<$ 30%, recuento plaquetario basal $<$ 150000 U/ml. Estado crítico pre-quirúrgico o cirugía urgente.

3.3. Protocolo de recogida de datos

Se diseñó gráfica *ad hoc* para abordar el trabajo de campo, con intención de unificar criterios de recogida de datos entre los miembros del equipo. La información de interés fue recogida mediante la revisión de las historias clínicas de los sujetos seleccionados, específicamente de los registros de anestesia, perfusión, y enfermería de UCI.

3.4. Tratamiento anestésico, procedimiento quirúrgico y estrategia de perfusión

La inducción anestésica se realizó con la administración combinada intravenosa de propofol, midazolam, fentanilo o etomidato y se mantuvo con sevoflurano (2%), en el grupo de HMM, y con administración discontinua de fentanilo y pancuronio, en el resto de los grupos en estudio.

La monitorización incluyó en todos los casos ECG, PA invasiva, PVC, pulsioximetría, T^a nasofaríngea, determinaciones analíticas periódicas según el protocolo de cada centro y ecocardiografía transesofágica (ETE) continua. La SatO₂ cerebral fue monitorizada sólo en HMM.

Para el cebado del circuito utilizamos una media de 1350 ml de solución cristaloide de distinta composición, según el protocolo de cada centro, como se señala en la Tabla I.

La perfusión se realizó con técnica no pulsátil y bomba de rodillo en todos los casos. Los recursos tecnológicos de cada centro se resumen en la Tabla II.

En todos los grupos los sujetos recibieron una dosis de heparina sódica de 3 mg/kg de peso para conseguir una anticoagulación suficiente antes de la canulación (TCA $>$ 400 seg). Se trabajó con estrategia -stat para el manejo del equilibrio ácido-básico bajo hipotermia inducida en grado variable, entre 29 y 35.5 °C. Los flujos de perfusión se mantuvieron entre 1,6-2,4 l/min/m², asegurando presiones arteriales medias (PAM) superiores a 50 mmHg. Para provocar la parada electromecánica, en HULP, HUDO y HUCSC se infundió cardioplejia hemática (4:1) por vía anterógrada y/o retrógrada, y los sujetos de HMM recibieron cardioplejia cristaloide anterógrada en dosis única. Finalizada la técnica quirúrgica, se realizó la neutralización de la heparina, según curva de dosis-respuesta de Bull, con sulfato de protamina. Se administró media dosis adicional del preparado si a los 10 minutos de la primera administración cuando persistió una hemorragia intravascular intensa, no se visualizó la formación de coágulos estables o el TCA excedió en más del 10% su valor respecto a los niveles basales.

Para abandonar la CEC, se utilizaron drogas vasopresoras e inotrópicas según protocolo de anestesia de cada centro, a mencionar los criterios más comúnmente compartidos: FEVI $<$ 40%, tiempo de CEC $>$ 120 minutos, IC $<$ 2 L/min/m², o evidencia de disfunción ventricular de nueva aparición evidenciada por ETE.

Aún en quirófano, los sujetos fueron transfundidos con concentrado de hematíes (CH) en presencia de hemorragia persistente hasta conseguir unos va-

HULP	HUDO	HUCSC	HMM
Ringer® Lactato 500 ml	Voloven® 500 ml	SSF 1000 ml	Isofundin® 500 ml
Voloven® 500 ml	Plasmalyte® 500 ml	Manitol® 20% 250 ml	Gelafundina® 500 ml
Venofusin® 250 ml	Manitol® 20% 250 ml	HCO ₃ Na 1/6M 250 ml	Manitol 20% 250 ml
Manitol® 20% 250 ml	Heparina sódica 100	Metilprednisolona 500 mg	HCO ₃ Na 1M 40 ml
Heparina sódica 50 mg	mg	Heparina sódica 50 mg	Heparina 30 mg

TABLA I. Soluciones de cebado empleadas en los centros participantes.

	HULP	HUDO	HUCSC	HMM
BOMBA	Terumo® Sarns 8000 Maquet® Jostra HL 20	Terumo® Sarns 9000 Maquet® Jostra HL 20	Stöckert-Shiley® S3	Maquet® Jostra HL 30
INTERCAMBIADOR TÉRMICO	Stöckert® 3T Maquet HCU 30	Terumo® Sarns TCM III	Stöckert® 3T	Medtronic® Biocal 370
OXIGENADOR	Maquet Quadrox® Adult	Terumo Capiox® SX25	Sorin® Synthesis	Maquet Quadrox® i-Small Adult
FILTRO ARTERIAL	NO	Integrado	Integrado	Integrado
CARDIOPLEJIA	Medtronic® MYOtherm XP	Terumo Capiox® CP50	Sorin® CSC14/BCD	Arrow®

Los dispositivos de hemofiltración utilizados se describen más adelante.

TABLA II. Recursos tecnológicos por centros.

lores de Hb > 10 g/dl, en el caso de los pacientes de HMM, no siendo así en el resto de los grupos en estudio, que toleraron valores de Hb inferiores sin recurrir a la transfusión; con plaquetas, ante hemorragia persistente, pobre formación de coágulos tras la protaminización, o recuento plaquetario < 80.000 U/ml, o con tiempos de CEC superiores a 120 min; y con plasma fresco congelado, ante hemorragia persistente, pobre formación de coágulos tras la protaminización o valores de INR > 1'5 U. El manejo de la hipotensión, con presiones de llenado cardiaco bajas e hipovolemia del VI visualizada con ETE, se realizó con soluciones cristaloides hasta la reversión del cuadro en todos los casos.

Todos los sujetos fueron trasladados a las respectivas Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), intubados y asistidos con ventilación manual con balón autoinflable y FiO₂ 100%, sedadoanalgesiadados con perfusión de propofol, remifentanilo, fentanilo y/o midazolam, en asociaciones variables.

El manejo postoperatorio del paciente fue acordado entre anestesistas, cirujanos e intensivistas. En condiciones de estabilidad hemodinámica y normotermia, y con débito < 100 ml/h recogido por los sistemas de drenaje, la sedación continua fue interrumpida para proceder a la extubación. El manejo farmacológico y la gestión de fluidos fueron realizados

bajo el criterio del facultativo responsable de la UCI.

3.5. Grupos de estudio. Definición de variables operacionales finales

3.5.1. Tipo de técnica de ultrafiltración empleada

La "técnica de ultrafiltración" constituye la variable independiente (factor) de nuestro estudio. Es una variable cualitativa con tres categorías:

"CUF": Ultrafiltración convencional. Al realizar esta técnica, durante la CEC, se pretende hemoconcentrar el contenido del circuito hasta eliminar el volumen empleado para el cebado del mismo, para lo que se conecta la entrada del hemofiltro a la línea arterial, post-filtro arterial, y la salida, al reservorio venoso. Iniciamos el procedimiento tras el clampaje aórtico, en condiciones de estabilidad hemodinámica, preferiblemente iniciada la fase de recalentamiento, y lo interrumpimos inmediatamente antes de abandonar la CEC, o antes, si concurrían condiciones de bajo nivel en el reservorio de cardiotorax que pudieran comprometer el relleno posterior de cavidades cardiacas para deaireación, estabilización y/o retirada de CEC. El proceso se realizó con las presiones de bomba conseguidas en el circuito a la entrada (400-500 mmHg, aproximadamente), sin incorporar un

rodillo adicional; y la presión de salida, se generó por el efecto sifón que provoca colocar la bolsa que recoge el efluente 80 cm por debajo del dispositivo de filtrado empleado, consiguiendo un ritmo de salida de ultrafiltrado variable entre 50-80 ml/min. Se incluyen en este valor los sujetos intervenidos en HUDO y HUCS.

“CUF+MUF”: Además de realizar CUF durante la CEC, se practica ultrafiltración modificada. Al realizar esta técnica se pretende hemoconcentrar al paciente, filtrando el contenido residual de sangre contenida en el circuito, al finalizar la CEC, hasta devolver al sujeto la totalidad del mencionado volumen, para lo que se mantiene la entrada del hemofiltro conectada a la línea arterial, post-filtro arterial, y la salida, se conecta, en nuestro caso, a una de las tres luces del catéter venoso central de 8 Fr colocado con técnica percutánea de Seldinger por el anestesista tras la inducción o, en defecto de disponibilidad de este acceso, a un catéter venoso periférico de 18 Fr. Iniciamos el procedimiento inmediatamente después de abandonar la CEC, en condiciones de estabilidad hemodinámica, provocando la presión de entrada al dispositivo con rodillo, manteniendo flujos de 300- 400 ml/min. La presión de salida se generó por el efecto sifón que provoca colocar la bolsa que recoge el efluente 80 cm por debajo del hemofiltro utilizado, consiguiendo un ritmo de salida de ultrafiltrado variable aproximado de 100 ml/min. Se compensó el “robo” de volumen provocada infundiendo simultáneamente volumen contenido en el reservorio de cardiotomía con el rodillo arterial a razón de 150-200 ml/min, según la tolerancia del

paciente. Para infundir filtrado el contenido del conjunto de tubos y el oxigenador, se utilizaron 500 ml de SSF como solución de “arrastré”, incorporándola al reservorio cuando éste contenía un nivel inferior a 100 ml de volumen residual post-CEC. A los 10-15 minutos de iniciada la técnica, se procedió a la retirada de la cánula arterial, y el volumen contenido en la línea arterial del circuito, el filtro arterial y el hemofiltro y sus líneas, también fue regresado, filtrado, al paciente. Finalizada la MUF, se neutraliza la heparina. Se incluyen en este valor los sujetos intervenidos en HMM.

“No MUF, No CUF”: Hacemos referencia en esta categoría a los sujetos a los que no les fue practicada ninguna estrategia de ultrafiltración durante la CEC, ni al término de la misma. Se incluyen en este valor los sujetos intervenidos en HULP.

Cabe mencionar que todos los dispositivos empleados para las distintas técnicas compartían las características de ser altamente biocompatibles, con membrana de fibra hueca de polisulfona (PSU) o poliarilétersulfona, polímeros termoplásticos de elevada resistencia y estabilidad mecánica, química y térmica. Las tasas de ultrafiltrado y los coeficientes de “*sieving*” para albúmina y vitamina B12 son similares, así como el volumen necesario para su cebado, la PTM máxima que soportan y los flujos que precisan para un rendimiento óptimo. Tampoco difieren significativamente en cuanto al diámetro de la pared de la fibra, no así con el área de superficie de membrana. Sus principales características se recogen en la Tabla III.

	HULP	HUDO	HUCSC	HMM
	NO CUF, NO MUF	CUF		CUF+MUF
HEMOFILTRO	–	Minntech® Bioline Diafilter D-30NR	Terumo Capiiox® CX-FHC11	Maquet® BC-60 plus
ÁREA MEMBRANA (m ²)	–	0,66	1,2	0,7
MATERIAL	–	PSU	PSU	Poliarilétersulfona
VOL. CEBADO (ml)	–	65	67	65
PTM MÁX. (mmHg)	–	500	500	500
PARED FIBRA (μ)	–	70	70	50

TABLA III. Hemoconcentradores.

3.5.2. Evolución clínica postoperatoria

La “evolución clínica postoperatoria” constituye la variable dependiente de nuestro estudio. Las variables cuantitativas que consideramos para la comparación entre grupos fueron:

“**HEMATOCRITO**” (Hto): El hematocrito es el porcentaje del volumen total de la sangre compuesta por glóbulos rojos. En la especie humana, a temperatura fisiológica (36,5 °C), se considera que valores de Hto del 40% son los óptimos para conseguir el máximo transporte de oxígeno a los tejidos y conservar el comportamiento hemorreológico. Interesa a nuestro estudio la recogida de esta variable y su evolución según el grado de hemodilución normovolémica inducida y la estrategia de ultrafiltración y hemoconcentración empleada en cada grupo. Las determinaciones fueron realizadas en los laboratorios clínicos de cada centro.

“**DÉBITO URINARIO**” (DU): El débito urinario es la relación que expresa el volumen de orina excretado por kg de peso y por unidad de tiempo. Se expresa en “cc/kg/h” y constituye un estimador válido de la función renal global. El fracaso renal agudo es una posible complicación del postoperatorio de la cirugía cardíaca y en las primeras 8 horas tras el insulto isquémico que supone en mayor o menor medida la CEC para los riñones, la oliguria (DU<0,5 cc/kg/h) es, en la práctica clínica, el signo precoz por excelencia que alarma sobre una probable disfunción renal o se expresa como la primera manifestación de insuficiencia renal aguda. Seleccionamos el DU en ausencia de parámetros bioquímicos más concretos, como el BUN o la creatinina, por no disponer de información al respecto de todos los sujetos de la muestra. Se monitorizó mediante sondaje vesical en todos los casos.

“**TIEMPO DE VENTILACIÓN MECÁNICA EN UCI**” (TVM): El órgano diana de la respuesta inflamatoria que induce la CEC es el pulmón. Al quedar interrumpidas la ventilación y la circulación pulmonar, todos los factores activados durante la CEC atraviesan la circulación pulmonar al reiniciar la ventilación. Los neutrófilos activados son secuestrados en los capilares pulmonares, produciendo liberación de radicales de oxígeno, citoquinas y proteasas, responsables de lesiones endoteliales, con aumento de la permeabilidad vascular, filtración de líquidos al intersticio y aumento de las resistencias vasculares pulmonares.

El tiempo de ventilación mecánica resulta una variable a considerar en nuestro estudio a la luz de la producción científica que en los últimos años se posiciona a favor de las técnicas de ultrafiltración intraoperatorias como estrategias para disminuir los mediadores inflamatorios. Se midió en horas.

“**TIEMPO DE ESTANCIA EN UCI**” (EUCI): En ocasiones los pacientes sometidos a cirugía cardíaca prolongan su estancia en UCI por complicaciones en el postoperatorio. La medicina moderna está enfocada hacia un manejo más eficiente de los recursos y hacia la disminución de los costos, sin que se afecte la calidad de la atención del paciente. La cirugía cardíaca es un procedimiento que consume una gran cantidad de recursos humanos y económicos, concentrándose sus gastos, principalmente, en el quirófano y la UCI. La duración de la estancia en UCI se ha utilizado en diversos estudios como medidor indirecto de los costos en cirugía cardíaca. En este estudio, recogimos el tiempo de estancia en UCI en horas para observar el impacto al respecto de las distintas de técnicas de ultrafiltración utilizadas.

3.6. Análisis estadístico

Los datos fueron procesados y analizados con el paquete estadístico SPSS® 20.0 (Statistical Package for Social Services) (SPSS, Inc.Chicago, IL). Los resultados aparecen expresados como media \pm desviación estándar en las variables cuantitativas, y como porcentajes en las variables categóricas. Para comparar los grupos (No CUF, no MUF; CUF; CUF+MUF) en cada una de las variables se llevó a cabo el Análisis de la varianza de un factor (ANOVA). Los resultados se consideraron estadísticamente significativos con un valor $F < 0,05$. Cuando la distribución de las variables en grupos fue normal, pero no pudo aplicarse el ANOVA por falta de homogeneidad de varianzas, se utilizó el test no paramétrico de contraste de hipótesis de Kruskal-Wallis, considerando los resultados estadísticamente significativos con $p < 0,05$.

4. Resultados

4.1. Características preoperatorias

De los 42 pacientes estudiados, el 40,5% fueron hombres, y el 59,5%, mujeres, encontrándose solo una proporción superior de hombres en el grupo del HULP. La edad media de los sujetos fue de 58,4 años, siendo los pacientes intervenidos en HMM los más longevos ($\bar{x}=61,6$), y los de HUDO, los más

jóvenes (\bar{x} 52,9). Las características antropométricas fueron homogéneas en los grupos, aunque los sujetos del HUCSC presentaron una media de superficie corporal inferior a los que conformaron el resto de las submuestras (1,63 m² vs 1,8 m²). Respecto a la presentación de antecedentes personales de interés, cabe mencionar que un 19% de la muestra presentaba un IMC > 30 kg/m² (obesos); el 42,9% había sido diagnosticado de hipertensión arterial; el 26,2%, tenía diabetes mellitus de algún tipo; y el 16,7%, ya habían sido sometidos a un procedimiento de cirugía cardiaca. Respecto al diagnóstico que indicó la cirugía, la Estenosis Aórtica Severa (EAO) fue la patología de mayor prevalencia en la muestra total, seguida de la Insuficiencia Mitral Severa (IM). Como información a considerar para el análisis posterior, los pacientes del grupo que no practicó ninguna técnica de ultrafiltración presentaron valores basales de Hb de 14,4±1,9 gr/dl y Hto de 44,4±4,7 %. En el grupo que aplicó CUF aislada, los valores medios fueron de 12±1,2 gr/dl de Hb y 35,9±3,6 de Hto. La

media de estas variables para el grupo que empleó ambas estrategias fue de 12,3 gr/dl de Hb y 37,1 gr/dl de Hto.

4.2. Características intraoperatorias

Respecto al procedimiento quirúrgico realizado a los sujetos en estudio, se señala en las Figuras 3-6, con especificación de la frecuencia observada para cada técnica y centro.

El equipo quirúrgico que más tiempo de circulación extracorpórea y clampaje aórtico consumió fue el de HULP; el que menos, el de HMM, como se concreta en la Tabla IV.

Como "entradas de fluidos" se consideraron el volumen total utilizado por el equipo de anestesia, y el volumen total de cristaloides empleado por el perfusionista (cebado, soluciones incorporadas al reservorio durante la CEC y porción cristaloides empleada en la cardioplejia). Las medias de fluidos de entrada que se utilizaron se especifican, por grupos, en la Tabla V.

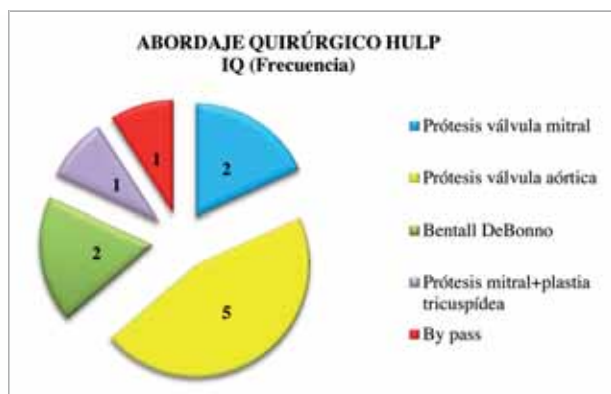


Fig. 3. Frecuencia de procedimiento quirúrgico HULP (n=11).

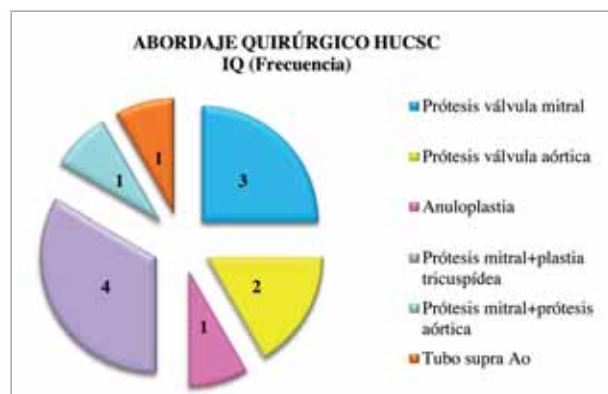


Fig. 4. Frecuencia de procedimiento quirúrgico HUCSC (n=12).



Fig. 5. Frecuencia de procedimiento quirúrgico HUDO (n=7).

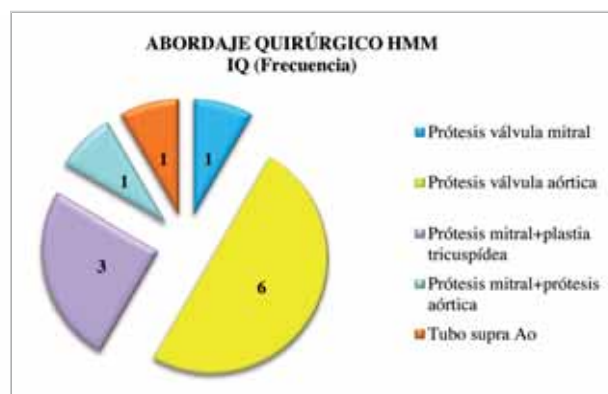


Fig. 6. Frecuencia de procedimiento quirúrgico HMM (n=12).

Hospital		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
HULP	CEC (min)	11	75	196	125,45	43,330
	CLAMP (min)	11	53	172	96,36	40,864
HUCSC	CEC (min)	12	55	145	96,25	30,350
	CLAMP (min)	12	40	101	68,50	19,788
HUDO	CEC (min)	7	54	183	107,71	48,924
	CLAMP (min)	7	42	163	92,71	47,017
HMM	CEC (min)	12	46	109	72,58	22,769
	CLAMP (min)	12	32	93	52,50	19,010

TABLA IV. Tiempos de CEC y clampaje aórtico por centros.

Nos interesó, igualmente, describir comparativamente el grado de hemodilución observado en nuestra población de estudio según el tipo de cardioplejia empleado. Contra toda “creencia”, el equipo de HMM, a pesar de ser el único que utiliza cardioplejia cristaloides en dosis única, trabajó con valores mínimos de hemoglobina y hematocrito durante la perfusión (Tabla VI).

La “salida de fluidos” incluyó el débito urinario de los pacientes desde el sondaje vesical en quirófano hasta su traslado a UCI, y los egresos conseguidos con las distintas técnicas de ultrafiltración (Tabla VII). Los débitos urinarios más bajos fueron arrojados por los pacientes que recibieron CUF y MUF, aunque el balance global de fluidos se optimizó en este grupo por la menor infusión de soluciones del equipo de anestesia de HMM y porque las salidas de CUF fueron superiores (en este grupo la CUF se inicia tras el clampaje aórtico, y se mantiene hasta el final

del proceso, en condiciones de estabilidad hemodinámica del paciente y si el momento quirúrgico es favorable a la realización de la técnica).

Resulta llamativo que el grupo “No MUF, No CUF”, a pesar de ser aquel sobre cuyos sujetos se aplicó más volumen (entrada de fluidos) en quirófano, y no siendo el equipo que más transfundió, aunque sí el que mejores débitos urinarios consiguió durante la CEC, obtuviera valores de Hb/Hto post-CEC superiores a los recogidos en el grupo que practicó CUF aislada. Debemos mencionar, no obstante, que entre los pacientes seleccionados en el HULP, 4 de los 11 pacientes llegaron a quirófano con Hb > 15 gr/dl, frecuencia que no ocurrió en el resto de los grupos.

Nótese también, que en grupo en el que se combinaron ambas estrategias de ultrafiltración, los niveles de Hb/Hto post-CEC fueron superiores a los que obtuvieron los otros dos grupos, aun recibiendo en

TABLA III. Hemoconcentradores.

Técnica de ultrafiltración		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	ANESTESIA (ml)	11	1427,27	341,587
	CEBADO (ml)	11	1500,00	0,000
	PERFUSIÓN (ml)	11	177,27	276,915
	PORCIÓN CRISTALOIDE	11	548,64	210,595
	CARDIOPLEJIA (ml)			
CUF	ANESTESIA (ml)	19	1434,21	291,573
	CEBADO (ml)	19	1342,11	210,333
	PERFUSIÓN (ml)	19	786,84	465,428
	PORCIÓN CRISTALOIDE	19	452,11	180,849
	CARDIOPLEJIA (ml)			
CUF + MUF	ANESTESIA (ml)	12	933,33	126,730
	CEBADO (ml)	12	1300,00	0,000
	PERFUSIÓN (ml)	12	125,00	0,000
	PORCIÓN CRISTALOIDE	12	1120,00	0,000
	CARDIOPLEJIA (ml)			

TABLA V. Entradas de fluidos en quirófano según técnica de ultrafiltración.

Tipo de solución de cardioplejia infundida		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Hemática 4:1	Hb mínima CEC (gr/dl)	30	6,0	11,9	8,027	1,6936
	Hto mínimo CEC (%)	30	18,0	36,5	24,447	5,3266
Cristaloide	Hb mínima CEC (gr/dl)	12	7,2	10,8	8,500	1,1449
	Hto mínimo CEC (%)	12	23,0	31,1	26,150	2,8289

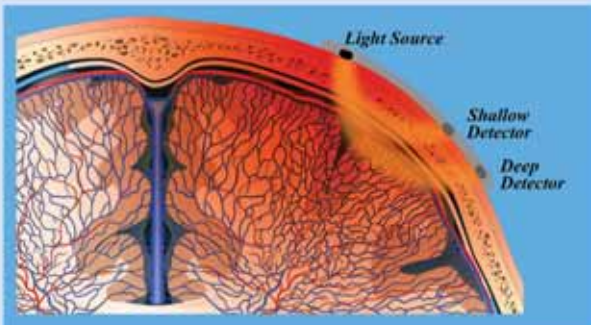
TABLA VI. Hemodilución según tipo de cardioplejia.



COVIDIEN



NIRS & INVOS™: Reflejando el color de la vida



- No invasivo
- Oximetría cerebral y somática a tiempo real
- Mide el equilibrio entre la demanda y el consumo de oxígeno
- Inmediata capacidad de respuesta y sencillas intervenciones

™ Invos es una marca registrada de Somanetics Corporation. Covidien es el representante autorizado de Somanetics en Canadá, Europa, Oriente Medio y África.

COVIDIEN, COVIDIEN con logotipo son marcas registradas de COVIDIEN AG o subsidiarias
© 2008 Covidien AG o subsidiarias. Todos los derechos reservados.

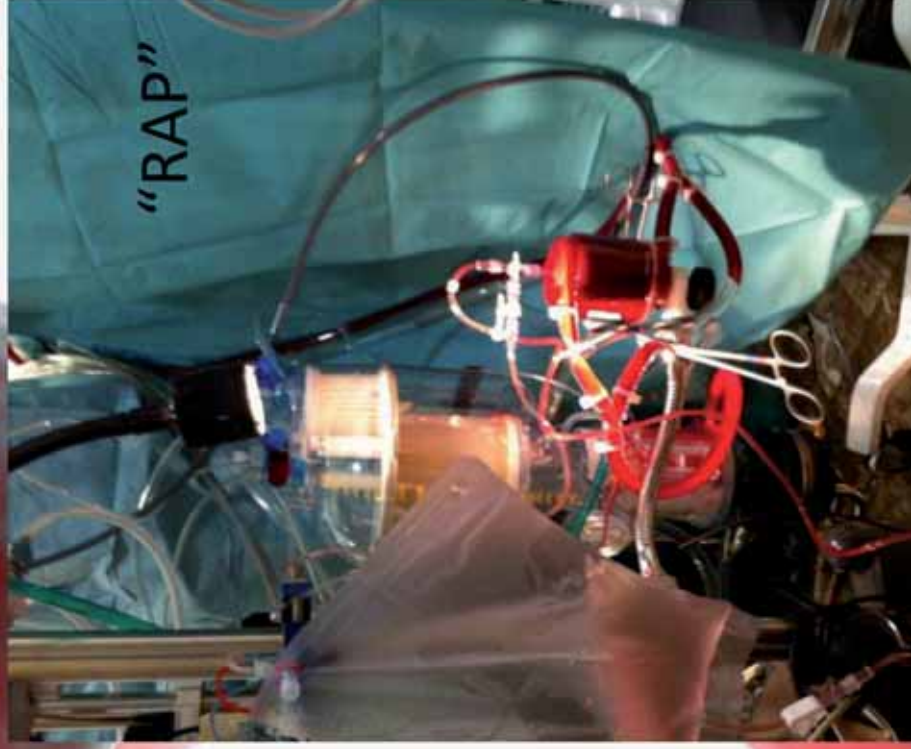
APLICACIÓN DE UN PAQUETE DE MEDIDAS ENCAMINADAS HACIA EL AHORRO DE SANGRE EN CIRUGÍA CARDIACA.

Zamorano J, Merino e, Conde m, Hernández v, García a, Sánchez e, Rodríguez r.
Servicio de Cirugía Cardiaca. Hospital Universitario Gregorio Marañón. Madrid, España.

Premiado al
mejor trabajo en el
VIII Congreso Latinoamericano
de Tecnología Extracorpórea.
Venezuela 2013

INTRODUCCION

La mitad de la sangre transfundida en los Hospitales es administrada en quirófano. La cirugía cardiaca es especialmente conocida por el uso frecuente de sangre alogénica y sus derivados.



OBJETIVO

Demostrar la disminución en el consumo de hemoderivados en pacientes sometidos a circulación extracorpórea (CEC) convencional, mediante la aplicación de un paquete de medidas encaminadas hacia el ahorro de sangre.

MATERIAL Y METODO

Hemos analizado un total de **80 pacientes** operados de forma programada durante el **año 2011**. Divididos en **2** grupos de forma aleatoria:

- **Grupo A 40** pacientes a los cuales se aplican las medidas propuestas.
- **Grupo B 40** pacientes de características y complejidad similar.

Se recogieron variables pre e intraoperatorias relacionadas con la necesidad de transfusión en este tipo de cirugía. Se analizó la necesidad o no de transfusión, así como el número de unidades de sangre requeridas en CEC, quirófano post CEC y en las primeras 24 horas postoperatorias.

Las medidas aplicadas al grupo de estudio A fueron:

- El circuito inicialmente se ceba con un litro de cristaloides y medio litro de coloide, una vez recirculado y desburbujeado se conecta la línea de recirculación del filtro arterial a una bolsa de recolección, se vuelve a recircular y se extrae el volumen sobrante del reservorio hasta llegar al detector de nivel (200ml).
- Cebado retrogrado arterial (RAP). El cebado total del circuito queda reducido (800+-100ml) frente al convencional (1500+-100ml).
- La solución cristaloides en el circuito de la cardioplegia se removió y se desechó (200ml).
- Diuréticos de asa son los más potentes y mantienen su efectividad incluso con bajas tasas de filtrado glomerular. Se aplica un bolo de 5-20mg en función de la diuresis.
- Mantenimiento de la temperatura entre (34°-36°).



RESULTADOS

Ambos grupos fueron homogéneos en cuanto al tipo de cirugía realizada, el riesgo quirúrgico estimado por EuroSCORE y las variables relacionadas con la necesidad de transfusión. La edad media de ambos grupos fue de 66,3 años, el 47,5% fueron hombres y el 52,5% mujeres.

La hemoglobina a la llegada del paciente a quirófano fue grupo A:13,05mg/dl frente a grupo B: 12,83mg/dl (p=0,63). El uso de hemofiltración convencional en el grupo A: 10,25% frente a grupo B:42,5% (p<0,05). El sangrado medio postoperatorio Grupo A:562,46ml frente al grupo B:568,33ml, la reintervención por sangrado fue del 7,5% en ambos grupos. La estancia media en la UCP fue de 6,025días en el grupo A, frente a 8,375días en el grupo B.

80 p Transfusión de Hematíes	medidas	p	
Pacientes Transfundidos en CEC (Nº / %)	No 40 Si 40	13 / 32,5 3 / 7,5	0,006
Pacientes Transfundidos en intraoperatorio (Nº / %)	No 40 Si 40	21 / 52,5 8 / 20,5	0,003
Pacientes Transfundidos en 24 H (Nº / %)	No 40 Si 40	26 / 65 19 / 48,7	0,17
Transfusión [GR] en CEC (Media / Nº concentrado de Hematíes)	No 40 Si 40	0,625 / 25 0,20 / 8	0,04
Transfusión [GR] intraoperatorio (Media / Nº concentrado de Hematíes)	No 40 Si 40	1,65 / 66 0,54 / 21	0,05
Transfusión [GR] 24 horas (Media / Nº concentrado de Hematíes)	No 40 Si 40	2,33 / 93 1,33 / 53	0,241

CONCLUSIONES.

- La utilización de un paquete de medidas intraoperatorias permite reducir de modo significativo el número de pacientes transfundidos en el intraoperatorio de cirugía cardiaca. Se consigue trasfundir menos pacientes en bomba y en quirófano, **pero no a las 24 horas**. Conseguir retrasar la trasfusión es **"asumible"**.
- Se consigue disminuir a la mitad el número de concentrado de hematíes trasfundidos en el primer día postcirugía.
- Evitarle una mayor hemodilución inicial es mas efectivo que utilizar hemofiltración convencional, en cuanto al ahorro de sangre se refiere.
- Son medidas sencillas, efectivas y fácilmente reproducibles que no conllevan un coste adicional.



BIBLIOGRAFIA.

1. DeBois WJ, Surham Y, McVey J, et al. Reduction in homologous blood transfusion using a low prime circuit. J Extra Corp Technol. 1996;28:58-62.
2. Rosengart TH, DeBois W, O'Hara M, et al. Retrograde autologous priming for cardiopulmonary bypass. A safe and effective means of decreasing hemodilution and transfusion requirement. J Thorac Cardiovasc Surg. 1998;115:428-39.
3. Spiess BD. Blood transfusion: The silent epidemic. Ann Thorac Surg. 2001;72:S1832-7.
4. Engoren MC, Habib RH, Zaccarias A, Schwartz TA, Flordian CJ, Durheim SJ. Effects of blood transfusion on long term survival after cardiac operation. Ann Thorac Surg. 2002;74:1180-6.
5. Barnaby C, Reeves and Gavin J Murphy. Increased mortality, morbidity, and cost associated with red blood cell transfusion after cardiac surgery. Current opinion in Anaesthesiology 2008, 21, 669-673.
6. Durandy Y. Perfusionist strategies for blood conservation in pediatric cardiac surgery. World J Cardiol. 2010 February, 26: 2(2): 27-33.



EXTRAORDINARIAMENTE INNOVADOR. EL INTUITIVO Y POTENTE SISTEMA DE ATS



INNOVADOR

EXTRAORDINARIAMENTE INNOVADOR

DISEÑO DE LA FAMILIA SORIN GROUP
PANTALLA TÁCTIL A COLOR
AVANZADO SISTEMA DE GESTIÓN DE DATOS

INTUITIVO

EXTRAORDINARIAMENTE INTUITIVO

DISEÑO ERGONÓMICO
MONTAJE FÁCIL E INTUITIVO
PROCESO COMPLETAMENTE AUTOMÁTICO

POTENTE

EXTRAORDINARIAMENTE POTENTE

ALTO RBC, HCT Y CALIDAD DE LAVADO
VELOZ Y CON GRAN VOLUMEN DE PROCESO
SILENCIOSO Y CON GRAN POTENCIA DE VACIO



Técnica		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	Diuresis (ml)	11	722,73	248,358
	CUF (ml)	11	0,00	0,000
	MUF (ml)	11	0,00	0,000
CUF	Diuresis (ml)	19	532,37	319,167
	CUF(ml)	19	1360,53	876,004
	MUF (ml)	19	0,00	0,000
CUF + MUF	Diuresis (ml)	12	371,67	183,951
	CUF (ml)	12	2666,67	1381,918
	MUF (ml)	12	541,67	257,464

TABLA VII. Salidas de fluidos en quirófano según técnica de ultrafiltración.

quirófano a los sujetos más deteriorados al respecto. Deben existir, igualmente, variables no controladas por los investigadores que puedan justificar los resultados en el equipo de CUF, ostensiblemente inferiores (Tabla VIII).

4.3. Características postoperatorias

Aunque se recogieron múltiples variables durante el trabajo de campo, con objeto de simplificar la comprensión, se describirán las que son de interés. Incluimos el débito total recogido por drenaje durante la estancia en UCI.

4.3.1. Hematocrito al alta de UCI

En la muestra total que estudiamos, no observamos grandes diferencias en los valores de Hto cuando los pacientes son dados de alta a la Unidad de hospitalización en función de la técnica de ultrafiltración aplicada. Sin embargo, en el grupo que no practicó CUF ni MUF, los sujetos abandonaron la UCI con valores promedio de Hto inferiores al 30% (Tabla IX).

Encontramos una interesante diferencia, sin embargo, al observar la diferencia de débito en los drenajes (Tabla X). No podemos, sin embargo, ase-

Técnica		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	Hb basal (gr/dl)	11	10,6	16,7	14,364	1,8613
	Hto basal (%)	11	35,6	51,2	44,427	4,6686
	Hb post-CEC (gr/dl)	11	8,7	13,1	10,391	1,5611
	Hto post-CEC (%)	11	26,5	40,1	32,000	4,9325
CUF	Hb basal (gr/dl)	19	10,1	14,5	12,032	1,2028
	Hto basal (%)	19	31,0	43,0	35,947	3,5878
	Hb post-CEC (gr/dl)	19	7,6	12,1	9,416	1,1413
	Hto post-CEC (%)	19	23,0	35,2	28,021	3,3803
CUF + MUF	Hb basal (gr/dl)	12	9,5	15,8	12,333	2,1283
	Hto basal (%)	12	30,2	47,1	37,133	5,3162
	Hb post-CEC (gr/dl)	12	7,1	13,1	11,183	1,6711
	Hto post-CEC (%)	12	22,2	38,8	33,667	4,3633

TABLA VIII. Evolución de Hb/Hto: pre-post.

Técnica		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	Hto al alta (%)	11	28,055	2,4155
CUF	Hto al alta (%)	19	30,997	3,7076
CUF + MUF	Hto al alta (%)	12	31,900	2,0551

TABLA IX. Hto al alta de UCI.

Técnica		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	Débito total drenajes UCI (ml)	11	638,64	294,356
CUF	Débito total drenajes UCI (ml)	19	447,37	323,176
CUF + MUF	Débito total drenajes UCI (ml)	12	323,33	81,724

TABLA X. Débito drenajes durante la estancia en UCI.

gurar ninguna asociación entre este hallazgo y el tipo de técnica de ultrafiltración empleada ya que en el grupo “CUF+ MUF” la estancia global en UCI de los sujetos seleccionados fue inferior.

4.3.2. Débito urinario en UCI

Como promedio, el débito urinario de los sujetos durante las primeras 8 horas en UCI fue convenientemente manejado, obteniendo valores superiores a 0,5 cc/kg/h (indicador de oliguria) en todos los grupos. En el grupo en el que no se practicó ninguna

técnica, la diuresis fue inferior. Los valores más elevados se reunieron en el grupo que sólo aplicó CUF (Tabla XI).

4.3.3. Horas de ventilación mecánica

El promedio de horas de ventilación mecánica después de la cirugía cardíaca fue sensiblemente superior para los sujetos que no recibieron ninguna técnica de ultrafiltración durante el período intraoperatorio. El grupo que practicó ambas obtuvo el mejor índice (5,2±2,4) (Tabla XII).

Técnica		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	Débito urinario UCI (cc/kg/h)	11	1,3973	,59616
CUF	Débito urinario UCI (cc/kg/h)	19	1,7716	,52740
CUF + MUF	Débito urinario UCI (cc/kg/h)	12	1,6658	,50868

TABLA XI. Débito urinario en UCI (primeras 8 horas).

Técnica		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	VM (horas)	11	14,18	12,991
CUF	VM (horas)	19	7,89	5,685
CUF + MUF	VM (horas)	12	5,25	2,379

TABLA XII. Ventilación mecánica en UCI (primeras 8 horas).

4.3.4. Tiempo de estancia en UCI

Aunque se seleccionó esta variable para comparar los grupos y se observaron importantes diferencias (Tabla XIII), no podemos establecer que éstas se relacionen directamente con la técnica de ultrafiltración utilizada porque existen numerosas variables interferentes.

a los contrastes de Kolmogorov-Smirnov por debajo del nivel de significación prefijado (0,05) en el grupo CUF, para analizar la relación entre variables, aplicamos la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Sig. 0,001), concluyendo que “existe una asociación estadísticamente significativa entre el HTO AL ALTA DE UCI y la técnica de ultrafiltración utilizada”.

Técnica		N	Media	Desv. típ.
No CUF no MUF	Estancia en UCI (horas)	11	104,91	44,476
CUF	Estancia en UCI (horas)	19	47,58	59,267
CUF + MUF	Estancia en UCI (horas)	12	21,75	15,551

TABLA XIII. Estancia global en UCI.

4.4. Análisis de relación entre variables

4.4.1. Técnica de ultrafiltración y Hto al alta de UCI

Aunque la mayoría de los sujetos fueron dados de alta a planta con valores de Hto no superiores al 33%, se observa menor variabilidad en el grupo que practicó CUF y MUF y una media de valor superior a la del grupo que aplicó CUF aislada, que superó, a su vez, a aquel en que no se utilizó ninguna técnica (Figura 7).

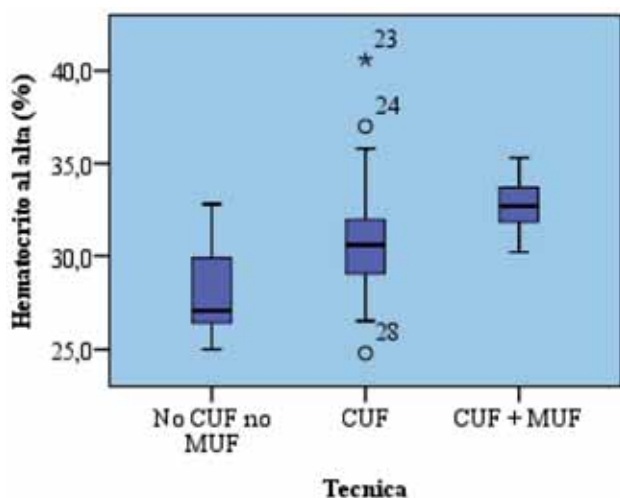


Fig. 7. Distribución de la variable HTO AL ALTA DE UCI en los grupos.

Se aplicaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza, y al resultar la “p” asociada

Esto demuestra, por tanto, que “Las diferencias encontradas entre los grupos, según la técnica de ultrafiltración aplicada, respecto a los valores de HTO AL ALTA de UCI, no se deben al azar”. Este constituye un interesante hallazgo que abre nuevas líneas de investigación respecto a otra de nuestras hipótesis planteadas:

H_i: Los pacientes a los que se practican CUF y MUF combinadas presentan niveles de hematocrito (Hto) más elevados al alta de UCI que aquellos a los que se les practica CUF aislada o no se les aplica ninguna técnica de ultrafiltración intraoperatoria.

4.4.2. Técnica de ultrafiltración y débito urinario en UCI

En el diagrama de cajas puede observarse que ninguno de los grupos obtuvo tasas de diuresis en términos de oliguria. El promedio del débito urinario fue inferior en el grupo que no practicó ninguna técnica (en el que también se agrupan más sujetos con débitos próximos a 0,5 cc/kg/h). La media en el grupo de CUF fue superior a la del grupo que empleó ambas técnicas (Figura 8).

Se aplicaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza. Como en este caso la distribución de la variable en los tres grupos fue normal, pero no se pudo asumir la homogeneidad de la varianza ($p < 0,05$), para analizar la relación entre variables, optamos de nuevo por la aplicación de la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Sig. 0,238), concluyendo que “no existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al DÉBITO URINA-

RIO EN UCI según técnica de ultrafiltración utilizada”, y rechazando, por tanto, nuestra segunda hipótesis de investigación:

H₂: “Los pacientes con los que se emplean una o ambas técnicas de ultrafiltración en el periodo intraoperatorio presentan un DEBITO URINARIO superior durante las primeras 8 horas de estancia en UCI que aquellos a los que no se les ha practicado ninguna técnica”.

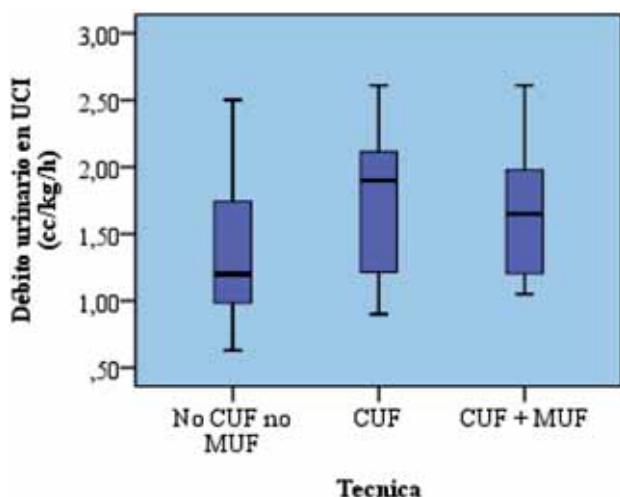


Fig. 8. Distribución de la variable DU EN UCI en los grupos.

4.4.3. Técnica de ultrafiltración y tiempo de ventilación mecánica en UCI

A priori, como muestra la Figura 9, los grupos que aplicaron una o ambas técnicas de ultrafiltración, acumularon tiempos de ventilación mecánica sensiblemente inferiores a los del grupo que no utilizó ninguna estrategia. La variabilidad de distribución en los primeros fue mínima, mientras que en el grupo “No CUF, No MUF” se agruparon los pacientes que más tiempo de asistencia respiratoria precisaron.

Se aplicaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza, mostrando ambas que en los distintos grupos la variable VM no se distribuye con normalidad, ya que la “p” asociada a los contrastes de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk resulta por debajo del nivel de significación alfa prefijado (0,05) en todos los casos, excepto en el grupo “No CUF, no MUF” en la prueba K-S. Para analizar la relación entre variables, tuvimos que optar por la aplicación del Test de Kruskal-Wallis (Sig. 0,024), cuyos resultados nos llevan a concluir que “existe una asociación estadísticamente significativa entre

el TIEMPO DE VM EN UCI y la técnica de ultrafiltración utilizada”.

Podemos demostrar, por tanto, que “Las diferencias encontradas entre los grupos, según la técnica de ultrafiltración aplicada, respecto al tiempo de ventilación mecánica en UCI, no se deben al azar”. Este constituye un interesante hallazgo que abre nuevas líneas de investigación respecto a otra de nuestras hipótesis planteadas:

H₃: El tiempo de ventilación mecánica en UCI es inferior en los pacientes a los que se les ha practicado CUF y MUF que en los que se ha aplicado CUF de forma aislada o ninguna técnica.

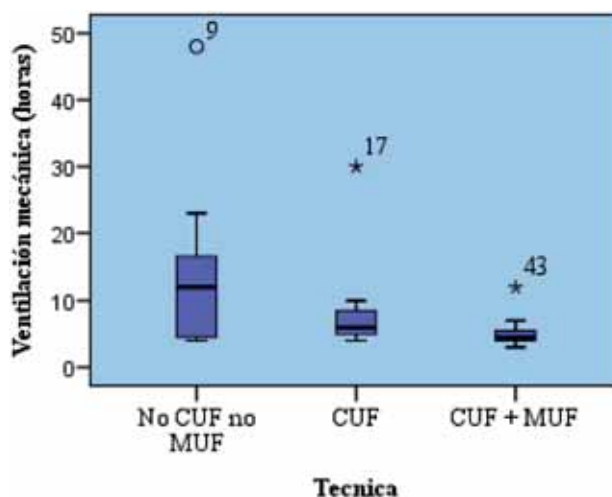


Fig. 9. Distribución de la variable TIEMPO VM EN UCI en los grupos.

4.4.4. Técnica de ultrafiltración y tiempo de estancia en UCI

A priori, como expresa la Figura 10, los grupos que aplicaron una o ambas técnicas de ultrafiltración, acumularon tiempos de estancia global en UCI llamativamente inferiores a los del grupo que no utilizó ninguna estrategia, no superando ninguno de los pacientes seleccionados una estancia superior a 24 horas. A título informativo, considérese que el grupo de HMM (CUF+MUF), de gestión privada, realiza las intervenciones por la tarde. En el grupo que no aplicó ninguna técnica de ultrafiltración se agruparon los pacientes que más horas de ingreso precisaron en Cuidados Intensivos.

Se aplicaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de la varianza. Ambas pruebas de normalidad muestran que en los distintos grupos la variable ESTANCIA EN UCI no se distribuye según una Ley

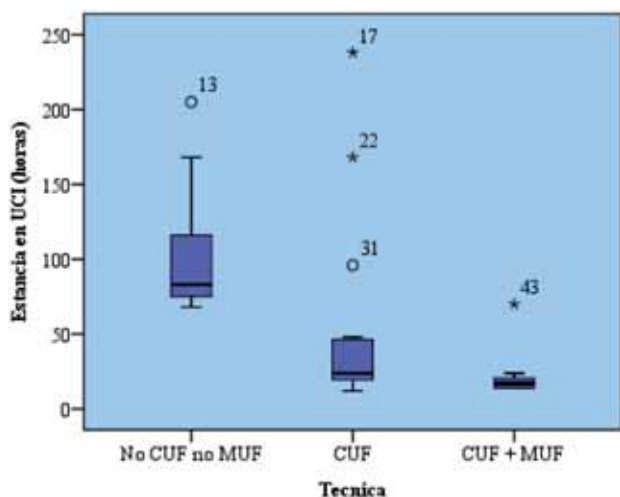


Fig. 10. Distribución de la variable TIEMPO ESTANCIA EN UCI en los grupos.

Normal, ya que la "p" asociada a los contrastes de K-S y S-W resulta por debajo del nivel de significación alfa prefijado (0,05). Para analizar la relación entre variables, de nuevo, en este caso elegimos aplicar la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis (Sig. 0,000), y concluimos que "existe una asociación estadísticamente significativa entre el TIEMPO DE ESTANCIA EN UCI y la técnica de ultrafiltración utilizada".

Podemos demostrar, por tanto, que "Las diferencias encontradas entre los grupos, según la técnica de ultrafiltración aplicada, respecto al tiempo de ESTANCIA en UCI, no se deben al azar". Este constituye otro interesante hallazgo para plantear otros estudios en profundidad al respecto de otra de las hipótesis que nos planteamos:

H_a: El tiempo de estancia en UCI es inferior en los pacientes a los que se les ha practicado CUF y MUF que en los que se ha aplicado CUF de forma aislada o ninguna técnica.

5. Limitaciones del estudio

Consideramos que, aunque interesante por el planteamiento y el amplio desarrollo descriptivo conseguido, el presente estudio es limitado desde el punto de vista metodológico, esencialmente por haber tenido que recurrir al muestreo no probabilístico. En nuestro caso, la muestra se ha seleccionado por intención y bajo condiciones subóptimas respecto a acceso y disponibilidad de algunos datos. Por ello, no ha sido posible calcular con precisión el error estándar de estimación, esto es, determinar el nivel de confianza con que hemos hecho nuestras esti-

maciones. Como todos los sujetos tienen la misma probabilidad de ser seleccionados, asumimos la no representatividad de todos los miembros de la población y, por ende, la imposibilidad de generalizar nuestros resultados. La muestra, además, por cuestiones de diversa índole, no ha tenido el tamaño que se estimó deseable al comenzar la investigación. Además, los grupos estudiados son heterogéneos, en tanto en cuanto expresan la complejidad de una realidad explorada con un abordaje multicéntrico.

6. Discusión

En el complejo escenario de la cirugía cardiaca, la circulación extracorpórea impone una trama casi inabordable de condiciones que afectan al paciente a múltiples niveles, que alteran su fisiología y contribuyen a la morbilidad y mortalidad postoperatoria observada en este tipo de cirugía.

Aunque la hemodilución normovolémica terapéutica que se induce en CEC se sustenta en la conveniencia de tal condición para disminuir la viscosidad de la sangre y favorecer la circulación en el proceso al disminuir las resistencias periféricas totales (Ley de Ohm), y se sabe que el aumento de la velocidad del flujo sanguíneo que se aprecia en condiciones de hemodilución controlada, mediada por el incremento que produce en el gasto cardiaco es suficiente para garantizar el flujo eritrocítico por unidad de tiempo y normalizar el aporte de oxígeno a los tejidos, la optimización de los efectos de la misma se expresa en condiciones confluyentes de volemia conservada, adecuado funcionamiento de la bomba cardiaca y reposo, circunstancias que no suelen concurrir en el postoperatorio de cirugía cardiaca (pérdidas hemáticas, corazón intervenido, estrés post-quirúrgico...). Así, el control de este parámetro se ha demostrado de fundamental importancia en la evolución de los pacientes cardiacos que precisan cirugía con CEC, pues la anemia subsecuente produce peor aporte de oxígeno a los tejidos con el consiguiente daño isquémico a los mismos⁽³⁸⁾.

Si bien en las guías de reciente aparición⁽³⁹⁾ se considera razonable para decidir la transfusión de concentrados de hemáties un umbral de Hb de 7 gr/dl, la decisión de asumir los riesgos de la práctica e individualizar las necesidades del paciente en cada caso exige un riguroso análisis por parte de anestesiólogos y perfusionistas. Durante el acto quirúrgico, para todos los miembros del equipo debe primar que el enfermo salga de quirófano en las mejores condiciones posibles; igualmente, cuando se decide

su manejo en UCI, para procurarle un post-operatorio favorable; y ya en la unidad de hospitalización, con objeto de prepararle convenientemente para el alta a domicilio.

Aunque en nuestra muestra ninguno de los sujetos tuvo que recibir tratamiento sustitutivo renal en UCI, ni se objetivaron secuelas irreversibles a este nivel a corto plazo, sabemos que la CEC provoca la modificación o pérdida de la onda pulsátil de flujo y, con ello, altera la regulación interna de la perfusión de todos los órganos, sometidos a una presión no fisiológica, circunstancia que afecta con particular intensidad al riñón. El fracaso renal agudo constituye un predictor independiente de mortalidad en el postoperatorio de cirugía cardíaca, por lo que el despliegue de recursos para protegerlo durante la CEC manteniendo presiones de perfusión adecuadas en todos los momentos de la cirugía debe ser máximo. Los dispositivos disponibles para hemoconcentrar al paciente son una alternativa accesible y segura para poder manejar la hemodilución y cooperar con la comprometida fisiología renal durante la cirugía, con especial esmero en los enfermos más susceptibles, y parecen incorporar, por su efecto, cambios de valor en la hemodinamia del paciente⁽⁴⁰⁾.

La CEC produce una activación sistémica de los mecanismos de defensa del organismo, con repercusión sobre todos los órganos y sistemas. Prácticamente todos los pacientes intervenidos presentarán signos de respuesta inflamatoria sistémica. Para minimizar este efecto, disponemos de estrategias como el uso de materiales de elevada biocompatibilidad o la optimización de los circuitos para disminuir las superficies de contacto. La producción científica de los últimos años avala con estudios de sobrada validez que las distintas prácticas de ultrafiltración incorporan beneficios al remover mediadores inflamatorios, cobrando un creciente interés por las particularidades al respecto de la técnica modificada⁽⁴¹⁾, ampliamente utilizada en población pediátrica, no así en adultos en nuestro país.

Como órgano diana de la respuesta inflamatoria que induce la CEC, el pulmón debe ser también cuidadosamente protegido, especialmente del “temido” síndrome postperfusión que provoca aumento de la permeabilidad capilar también a este nivel, edema e imposibilidad de destete del respirador en los casos más graves, complicando la recuperación del paciente y asociando indefectiblemente un importante aumento de la morbi-mortalidad postoperatoria. Las técnicas de ultrafiltración, en conside-

ración a lo expuesto previamente, pueden ejercer efectos provechosos para aminorar los efectos de la CEC a nivel pulmonar.

El progreso de la ciencia permite recibir en quirófano, además, pacientes cada vez más longevos, cada vez más enfermos, que ponen a prueba y hasta refutan en expresión de su individualidad particular parte, o todo, lo que cirujanos cardíacos, anestesistas y perfusionistas creemos ya sabido e inamovible. Resulta imprescindible, por tanto, que todos los miembros del equipo multidisciplinar que conformamos la red que trata al paciente cardíaco aunemos esfuerzos para conseguir un “acto quirúrgico excelente”.

Es responsabilidad del perfusionista estudiar, conocer y saber hacer para aportar como parte de ese conjunto. La revisión crítica de todos los recursos bibliográficos referenciados y la variada realidad de contraste con que nos encontramos en la práctica clínica diaria nos posiciona:

“¿Hemofiltración en CEC?: ¡un RECURSO poco explotado!”

Conclusión

Las limitaciones metodológicas de nuestro estudio no nos permiten establecer significación estadística para afirmar que emplear o no alguna o ambas estrategias de ultrafiltración esté relacionado, o no, con la mejor o peor evolución de los pacientes durante su estancia postoperatoria en UCI.

La selección dirigida de la muestra no ha resultado convenientemente representativa. El carácter prospectivo del estudio ha generado dificultades en la recolección de la información que era de nuestro interés y ha producido pérdida de casos por no poder acceder a las historias clínicas de algunos pacientes en uno de los hospitales.

Las herramientas ad hoc que se diseñaron han servido al fin de la recogida de datos, pero se excedían en su propósito y han dilatado el trabajo de campo y, por ende, han retrasado el resto de fases de trabajo, más de lo conveniente.

La realización de este trabajo ha constituido, en sí misma, una herramienta de aprendizaje productiva.

El abordaje descriptivo de nuestro problema de investigación resalta la ocurrencia de hechos que expresan el complejo entramado de decisiones que nos compete asumir como integrantes del equipo interdisciplinar al que estamos vinculados, y establece un soporte válido para el planteamiento de otros enfoques que permitan un análisis más minucioso.

8. Conflicto de intereses

Los autores del presente trabajo declaran no tener ningún conflicto de intereses.

9. Agradecimientos

A todos los que han hecho posible que podamos y queramos pensar en estas cosas:

Al equipo de dirección del Máster en Técnicas de Perfusión y Oxigenación Extracorpórea, especialmente, a Dña. Maite Mata, por darnos la oportunidad.

A todos los que han posibilitado nuestra rotación clínica, por permitirnos estar.

A nuestros compañeros de batalla, por acompañarnos.

Encarecidamente gracias a los nuestros, por eso, por ser nuestros.

10. Bibliografía

- Fedak WMP. Open hearts: The origins of direct-vision intra-cardiac surgery. *Tex Heart Inst J* 1998; 25:100-111.
- Stoney HS. Evolution of cardiopulmonary bypass. *Circulation* 2009; 119:2844-2853.
- Kirklin JK, Blackstone EH, Kirklin JW. Cardiopulmonary bypass: studies on its damaging effects. *Blood Purif* 1987; 5:168-178.
- Westaby S. Organ dysfunction after cardiopulmonary bypass: a systemic inflammatory reaction induced by the extracorporeal circuit. *Intensive Care Med* 1987; 13:89-95.
- Moat NE, Rebuck N, Shore DF, et al. Humoral and cellular activation in a simulated extracorporeal circuit. *Ann Thorac Surg* 1993; 56:1509-1514.
- Martín L, Mata MT. Sistemas de seguridad. En: Gomar C, Pomar JL, Mata MT, editores. *Fisiopatología y técnicas de circulación extracorpórea*. 2a ed. Barcelona: Ergon; 2011. p.229-239.
- Rossaint J, Berger C, Van Aken H, Scheld HH, Zahn PK, et al. Cardiopulmonary bypass during cardiac surgery modulates systemic inflammation by affecting different steps of the leukocyte recruitment cascade. *Plos One [revista en Internet]* 2012; 7(9). Disponible en: doi:10.1371/journal.pone.0045738.
- Delannoy B, Guye ML, Slaiman DH, Lehot JJ, Cannesson M. Effect of cardiopulmonary bypass on activated partial thromboplastin time waveform analysis, serum procalcitonin and C-reactive protein concentrations. *Critical Care* 2009; 13:R180. Disponible en: doi:10.1186/cc8166.
- Cremer J, Martin M, Redl H, Bahrami S, Abraham C, Graeter T, et al. Systemic inflammatory response syndrome after cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 1996; 61:1714-1720.
- Warren OJ, Smith AJ, Alexiou C, Rogers PL, Jawad N, et al. The inflammatory response to cardiopulmonary bypass: part 1—mechanisms of pathogenesis. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2009; 23:223-231.
- Paparella D, Yau TM, Young E. Cardiopulmonary bypass induced inflammation: pathophysiology and treatment. An update. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2002; 21:232-244.
- Asimakopoulos G. Systemic inflammation and cardiac surgery: an update. *Perfusion* 2001; 16:353-360.
- Francischetti I, Moreno JB, Scholz M, Yoshida WD. Leukocytes and the inflammatory response in ischemia-reperfusion injury. *Revista Bras Cir Cardiovasc* 2010; 25(4):575-584.
- Soffer O, McDowell RC, Finlayson DC, Difulco TJ, Bradley JK, Jones EL, et al. Intraoperative haemodialysis during cardiopulmonary bypass in chronic renal failure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 77:789-91.
- Darup J, Bleese N, Kalmer P, Lute G, Pokar A, Polonius MJ. Haemofiltration during extracorporeal circulation. *Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 27:227-30.
- Hakim M, Wheeldon D, Bethune DW, Milstein BB, English T, Wallwork J. Haemodialysis and haemofiltration on cardiopulmonary bypass. *Thorax* 1985; 40:101-106.
- Despotis G, Eby C, Lublin DM. A review of transfusion risks and optimal management of perioperative bleeding with cardiac surgery. *Transfusion* 2008; 48:2-30.
- Murphy GJ, Reeves BC, Rogers CA, Rizvi SI, Culliford L, Angelini GD. Increased mortality, postoperative morbidity, and cost after red blood cell transfusion in patients having cardiac surgery. *Circulation* 2007; 116:2544-2552.
- Naik SK, Knight A, Elliott MJ. A successful modification of ultrafiltration for cardiopulmonary bypass in children. *Perfusion* 1991; 6(1):41-50.
- Naik SK, Knight A, Elliott M. A prospective randomized study of a modified technique of ultrafiltration during pediatric open-heart surgery. *Circulation* 1991; 84(Suppl 3):422-31.
- Torina AG, Silveira-Filho LM, Vilarinho KA, Egtesady P, Oliveira PP, Sposito AC, et al. Use of modified ultrafiltration in adults undergoing coronary artery bypass grafting is associated with inflammatory modulation and less postoperative blood loss: a randomized and controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 144(3):663-70.
- Kiziltepe U, Uysalel A, Corapcioglu T, Dalva K, Akan H, Akalin H. Effects of combined conventional and modified ultrafiltration in adult patients. *Ann Thorac Surg* 2001; 71:684-693.
- Luciani GB, Menon T, Vecchi B, Auriemma S, Mazzucco A. Modified ultrafiltration reduces morbidity after adult cardiac operations: A prospective, randomized clinical trial. *Circulation* 2001; 104:253-259.
- Leyh RG, Bartels C, Houbert-Hübner E, Bechtel JFM, Sievers HH. Influence of modified ultrafiltration on coagulation, fibrinolysis and blood loss in adult cardiac surgery. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery* 2001; 19:145-151.
- Pérez-Vela JL, Ruiz-Alonso E, Guillén-Ramírez F, García-Maellas MT, Renes-Carreño E, Cerro-García M, et al. ICU outcomes in adult cardiac surgery patients in relation to ultrafiltration type. *Perfusion* 2008 Mar; 23(2):79-87.
- Mazer CD, Hornstein A, Freedman J. Platelet activation in warm and cold heart surgery. *Ann Thorac Surg* 1995; 59:1481-1486.
- Holloway DS, Summaria L, Sandesara J, Vagher JP, Alexander JC, Caprini JA. Decreased platelet number and function and increased fibrinolysis contribute to postoperative bleeding in cardiopulmonary bypass patients. *Thromb Haemost* 1988; 59:62-67.
- Tanemoto K, Hamanaka S, Morita I, Masaki H. Platelet activity of residual blood remained in the cardiopulmonary bypass circuit after cardiac surgery. *J Cardiovasc Surg* 2004; 45:27-30.
- The Hemobag: the modern ultrafiltration system for patients undergoing cardiopulmonary bypass. *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2012; 7:55.
- Boodhwani M, Hamilton A, de Varennes B, Mesana T, Williams K, Wells GA, et al. A multicenter randomized controlled trial

- to assess the feasibility of testing modified ultrafiltration as a blood conservation technology in cardiac surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 139:701–706.
31. Antunes N, Dagosavc D, Petrucci Junior O, Oliveira PPM, Kosour C, Blotta MHSL, et al. Ultrafiltração para remover mediadores inflamatórios durante circulação extracorpórea na revascularização do miocárdio. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2008; 23 (2):175-82.
 32. Wiefferink A, Weerwind PW, van Heerde W, Terenstra S, Noyez L, de Pauw BE, et al. Autotransfusion management during and after cardiopulmonary bypass alters fibrin degradation and transfusion requirements. *J Extracorpor Technol* 2007; 39:66–70.
 33. Samolyk KA, Beckmann SR, Bissinger RC. A new practical technique to reduce allogeneic blood exposure and hospital costs while preserving clotting factors after cardiopulmonary bypass: the Hemobag. *Perfusion* 2005; 20:343–349.
 34. Daane CR, Golab HD, Meeder JH, Wijers MJ, Bogers AJ. Processing and transfusion of residual cardiopulmonary bypass volume: effects on haemostasis, complement activation, postoperative blood loss and transfusion volume. *Perfusion* 2003; 18:115–121.
 35. Grunenfelder J, Zund G, Schoeberlein A, Maly FE, Schurr U, Guntli S, et al. Modified ultrafiltration lowers adhesion molecule and cytokine levels after cardiopulmonary bypass without clinical relevance in adults. *Eur J Cardiothorac Surg* 2000; 17(1):77-83.
 36. Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica. Boletín Oficial del Estado, 4 de julio de 2007, núm. 159, p. 28826.
 37. Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Boletín Oficial del Estado, 14 de diciembre de 1999, núm. 298, p. 43088.
 38. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in adults: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125:1430-50.
 39. Ferraris VA, Ferraris SP, Saha SP, Hessel EA, Haan CK, Royston B, et al. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: The Society of Thoracic Surgeons and The Society of Cardiovascular Anesthesiologists Clinical Practice Guideline. *Ann Thorac Surg*. 2007; 83:27-86.
 40. Ricci Z, Polito A, Netto R, De Razza F, Favia I, Carotti A, Cogo PE.: Assessment of modified ultrafiltration hemodynamic impact by pressure recording analytical method during pediatric cardiac surgery. *Pediatric Critical Care Med*. 2013 Apr 2. PubMed PMID: 23548961.
 41. Papadopoulos N, Bakhtiary F, Grün V, Weber C, Strasser C, Moritz A.: The effect of normovolemic modified ultrafiltration on inflammatory mediators, endotoxins, terminal complement complexes and clinical outcome in high-risk cardiac surgery patients. *Perfusion* 2013 Feb 19.



Hemofiltración continua durante la circulación extracorpórea en el control de la respuesta inflamatoria sistémica

García Camacho, C.*, García Hernández, R.**, Caballero Gálvez, S.***, Pérez López, A.*, Bendicho López, M.J.****, Guillén Romero, G.*, García Palacios, M.V.*****, Sainz Otero, A.*****, M. Samper Toscano, M.*****

*Perfusionista, **Anestesiólogo, ***Enfermera U.C.I., *****Medicina Preventiva, *****Bioquímica Clínica (H.U. Puerta del Mar. Cádiz)

***Perfusionista (H.U. Virgen del Rocío. Sevilla)

****Profesora Facultad de Enfermería y Fisioterapia (Universidad de Cádiz)

Resumen

El aumento de la morbimortalidad de la cirugía cardíaca bajo circulación extracorpórea es debida, en gran medida, a la activación del sistema inmune debido al contacto de la sangre con superficies extrañas como son los tubos y cánulas del circuito extracorpóreo así como los componentes artificiales del sistema de oxigenación extracorpórea. Del mismo modo son igualmente importantes para esta activación el trauma quirúrgico y la lesión isquemia reperfusión.

Este Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (SRIS) produce en el post operatorio una disfunción pulmonar, renal, diátesis hemorrágica, trastornos neurológicos, hipertermia, disfunción hepática y posteriormente disfunción multiorgánica.

Este estudio trata de dilucidar si con la hemofiltración continua con una membrana de polietersulfona

y la reposición del volumen ultrafiltrado, es capaz de controlar esta respuesta exacerbada, minimizando los eventos adversos atribuidos al procedimiento de circulación extracorpórea, mejorando los resultados postquirúrgicos.

Para ello se realizarán extracciones sanguíneas y del líquido efluente resultante del hemofiltrado en distintos momentos del procedimiento quirúrgico, en el que el paciente está bajo circulación extracorpórea, a fin de medir los niveles de las citoquinas que intervienen en el desencadenamiento de la Respuesta Inflamatoria Sistémica.

Palabras claves

Circulación extracorpórea

Síndrome de respuesta inflamatoria sistémica

Summary

The increased morbidity and mortality in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass is due, in large part, to the activation of the immune system due to contact of blood with foreign surfaces such as tubes and cannulae of the extracorporeal circuit and system components artificial extracorporeal oxygenation. Likewise are equally important to this activation surgical trauma and ischemia-reperfusion injury.

This systemic inflammatory response syndrome (SIRS) occurs in the postoperative pulmonary dysfunction, renal, hemorrhagic diathesis, neurological disorders, hyperthermia, liver dysfunction and subsequent multiple organ dysfunction.

This study sought to determine whether to conti-

nuous hemofiltration with polyethersulfone membrane and ultrafiltration volume replenishment, is able to control this excessive response, minimizing attributed to cardiopulmonary bypass procedure adverse events, improving postoperative results.

This will involve drawing blood and liquid effluent from hemofiltrate at different times of the surgical procedure in which the patient is on cardiopulmonary bypass, in order to measure the levels of the cytokines involved in triggering such as Systemic Inflammatory Response.

Keywords

Extracorporeal Circulation

Systemic inflammatory response syndrome

Introducción

Los principales factores relacionados con la alta incidencia de complicaciones en el postoperatorio de la cirugía cardíaca con circulación extracorpórea son: la hipoperfusión renal, el flujo sanguíneo no pulsátil, la hipotermia y la activación de la respuesta inflamatoria⁽¹⁾.

La disfunción renal se ha relacionado con un mayor aumento de la mortalidad y de la estancia en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI)⁽²⁾; aunque muchos pacientes se recuperan con medidas no invasivas otros empeoran desarrollando una disfunción multiorgánica que requiere la intervención de numerosas medidas de soporte: ventilatorio, hemodinámico, metabólico, nutricional y renal con Técnicas Continuas de Depuración Extrarrenal (en adelante TCDE). Los buenos resultados de estas técnicas sobre todo en los pacientes más graves han motivado la investigación sobre la causa de sus efectos. Existe un acuerdo sobre la fisiopatología del proceso y el papel que la inflamación sistémica juega en él, aunque se desconocen los detalles del funcionamiento de este complejo sistema se piensa que una depuración suficiente aunque inespecífica del exceso de señales proinflamatorias y antiinflamatorias mantendrían una homeostasis adecuada⁽³⁾. Además se cree que dicho mantenimiento del equilibrio de la respuesta inflamatoria contribuye a disminuir la inmunoparálisis característica, por ejemplo, de los pacientes con Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica (en adelante SRIS) de causa infecciosa (sepsis)^(4,5,6).

Durante los últimos años el empleo de técnicas convectivas frente a las difusivas ha perseguido aumentar la depuración de los mediadores inflamatorios de mediano tamaño molecular que se cree son los responsables del desarrollo del proceso inflamatorio sistémico, intentando de este modo evitar el SRIS que lleva a la disfunción y fallo multiorgánico.

Este concepto de inflamación sistémica de causa no infecciosa secundario a la circulación extracorpórea es lo que ha llevado a algunos autores a emplear estas técnicas lo antes posible en el postoperatorio. Desde hace décadas se sabe que la depuración de citoquinas mediante hemofiltración de alto volumen en la cirugía cardíaca en niños disminuye la respuesta inflamatoria⁽⁷⁾. No obstante hay inconvenientes respecto a su aplicación sistemática en el postoperatorio de pacientes adultos: retraso en el inicio por inestabilidad hemodinámica,

falta de personal entrenado, variabilidad de criterios facultativos en su indicación precoz. Este manejo poco óptimo lleva a un aumento en la estancia de los pacientes en numerosos casos. Además las terapias no adaptadas a la situación dinámica y cambiante de los pacientes así como el chequeo diario de los principales parámetros de seguridad (dosis, antibioterapia asociada, iones, vitaminas y nutrientes, temperatura) pueden aumentar el dialitramo y hacer perder eficacia al tratamiento⁽⁸⁾.

El uso intraoperatorio de la hemofiltración en cirugía cardíaca en adultos ha sufrido una evolución desde las primeras indicaciones de control renal, metabólico y de la volemia a una intención inmunomoduladora conforme se ha avanzado en el conocimiento fisiopatológico del proceso^(9,10). De aproximadamente 20000 CEC un 40-50% se hemofiltran. Así en 2009, Roscitano y colaboradores⁽¹⁾ encontraron que realizando una hemofiltración intraoperatoria de alto volumen en pacientes con disfunción renal previa presentaban en el postoperatorio mejores cifras de función renal. Las causas de esto: un control más rápido de la sobrecarga de líquidos y la toxicidad urémica, un mejor control de los niveles de potasio de la cardioplejia y una mayor eliminación de los niveles de citoquinas proinflamatorias. Estos autores defienden el uso intraoperatorio con un uso muy precoz de la técnica para cumplir unos objetivos fisiopatológicamente coherentes.

Los pacientes renales son más susceptibles a un proceso inflamatorio sistémico y a las alteraciones hemodinámicas secundarias a la Cirugía bajo CEC frente a los que no lo son. No obstante pensamos que igualmente en los pacientes con función renal normal una circulación extracorpórea larga o una cirugía potencialmente complicada puede suponer un potente estímulo proinflamatorio con similares consecuencias sistémicas. La hipercitoquinemia es el eje principal etiopatogénico y fisiopatológico sobre el que gira todo el espectro de complicaciones intra y postoperatorias de estos pacientes. Existen estímulos inflamatorios y respuestas individuales independientes al tiempo de CEC. En este sentido, recientemente han surgido nuevos datos que confirman con métodos más fiables la presencia de endotoxinas de bacterias gram negativas en la sangre de pacientes sometidos a cirugía cardíaca con CEC. La hipoperfusión en determinadas circunstancias puede potenciar la translocación bacteriana intestinal con el consiguiente paso al torrente sanguíneo de estos liposacáridos que suponen un muy potente estímulo y causa de SRIS⁽¹¹⁾.

Por otra parte se conoce que la respuesta inflamatoria interindividual puede producir niveles superiores de citoquinas, con independencia de la intensidad del estímulo, que requieran terapias muy eficientes⁽¹²⁾.

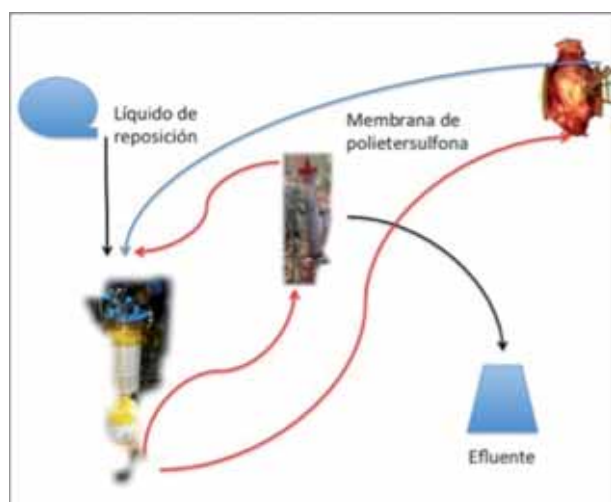


Fig. 1. Esquema de ultrafiltración o hemofiltración convencional (CUF, Conventional Ultrafiltration) con líquido de reposición o volumen controlada.

Hay que considerar también que el principal pico inflamatorio se produce al inicio de la CEC sobre todo en la perfusión extracorpórea en normotermia⁽¹³⁾ procedimiento que realizamos asiduamente. En el caso de la CEC en hipotermia la respuesta inflamatoria se eleva en el momento de la reperfusión miocárdica y posterior desclampaje de la aorta.

El equipo quirúrgico que interviene en el estudio cuenta con una dilatada experiencia en el campo de la perfusión extracorpórea y en el empleo de membranas de ultrafiltración acopladas a la bomba de CEC con más de 5000 intervenciones con circulación extracorpórea. Habitualmente se emplea una membrana de polietileno y se realiza una ultrafiltración de alto flujo con reposición plasmática con tampón búfer de bicarbonato y control de volumen como método de mantenimiento óptimo de la homeostasis del organismo frente a la agresión que supone el propio sistema extracorpóreo.

En cirugía cardíaca, el empleo de la ultrafiltración intraoperatoria tiene una indicación clara para el control del balance hídrico. Se han empleado técnicas como la ultrafiltración convencional (en adelante CUF, conventional ultrafiltration) (Fig.1) y la ultrafil-

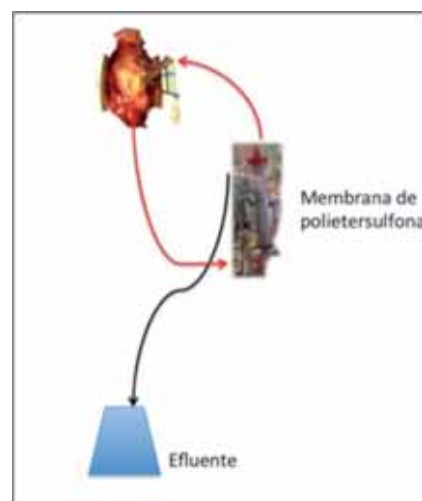


Fig. 2. Esquema de ultrafiltración o hemofiltración modificada (MUF, Modified Ultrafiltration).

tración modificada (en adelante MUF, modified ultrafiltration) (Fig.2) para conseguir extraer el volumen del líquido empleado en el cebado de la bomba de circulación extracorpórea y el volumen de la solución de cardioplejia si fuera preciso. En los niños este control es imperativo y ha mostrado muy claras ventajas demostrándose un claro beneficio hemodinámico en cuanto a necesidad de vasoactivos, tiempo de ventilación mecánica en UCI, presencia de fallo renal postoperatorio y mortalidad⁽⁷⁾.

En adultos los beneficios de ultrafiltrar la sangre frente a no hacerlo también han sido recogidos en varios estudios que muestran un beneficio claro de la técnica si bien su uso, sobre todo de la MUF no está tan extendido. Algunos de los beneficios que se han obtenido son: incremento del hematocrito, reducción de la respuesta inflamatoria, mejoría de los parámetros hemodinámicos y mejores resultados neurológicos. Reduce la necesidad de transfusión de hemoderivados y el tiempo de ventilación mecánica postoperatoria⁽¹⁴⁾.

Existe una disparidad de resultados y conclusiones a la hora de determinar el grado de inmunomodulación que la hemofiltración produce en adultos y su importancia en los resultados clínicos. Mientras algunos autores demuestran claramente una depuración de citoquinas y lo relacionan con una mejoría clínica, otros no objetivan esa depuración y niegan su influencia en el postoperatorio. Estos últimos, centran su atención en la importancia de una adecuada gestión del balance hídrico para evitar la

sobrecarga cardiopulmonar en un paciente anémico que conduce a una peor oxigenación tisular y el desarrollo de disfunción multiorgánica^(15,16,17).

Creemos necesario aclarar que en la metodología empleada en estos trabajos con resultados negativos sobre la inmunomodulación no se aclara qué tipo de membrana emplean ni el volumen total ultrafiltrado en relación al peso de los pacientes extrayendo en todos los casos un volumen constante. Es posible que el efecto muy favorable en los pacientes de menor peso fuera amortiguado por el efecto menos evidente en los de mayor peso corporal. En otras ocasiones no se especifica el tipo de membrana empleada, ni si se ha realizado sustitución total o parcial del filtrado extraído, ni la composición del búfer de las soluciones de reposición empleadas, lactato o bicarbonato, lo que puede resultar fundamental por las consecuencias del lactato en pacientes inestables. A veces se hace la ultrafiltración para extraer solo el volumen de imprimación del sistema y alcanzar una cifra de hematocrito para evitar la hemodilución, es decir, se hace una ultrafiltración de bajo volumen. En otras ocasiones para intentar demostrar la eficacia depurativa de la membrana se recogen las muestras sanguíneas para medir los mediadores inflamatorios en momentos alejados de la máxima eficacia intraoperatoria. Esto contribuye a que dichos niveles se vean alterados por otros factores externos ajenos a la propia hemofiltración.

También se extrae una muestra del efluente en los pacientes que se hemofiltran, para dilucidar la capacidad adsorptiva del filtro empleado. Creemos que la utilización de la membrana de polietersulfona produce una mayor amortiguación de la respuesta inflamatoria al eliminar los mediadores proinflamatorios. Una escasa presencia en el líquido del efluente (escasa filtración) junto a unos escasos niveles plasmáticos de mediadores indicaría la retención de estos en el filtro. Para asegurarnos y demostrar que dichos mediadores inflamatorios se producen y no son por completo adsorbidos por el filtro de polietersulfona, lo que creemos muy improbable aunque posible, mediremos los niveles de citoquinas en un grupo control sin ultrafiltración para definir la curva inflamatoria tipo durante la CEC con normotermia y reperfusión miocárdica progresiva. Respecto a la reperfusión miocárdica que empleamos hay que matizar que se procura evitar el choque térmico de una CEC en normotermia con un miocardio frío. Así se emplea una sangre más fría al inicio de la reperfusión miocárdica que adquiere temperatura progresivamente.

Se trataría más de un concepto de estrategia que una medida aislada, ya que es un elemento clave para el manejo de estos pacientes. Modificar el curso de un sistema tan complejo y multivariante con una sola medida es demasiado difícil de lograr y demostrar, sobre todo porque no se conocen todas las variables intervinientes. Sin embargo basta una sola mala medida para empañar todos los resultados. Son muy numerosos los factores que pueden llevar al desarrollo del SRIS. El efecto positivo de la membrana puede verse amortiguado por el empleo de la hipotermia, una reperfusión demasiado brusca y distérmica, un sistema de bomba muy poco biocompatible, el no empleo de una insulino terapia y corticoterapia intraoperatoria adecuadas, un insuficiente manejo hemodinámico no guiado por un adecuado balance entre aporte y consumo de oxígeno por parte del anestesiólogo cuya labor va mucho más allá de mantener dormido al paciente, un volumen de reposición de líquidos durante la hemofiltración inadecuado con una composición poco fisiológica (por ejemplo cristaloides en vez de solución de sustitución), etc.

Si la ultrafiltración o la hemofiltración pueden atenuar la respuesta inflamatoria, los pacientes de los estudios deben estratificarse por su nivel de inflamación y no por las disfunciones consecuencia de esa inflamación. Observando a dos grupos que parten de un nivel semejante de inflamación y que reciben terapias diferentes y adaptadas a su situación cambiante podremos observar diferencias también en las consecuencias orgánicas. La CEC es un escenario muy controlado que permite observar una respuesta inflamatoria aguda y su resolución in vivo en humanos. Supone además el momento cero de la agresión que inicia el proceso. La capacidad de la terapia de atenuar la posterior amplificación de la cascada inflamatoria es por tanto máxima. Pero antes de demostrar los beneficios clínicos de esto debemos demostrar que existe esa respuesta inflamatoria y que podemos incidir sobre ella de forma óptima. ¿Y qué entendemos por óptimo?

En cirugía cardíaca, en cuanto a estrategias depurativas, por ahora el debate se ha centrado en averiguar que modo de ultrafiltración tiene mejores resultados en el postoperatorio, si la ultrafiltración convencional (CUF) o la ultrafiltración modificada (MUF). Aunque en niños la técnica favorable parece ser la CUF y la MUF en el mismo procedimiento, en el adulto no se ha despejado la incógnita.

Nosotros pensamos que la clave es diseñar una estrategia depurativa eficaz que logre la máxima depuración de mediadores inflamatorios gracias a un volumen de reposición suficiente (cerca de 35 ml/Kg/h) consiguiendo un adecuado control metabólico en un sistema tendente a la acidosis y con una membrana de polietersulfona como describimos antes.

En nuestro centro realizamos la técnica durante la CUF. El oxigenador impulsa la sangre hacia la cánula aórtica y por otra pequeña luz hacia el hemofiltro. El flujo necesario desde el oxigenador para mantener una presión intravascular de perfusión en el paciente depende de las resistencias vasculares sistémicas cambiantes. Así en el reservorio venoso previo al oxigenador el volumen de sangre recuperada para ser oxigenada proveniente de las cánulas puede ser inferior en caso de vasodilatación sistémica. Esto se debe a que hay que aumentar el flujo (l/min) anterógrado de la CEC para mantener la presión de perfusión constante.

Gracias a la manipulación de las resistencias de la línea eferente del filtro se consigue aumentar la presión transmembrana. Esto permite obtener un ultrafiltrado suficiente por la membrana de alta permeabilidad de forma controlada incluso cuando el flujo de sangre del oxigenador no es demasiado elevado. La reposición del líquido se realiza al reservorio venoso previo al oxigenador de sangre. Se consigue controlar así la hemodilución resultante mediante controles seriados intraoperatorio manteniendo cifras de hematocrito cercanas al 25%. El objetivo es alcanzar un balance neto de cero aunque puede variar según la hemodilución extra por las perfusiones y la sueroterapia del anestesiólogo. Finalmente el volumen de las líneas y el reservorio se somete a un proceso de hemoconcentración con el Cell Saver SORIN Xtra® independiente sin retrasar el acto quirúrgico (paciente ya decanulado) obteniéndose una bolsa de concentrado de hematíes al 60% de Hcto., de este modo se conservan las ventajas de la MUF respecto a la CUF sin ninguna de sus desventajas como es el retraso en la finalización de la cirugía.

En nuestros pacientes se recogerán algunos de los reactantes de fase aguda que se describen en la literatura que se producen al entrar en contacto la sangre con la CEC. Se medirán sobre todo aquellos que tienen una elevada eliminación *in vitro*. Después de la muestra basal se extrae una a los quince minutos de entrar en CEC pues se produce una

elevación de mediadores inflamatorios cuando se emplea normotermia. Evaluando la tendencia de esa elevación podríamos estimar si la respuesta una vez iniciada la terapia se amortiguaría en parte o totalmente.

La siguiente muestra se extrae antes de decanular al paciente (después de la reperfusión miocárdica, desclampaje aórtico y fin de la CEC) para incluir la posible sobreinflamación después del desclampaje aórtico y la necesidad y eficacia de una actitud terapéutica con la membrana de polietersulfona hasta ese momento⁽¹³⁾. En hipotermia la respuesta inflamatoria permanece amortiguada hasta el momento del desclampaje aórtico. Después hay un secuestro leucocitario y plaquetario responsables del daño pulmonar agudo entre otras consecuencias graves.

Creemos que intentar actuar en ese momento, con escaso tiempo hasta decanular al paciente, es poco eficaz aunque puede ser esta la razón que explique la mayor eficacia inmunomoduladora de la MUF sobre la CUF. Pensamos que una CEC en normotermia produce una respuesta inflamatoria progresiva más fisiológica y sobre la que las membranas de polietersulfona pueden actuar más eficazmente atenuando incluso las primeras señales iniciadoras proinflamatorias. Comparando la media de los valores obtenidos en los pacientes de cada grupo podremos saber si se produce una menor inflamación sistémica. Se recogerá una muestra del efluente total para conocer la capacidad adsorptiva de las membranas (comentado con detalle al inicio del apartado). Además tendremos que analizar las otras variables que intervienen como las características de los enfermos, el tiempo de isquemia, el volumen de ultrafiltrado, el volumen de líquido repleto, el balance total negativo y el control metabólico intraoperatorio.

Los posibles efectos beneficiosos de una terapia óptima en la evolución clínica en la UCI manifestados por una menor necesidad de transfusión sanguínea, tiempo de ventilación mecánica inferior a 24 horas, necesidad de soporte renal extracorpóreo, necesidad de drogas vasoactivas, tiempo de estancia en UCI, tiempo de estancia hospitalaria y mortalidad. Este objetivo solo pretende recabar esta información para hacer un seguimiento posterior a los pacientes. No es de esperar observar grandes diferencias en estas variables por la escasa muestra seleccionada y el diseño enfocado principalmente para la valoración de la depuración de mediadores.

Objetivo

Determinar si la membrana de polietersulfona disminuye los mediadores inflamatorios durante el procedimiento de CEC.

Objetivos específicos

Conocer los niveles de mediadores inflamatorios plasmáticos analizados en el estudio en los pacientes sometidos a la CEC en diferentes momentos del proceso:

- Basal previo a la inducción anestésica y sin realizar ninguna punción previa.
- A los 15 minutos de comenzar la CEC y la hemofiltración (HF) simultáneas.
- Justo a la salida de CEC una vez parada la asistencia circulatoria.
- Analizar la capacidad absorbente del filtro de HF sobre los niveles plasmáticos de IL-6.

Métodos

Se han escogido dos grupos de pacientes. Al grupo control se le somete al by-pass cardiopulmonar sin hemofiltración a no ser que sea necesaria, en cuyo caso quedan excluidos del estudio.

Con el grupo de pacientes con hemofiltración continua se sigue un procedimiento en el que inmediatamente a la entrada en by-pass cardiopulmonar se comienza el proceso de ultrafiltrado a un flujo de 35 ml/kg/h. con una fibra de polietersulfona de SORIN BIOMEDICA®. El volumen es repuesto con una solución reconstituida que contiene los siguientes principios activos: cloruro de calcio, dihidrato; cloruro de magnesio, hexahidrato; glucosa monohidrato, solución de ácido láctico al 90%; cloruro de sodio; cloruro de potasio e hidrogenocarbonato de sodio (Fig. 3).

En la Fig. 4 se observa la descripción de la IL-6 post CEC en ambos grupos (mediana, percentil 25 y 75)

Resultados

Se estudiaron pacientes, del grupo Ultrafiltrado (UF) y del grupo no Ultrafiltrado (NUF). La IL-6 post CEC obtuvo una mediana en el grupo UF de 45,2150 (p25=11,3700 y p75=57,0275) y de 34,6050 (p25=3,3825 y p75=139,1525) en el grupo NUF. (Fig.4).

A pesar del pequeño tamaño muestral estudiado el grupo de pacientes UF presentó menor dispersión en los valores de IL-6 post CEC manteniéndose el 75% de ellos en cifras notablemente inferiores al

grupo NUF. Se precisa un seguimiento mayor con inclusión de más pacientes para confirmar este hallazgo, estudiar su significancia y analizar factores asociados.

	mmol/l	mEq/l
Calcio Ca ²⁺	1,75	3,50
Magnesio Mg ²⁺	0,50	1,00
Sodio Na ⁺	140,00	140,00
Cloruro Cl ⁻	111,50	111,50
Lactato	3,00	3,00
Hidrogenocarbonato HCO ₃ ⁻	32,00	32,00
Potasio K ⁺	2,00	2,00
Glucosa	6,10	
Osmolaridad teórica:	297 mOsm/l	

Fig. 3.

Conclusiones Clínicas

El Síndrome de Respuesta Inflamatoria Sistémica es uno de los principales factores relacionados con la alta incidencia de complicaciones en el postoperatorio de la cirugía cardíaca con circulación extra-

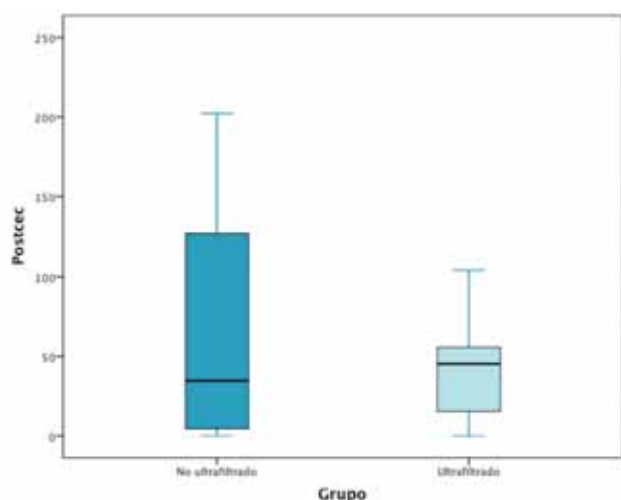


Fig. 4.

corpórea. Postulamos que la HF continua con membrana de polietersulfona y la reposición de volumen a un flujo e 35 ml/kg/h minimiza el impacto al eliminar exceso de señales proinflamatorias y antiinflamatorias para mantener una homeostasis adecuada.

Bibliografía

- Roscitano A, Benedetto U, Goracci M, Capuano F, Lucani R, Sinatra R. Intraoperative continuous venovenous hemofiltration during coronary surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2009 Oct;17(5):462-466.
- Nakasuji M, Nishi S, Nakasuji K, Hamaoka N, Ikeshita K, Asada A. Duration of dialysis is a significant predictor of prolonged postoperative mechanical ventilation in dialysis-dependent patients undergoing cardiac surgery. *Anesth Analg* 2006 Jan;102(1):2-7.
- Honore PM, Joannes-Boyau O, Gressens B. Blood and plasma treatments: the rationale of high-volume hemofiltration. *Contrib Nephrol* 2007;156:387-395.
- Schefold JC, Hasper D, Jorres A. Organ crosstalk in critically ill patients: hemofiltration and immunomodulation in sepsis. *Blood Purif* 2009;28(2):116-123.
- Peng Z, Singbartl K, Simon P, Rimmele T, Bishop J, Clermont

- G, et al. Blood purification in sepsis: a new paradigm. *Contrib Nephrol* 2010;165:322-328.
- Thomas M, Moriyama K, Ledebro I. AN69: Evolution of the world's first high permeability membrane. *Contrib Nephrol* 2011;173:119-129.
- Williams GD, Ramamoorthy C, Chu L, Hammer GB, Kamra K, Boltz MG, et al. Modified and conventional ultrafiltration during pediatric cardiac surgery: clinical outcomes compared. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006 Dec;132(6):1291-1298.
- Maynar-Moliner J, Sanchez-Izquierdo-Riera JA, Herrera-Gutierrez M. Renal support in critically ill patients with acute kidney injury. *N Engl J Med* 2008 Oct 30;359(18):1960; author reply 1961-2.
- Boga M, Islamoglu, Badak I, Cikirikcioglu M, Bakalim T, Yagdi T, et al. The effects of modified hemofiltration on inflammatory mediators and cardiac performance in coronary artery bypass grafting. *Perfusion* 2000 Mar;15(2):143-150.
- Tassani P, Richter JA, Eising GP, Barankay A, Braun SL, Haehnel CH, et al. Influence of combined zero-balanced and modified ultrafiltration on the systemic inflammatory response during coronary artery bypass grafting. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999 Jun;13(3):285-291.
- Klein DJ, Briet F, Nisenbaum R, Romaschin AD, Mazer CD. Endotoxemia related to cardiopulmonary bypass is associated with increased risk of infection after cardiac surgery: a prospective observational study. *Crit Care* 2011;15(1):R69.
- Watanabe E, Hirasawa H, Oda S, Matsuda K, Hatano M, Tokuhisa T. Extremely high interleukin-6 blood levels and outcome in the critically ill are associated with tumor necrosis factor- and interleukin-1-related gene polymorphisms. *Crit Care Med* 2005 Jan;33(1):89-97; discussion 242-3.
- Westaby S. Organ dysfunction after cardiopulmonary bypass. A systemic inflammatory reaction initiated by the extracorporeal circuit. *Intensive Care Med* 1987;13(2):89-95.
- Boodhwani M, Williams K, Babaev A, Gill G, Saleem N, Rubens FD. Ultrafiltration reduces blood transfusions following cardiac surgery: A meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006 Dec;30(6):892-897.
- Tirilomis T, Friedrich M, Sirbu H, Aleksic I, Busch T. Intraoperative hemofiltration in adults: prevention of hypercirculatory syndrome? *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2005 Mar;13(1):17-19.
- Perez-Vela JL, Ruiz-Alonso E, Guillen-Ramirez F, Garcia-Maellas MT, Renes-Carreño E, Cerro-Garcia M, et al. ICU outcomes in adult cardiac surgery patients in relation to ultrafiltration type. *Perfusion* 2008 Mar;23(2):79-87.
- Musleh GS, Datta SS, Yonan NN, Grotte GJ, Prendergast BA, Hasan RI, et al. Association of IL6 and IL10 with renal dysfunction and the use of haemofiltration during cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg* 2009 Mar;35(3):511-514.



NOTAS

Perfusionista español, primer premio VIII Congreso Latinoamericano de Tecnología Extracorpórea



El enfermero perfusionista José Ángel Zamorano, del Hospital Universitario Gregorio Marañón de Madrid, ha obtenido el premio al Mejor Trabajo presentado en el VIII Congreso Latinoamericano de Tecnología Extracorpórea, celebrado recientemente en Venezuela, con una investigación que describe una serie de técnicas novedosas para el ahorro

de sangre en los pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

El estudio demuestra que la utilización de un paquete de medidas intraoperatorias multidisciplinarias (cirugía/perfusión y anestesia) reduciría de modo significativo el número de pacientes transfundidos en el intraoperatorio de cirugía cardiaca. La combinación de tales estrategias y la colaboración de todo el equipo aunque innovadoras, se trata de medidas sencillas, efectivas y fácilmente aplicables, que no requieren de coste adicional, solo de la implicación y el interés del perfusionista y de la compenetración del equipo permitiría una sensible reducción en los requerimientos de hemoderivados.

En el Congreso Latinoamericano también han presentado sus aportaciones otros miembros de la Asociación Española de Perfusionistas. Carlos García Camacho, del Hospital Virgen del Mar de Cádiz, presentó una nueva técnica para reducir la respuesta inflamatoria que se produce en todas las cirugías cardiacas con circulación extracorpórea. La perfusionista Carmen Luisa Díaz Álvarez, del Hospital Central de Asturias (HUCA), primera en lograr un doctorado en esta especialidad, impartió a invitación de los organizadores dos lecciones magistrales sobre Seguridad y Calidad en Perfusión. Marisol García Asenjo, presidenta de la AEP, participó en un coloquio sobre el establecimiento de los protocolos en perfusiones prolongadas.

15º Congreso de la FECECT

Entre los días 12 y 15 de junio de 2013, tuvo lugar en la ciudad de Toledo el 15º Congreso de la FECECT en el cual fui designado como Presidente Local.

El congreso se celebró en el Hotel Beatriz, y durante el desarrollo del mismo se presentaron dos comunicaciones de ponentes españoles, D. Javier Suárez Cuenca y D. Francesc Gahete, que fueron

seleccionadas por el comité científico entre un gran número de trabajos presentados a este congreso por perfusionistas extranjeros.

El programa científico abordó prácticamente todos los campos en los que los perfusionistas desarrollamos nuestra labor profesional con comunicaciones de gran interés para todos los asistentes, comple-

tándose con un curso para postgraduados en el cual, el Prof. José Manuel Revuelta dio una conferencia magistral sobre la Cirugía Cardíaca en España, exaltando la profesión de perfusionista y su importancia en el desarrollo de la especialidad de Cirugía Cardíaca.

Como presidente local de dicho Congreso, quiero agradecer a todos los perfusionistas españoles el cariño y apoyo que he recibido en una labor tan ardua y de tanta responsabilidad, tratando siempre

que el nombre de nuestra Asociación figurara en los foros internacionales con el prestigio que todos nos merecemos.

Actualmente se habla de la marca España y aquí es donde nuestra Asociación ha promocionado una imagen exterior en el ámbito científico que calificaría como excelente.

Muchas gracias a todos.

Carlos García Camacho
Vicepresidente de la A.E.P.

Curso ECMO en Valdecilla

Los próximos días 13 y 14 de febrero de 2014 tendrá lugar en el Hospital Universitario Marqués de Valdecilla (Santander) el curso de Oxigenación con Membrana Extracorpórea (ECMO): Enfoque multidisciplinar.

Los objetivos del curso son:

- Adquirir los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para la aplicación de las técnicas de ECMO tanto para el apoyo respiratorio como cardíaco.
- Enfocar la aplicación de la técnica desde un punto de vista multidisciplinar y favorecer la comunicación entre los distintos servicios implicados tanto en la implantación como en el mantenimiento del paciente con ECMO.

- Completar el proceso de aprendizaje teórico con la formación práctica (animales de experimentación) en lo referente a la instauración, mantenimiento, diagnóstico y solución de las complicaciones derivadas de la técnica.
- Aportar la experiencia del centro en el uso de esta técnica.

El curso está acreditado con 3,4 créditos y avalado por la Sociedad Española de Cirugía Torácica-Cardiovascular (SECTCV), la Sociedad Española de Cardiología, la Asociación Española de Perfusionistas (AEP), la Sociedad de Medicina Intensiva y Unidades Coronarias (SEMICYUC) y por la sociedad española de anestesiología y reanimación (SEDAR).



AGENDA

En esta sección intentamos dar la máxima información sobre congresos, jornadas y conferencias que creemos pueden ser de nuestro interés.

Eventos Nacionales 2014



13-14 febrero Curso de Oxigenación con Membrana Extracorpórea (ECMO) Enfoque Multidisciplinar Hospital Universitario Marqués de Valdecilla Santander

15-17 junio X Congreso Nacional de la Sociedad Española de Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas Valencia www.secardioped.org

19-21 junio XVIII Congreso Nacional de la Asociación Española de Perfusionistas (A.E.P.) Santiago de Compostela



Eventos Internacionales 2014

19-22 marzo American Society of Extracorporeal Technology The National Society of Perfusionists San Diego (EEUU) www.amsect.org

22-24 mayo ECMO y Euro ELSO 2014 París. Francia www.paris-euroelso2014.com

11-15 octubre EACTS European Association for Cardio- Thoracic Surgery Annual Meeting Milan. Italia

D 905 EOS

La solución
en perfusión
pediátrica
y de adultos
pequeños



didaco

A SORIN GROUP COMPANY

www.didaco.com

Palex Medical SA

División Cirugía

Jesús Serra Santamans, 5 - 08174 Sant Cugat del Vallès
Teléfono + 34 - 93 400 65 00 - Telefax + 34 - 93 400 65 01
E-mail: palexmedical@palex.es

www.palexmedical.com

NORMAS

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Las normas de publicación de la Revista de la Asociación Española de Perfusionistas siguen el consenso de Vancouver y se adaptarán en todo lo posible a las resoluciones del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas. Es objetivo del Equipo Editorial de la Revista el alcanzar las mayores cotas de rigor en los trabajos que se acepten para su publicación. Es por ello que los requisitos de publicación seguirán estas normas de publicación internacionales.

Siendo conscientes de la dificultad que para algunos profesionales puede tener en un principio el cumplimiento de estas normas y no queriendo que trabajos con calidad y fruto de la práctica y la experiencia de los profesionales que trabajan en el ámbito de la perfusión puedan quedar sin ser expuestos por dificultades técnicas o administrativas, el Equipo Editorial, a través de la secretaría de la Revista podrá apoyar con los medios técnicos necesarios para su presentación correcta a los autores que lo soliciten.

Normas para la elaboración de artículos:

1. Los manuscritos se enviarán a la secretaría de la Revista (ver final) mecanografiados en papel Din A-4 (original y dos copias) y en soporte informático (disquet o CD), debiendo éste estar etiquetado y haciendo constar en el mismo el nombre y formato del fichero. Recomendamos usar formato Word (u otro compatible), tipo de letra Arial, Times New Roman o similar, tamaño 10 a 12 e interlineado 1,5 a 2. Es recomendable evitar el uso indiscriminado del formato negrita y cursiva. La extensión máxima del trabajo no será, en general, mayor de 20 hojas. También se admite el envío de manuscritos en soporte electrónico seguro exclusivo, como correo electrónico o CD por vía postal. En cualquier caso deberá acompañarse una carta en la que los autores mencionen de forma expresa su aceptación de las normas y requisitos contenidos en este documento.
2. Las páginas estarán numeradas consecutivamente. Cada sección o apartado se iniciará en hoja aparte. En la primera de ellas, figurará el título del trabajo, nombre y dos apellidos de cada uno de los autores con el rango académico más elevado y su Centro de Trabajo, así como las señas de contacto.
3. En una segunda página se presentará un resumen que no excederá de 250 palabras, junto con tres a seis palabras claves (recogidas en el Index Medicus). Ambos apartados irán traducidos al inglés.
4. Los trabajos referidos a investigaciones originales se ordenarán según los apartados habituales: introducción, material y métodos, resultados, discusión y conclusiones.
5. Podrán publicarse notas clínicas, con una extensión máxima de 4 hojas y un número no superior a 10 citas bibliográficas.
6. Las abreviaturas figurarán siempre inmediatamente detrás de la palabra o frase a la que se refieran por primera vez. Se evitará su uso en el título del manuscrito.
7. Tablas y Figuras. Cualquier tipo de gráficos, dibujos y fotografías serán denominadas Figuras. Tanto éstas como las Tablas, estarán impresas cada una en una hoja independiente. Deberán estar numeradas correlativamente según el orden de aparición en el texto, con números romanos las tablas, y números arábigos las figuras. En cada uno constará un título conciso. Si este no fuera suficientemente aclaratorio, se adjuntará una nota cuya lectura haga que la Figura o Tabla sea entendible por sí misma, sin necesidad de leer el texto del artículo. Se retocarán las fotografías para que no puedan ser identificados los pacientes. En caso de no poder evitar la identificación deberá obtenerse (y en este caso acompañarse una copia) autorización escrita del paciente o su representante legal.
8. Bibliografía. Recomendamos reseñar únicamente las citas bibliográficas necesarias y relevantes. Éstas se identificarán en el texto, tablas y figuras mediante números arábigos, en formato superíndice, sin paréntesis y numeradas por orden co-

relativo según su aparición en el texto. El modelo general será: Apellidos e iniciales del nombre de todos los autores, sin puntuación y separados por una coma entre sí (si los autores son siete o más, se relacionarán solo los tres primeros añadiendo “y col” en el caso de una publicación en español, y “et al” si el idioma original del artículo es diferente al español). Título del artículo en su idioma original. Abreviatura de la revista, año; volumen, páginas (primera-última). Por ejemplo: García García M, López López M y Rodríguez Rodríguez A: Revista de la Asociación Española de Perfusionistas; una apuesta por la calidad asistencial. Rev AEP 2003; 5: 133-144. Para los casos de más de seis autores, autor corporativo, suplementos, libros, capítulos de libros y aportaciones a reuniones científicas se recomienda encarecidamente revisar y seguir las normas del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). Las referencias a artículos publicados en formato electrónico seguirán un formato estándar similar (autor/es, título, titular de la página web donde está contenido y a continuación las expresiones [En línea] [Fecha de acceso...]. URL disponible en... Por ejemplo: International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. ICMJE [En línea] [Fecha de acceso 05 junio 2003]. URL disponible en <http://www.icmje.org/index.html>

9. El formato para la denominación de agentes microbianos seguirá necesariamente estos criterios: el agente podrá ser denominado según criterios taxonómicos (por ejemplo, *Streptococcus pneumoniae* ó bien *S. pneumoniae*) o con su denominación ordinaria (siguiendo el mismo ejemplo, neumococo) cuando sea comúnmente aceptada en la práctica.
10. Aceptación y publicación de los trabajos: De los trabajos recibidos se contestará con acuse de recibo. Una vez leído por el Equipo Editorial se enviará para su evaluación ciega a dos expertos del Comité Científico de la Revista. Si fuera necesario, se establecerá contacto con los autores para sugerencias, correcciones o apoyo de secretaría. El Equipo Editorial podrá encargar artículos y trabajos de los temas que considere de interés para el desarrollo de la Perfusión.

11. Los artículos deberán ir acompañados de una dirección de contacto (postal o preferentemente electrónica), que aparecerá publicada al principio del artículo original, para facilitar la interacción autor-lector.
12. Los autores deben declarar los posibles conflictos de intereses y esta información ha de ser conocida para que otros puedan juzgar por sí mismos sus efectos. Se produce un conflicto de intereses en un artículo determinado cuando alguno de los que participan en el proceso de publicación desarrolla actividades que pudieran condicionar su opinión y posicionamiento. Habitualmente, los conflictos de intereses más frecuentes consisten en la existencia de relaciones económicas directas o indirectas con industrias farmacéuticas. Sin embargo, también pueden deberse a otras razones, tales como relaciones personales, competitividad académica o posicionamiento ideológico e intelectual.
13. Al remitir un trabajo a esta Revista, los autores aceptan expresamente lo siguiente:
 - Que es un trabajo original y que no ha sido previamente publicado.
 - Que no sido remitido simultáneamente a otra publicación.
 - Que todos los autores han contribuido intelectualmente en su elaboración.
 - Que todos ellos han leído y aprobado la versión del manuscrito finalmente remitida.
 - Que, en caso de ser publicado, transfieren todos los derechos de autor al editor, sin cuyo permiso expreso no podrá reproducirse ninguno de los materiales publicados en la misma.
 - Que convienen que la editorial y el Equipo Editorial no comparten necesariamente las afirmaciones que en el artículo manifiestan los autores.
14. Puede obtenerse información adicional relativa a la elaboración de manuscritos y formato de las referencias bibliográficas, en: International Committee of Medical Journal editors (ICMJE). Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. Octubre 2001 <http://www.icmje.org/index.html>
Normas de Vancouver. Traducción al castellano. Requisitos uniformes de los manuscritos enviados a Revistas Biomédicas etc. (<http://www.fisterra.com>)

SUSCRIPCION

Remitir a
A.E.P Revista de la Asociación Española de Perfusionistas
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau
Secretaría de Cirugía Cardíaca
Sant Antoni Maria Claret, 167
08025 Barcelona (España)

Ruego gestionen mi suscripción a la Revista de la A.E.P.



Nombre: _____
Dirección: _____ D.P. _____
Población: _____ Ciudad: _____
País: _____
Teléfono: _____
Firma: _____

Fecha: ____ de _____ de _____

Centro de trabajo: _____
Dirección: _____
Categoría profesional: _____

Forma de pago:

Transferencia bancaria a la Revista de la Asociación Española de Perfusionistas.
C/C núm. 2100 · 0885 · 65 · 0200172588 de la Caixa d'Estalvis i Pensions de Barcelona
Agencia Travessera de Gràcia, 372-376 - Oficina 0885 - 08025 Barcelona.

Cargo en mi tarjeta de crédito:

VISA Euro Card Master Card

N.º Tarjeta de crédito: _____ Fecha de caducidad: _____

Suscripción anual España: 10 €
Suscripción resto del mundo: 20 \$ USA

X Por favor, abstenerse de enviar cheque bancario.

Oxigenadores CAPIOX® FX con filtro arterial integrado

Oxigenador CAPIOX® FX15
Niños y adultos

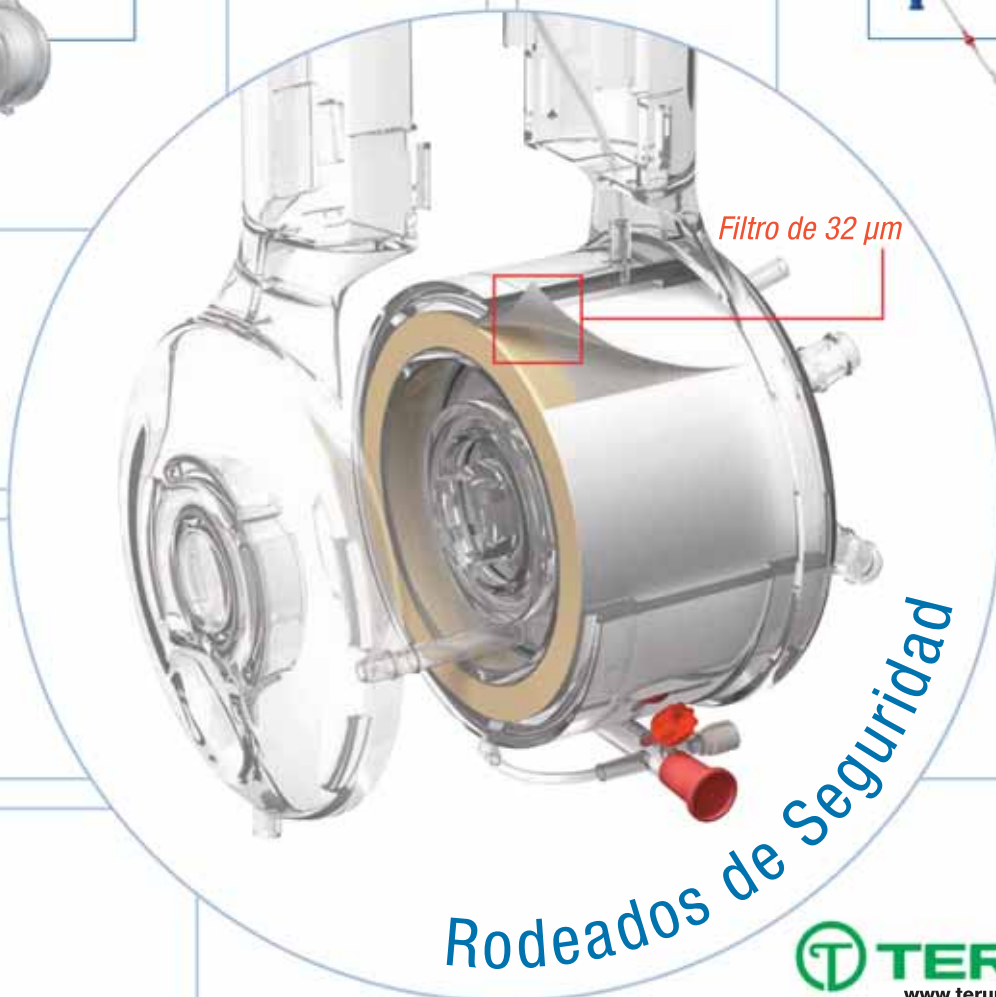


Disponibles dos
tamaños de reservorio

Oxigenador CAPIOX® FX05
Neonatos y lactantes



Oxigenador CAPIOX® FX25
Adultos



Filtro de 32 µm

Rodeados de Seguridad

Integración, la gran diferencia

El primer oxigenador con
filtro arterial integrado y
reservorio de cardiostoma
con geometría secuencial.
Synthesis inicia una
nueva era en la
Circulación
Extracorporea: La era de
la integración.



SYNTHESIS

Oxigenador de Membrana para Adultos

con Filtro Arterial Incorporado