

Efecto de la ultrafiltración en pacientes intervenidos de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea: revisión sistemática y meta-análisis

Premio al mejor trabajo presentado por los alumnos del Máster en Técnicas de Perfusión y Oxigenación Extracorpórea (Universidad de Barcelona, 20142016)
XIX Congreso Nacional Asociación Española de Perfusionistas — junio 2016

RESUMEN / ABSTRACT

Resumen: El uso de ultrafiltración puede reducir mediadores de la inflamación, mejorar la función cardíaca y reducir la hemodilución en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC).

Métodos: Se llevó a cabo un meta-análisis de ensayos aleatorios para evaluar los efectos de la ultrafiltración en el hematocrito, el sangrado postoperatorio y la estancia en unidades de cuidados intensivos (UCI) después de la cirugía cardíaca de adultos. La búsqueda de la evidencia existente se realizó en las bases de datos MEDLINE, a través del motor de búsqueda PubMed y en la Web Of Science. La búsqueda obtuvo 128 resultados de los cuales 7 ensayos aleatorizados se seleccionaron para el análisis agrupado. Se utilizó la diferencia de medias como el principal estimador del efecto con intervalos de confianza (IC) de 95%.

Resultados: La aplicación de las técnicas de ultrafiltración aumentó el hematocrito un 3,74 % de media con un IC entre 4,54 % y 2,94 % y demostró una disminución de la hemorragia postoperatoria de 162 ml / paciente [98,34, 226,52]. La ultrafiltración en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea acorta la estancia en UCI en 10,56 horas de media (0,44 días), con un IC entre 0,26 y 0,62 días.

Conclusiones: El uso de ultrafiltración se asocia con un aumento de las cifras de hematocrito tras la cirugía, una reducción de sangrado postoperatorio y una disminución de la estancia en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) en pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca con CEC.

Palabras clave: cirugía cardíaca, metaanálisis, ultrafiltración, bypass cardiopulmonar.

Abstract: The use of ultrafiltration techniques can reduce inflammatory mediators, improve cardiac function and reduce hemodilution in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass (CPB).

Methods: A meta-analysis of randomized trials was made to evaluate the effects of ultrafiltration techniques in hematocrit, postoperative bleeding and intensive care units (ICU) stay after adult cardiac surgery. Medline and Web Of Science databases were searched and 128 results were obtained and screened and 7 randomized trials were selected for the final analysis. The mean difference was used as the main effect estimator confidence intervals (CI) of 95%.

Results: The use of ultrafiltration was associated with increasing hematocrit 3.74% on average with between 4.54% and IC 2.94% and showed a reduction in postoperative bleeding of 162 ml / patient [98.34, 226.52]. Ultrafiltration in patients undergoing cardiac surgery with cardiopulmonary bypass shortens ICU stay on average 10.56 hours (0.44 days), with an IC between 0.26 and 0.62 days.

Conclusions: The use of ultrafiltration is associated with a significant increase of the hematocrit after surgery, reduction of postoperative bleeding and decreasing ICU stay in adult patients undergoing cardiac surgery with CPB.

Keywords: Cardiopulmonary bypass, Ultrafiltration, Cardiac surgery, Meta-análisis.



Nuria Chivite Fernández
Perfusionista
Quirófano Central
Complejo Hospitalario de Navarra



Amaia Saralegui Gainza
Diplomada Universitaria en Enfermería
Unidad de Cuidados Intensivos
Complejo Hospitalario de Navarra

Correspondencia:
Nuria Chivite Fernández
Quirófano Central-A / Hospital de Navarra.
Complejo Hospitalario de Navarra.
C/ Irunlarrea nº 3
31008 Pamplona, Navarra.
Teléfono 848422222
nuria.chivite.fernandez@navarra.es

Recibido: junio de 2016
Aceptado: octubre de 2016

INTRODUCCIÓN

Desde su creación, la circulación extracorpórea (CEC) ha jugado un papel indispensable en la cirugía cardíaca. Sin embargo, contribuye notablemente a la morbilidad postoperatoria. A largo plazo la CEC puede despertar una serie de efectos adversos, produce el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica (SIRS), trauma isquémico de reperfusión, sangrado postoperatorio, bajo gasto cardíaco y otras complicaciones relacionadas. Se ha documentado que el SIRS puede contribuir significativamente a la morbilidad y mortalidad postoperatoria. El sistema complemento y las citoquinas se activan cuando la sangre está expuesta a una superficie exterior. Todos los mediadores inflamatorios pueden causar agregación de plaquetas, de neutrófilos, fuga capilar y aumento de las resistencias vasculares sistémicas.¹

La cirugía cardíaca (CC) con CEC se asocia a un aumento del sangrado postoperatorio, del consumo de hemoderivados y del número de reexploraciones quirúrgicas. Esto es así desde la primera intervención de CC con CEC atribuida al Doctor J. Gibbon en 1953 y en la que se utilizaron de 25 a 30 unidades de sangre.² Hoy día, cerca del 50% de todos los pacientes de CC se transfunden, el 20% tiene un sangrado significativo y el 5% requiere reintervención por hemorragia postoperatoria.^{3,4} Este mayor consumo de hemoderivados aumenta la morbimortalidad, la estancia hospitalaria y los costes sanitarios. Incluso una sola unidad de concentrado de hemafés se asocia a una mayor mortalidad.⁵

Diversas estrategias, incluidas intervención farmacológica, modificaciones de la superficie extracorpórea y ultrafiltración, se han propuesto para reducir al mínimo los efectos secundarios del by-pass cardiopulmonar (CPB). La ultrafiltración es una de las estrategias eficaces que se han utilizado durante muchos años en un esfuerzo para atenuar los efectos de la acumulación de líquidos, síndrome de fuga capilar y SIRS.

Por otro lado la cirugía cardíaca sigue siendo uno de los mayores consumidores de productos sanguíneos. La transfusión de sangre después de la cirugía se ha relacionado no sólo con infecciones virales como la hepatitis y el SIDA, sino también con la inmunosupresión y aumento de mortalidad.⁶ Se espera que la demanda de productos supere la oferta en hasta un 20% en algunos países desarrollados.⁷ Además el uso de productos sanguíneos contribuye a la carga económica de la cirugía cardíaca. Estas son razones de peso para perseguir agresivamente estrategias para la conservación de la sangre en esta población de pacientes.

Mientras que numerosos factores contribuyen a la hemorragia y la necesidad de transfusión después de la cirugía cardíaca, uno de los principales contribuyentes es la hemodilución resultante de la utilización de circulación extracorpórea. Esta hemodilución ocurre debido al uso de 1-2 litros de solución de cebado que llenan el circuito antes de

que la perfusión del paciente comience y se agrava aún más por el uso de solución de cardioplegia, que en algunos casos puede añadir hasta 2-3 litros al balance total de bomba.⁸

La hemodilución después de la CEC se puede evitar, o al menos reducir, con el uso de ultrafiltración (UF).⁹

Se han propuesto varios métodos para prevenir o atenuar el efecto adverso de la CEC. Hasta la fecha, hay tres tipos de técnicas de ultrafiltración utilizada durante los procedimientos de CPB. La técnica de ultrafiltración convencional (CUF) fue introducida durante la década de 1970 y ha sido utilizada casi rutinariamente durante la CEC para mitigar las consecuencias del síndrome post-perfusión. En 1991, la ultrafiltración modificada (MUF) se aplicó para mejorar la eficacia de la ultrafiltración.¹⁰ Las observaciones han demostrado que la MUF puede inducir hemoconcentración, reducir el sangrado y la acumulación total de agua corporal, mejorar la función de órganos diana después de la perfusión y atenuar la morbilidad después de las operaciones cardíacas.¹¹ También, muchos estudios han demostrado que cero balance de ultrafiltración (ZBUF) reportado por primera vez por Journois et al.¹² realizado durante CPB puede eliminar mediadores y productos inflamatorios de la sangre, tales como factor de necrosis tumoral e interleuquinas y mejorar la oxigenación pulmonar así como disminuir los requerimientos de transfusión de derivados sanguíneos.^{13,14}

Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas y desventajas. Por lo tanto, la aplicación combinada de diferentes estilos de ultrafiltración puede alcanzar su máximo efecto en el paciente que se somete al procedimiento de la CEC.

La diferencia fundamental entre las dos principales técnicas que se llevan a cabo, la CUF y la MUF, reside en que con la primera, que se realiza mientras la derivación cardiopulmonar está instaurada, se ultrafiltra el volumen del circuito a un flujo de filtración aproximado entre 100-200 ml/min/m². 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 a un flujo de 250 ml/min aproximadamente, con una presión de efluente de -200 mmHg y se da por finalizada cuando se ha conseguido un hematocrito objetivo o un volumen de efluente de 1500 ml aproximadamente o cuando han pasado 20 minutos desde el inicio de la técnica. La llamada cero balance ultrafiltrado (Z-BUF) se realiza mediante la administración de un fluido de sustitución igual al volumen de ultrafiltrado. La sustitución más utilizada como fluido es Plasmalyte, una solución electrolítica isotónica. Un alto volumen Z-BUF permite controlar los niveles de potasio en sangre y glucosa largo de la realización de la CEC.

La eliminación del exceso de agua del cuerpo del paciente es la razón principal para utilizar UF durante los procedimientos de CPB. Esto da lugar a efectos clínicos como una reducción de la necesidad de productos sanguíneos, un

aumento en el hematocrito postoperatorio, mejoras de la función cardiaca y pulmonar, y períodos más cortos de tiempo de ventilación mecánica y estancia en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI). Asimismo una mayor eliminación de mediadores de la inflamación tiene beneficios para la recuperación postoperatoria precoz de la función cardiaca de estos pacientes.¹⁵⁻¹⁸

En 2011, la Sociedad Americana de Cirujanos Torácicos y la Sociedad Americana de Anestesiólogos Cardiovasculares realizaban las siguientes recomendaciones para el ahorro de sangre.⁴

Intervenciones en perfusión:

- El uso de ultrafiltración modificada está indicado para la conservación de la sangre y reducir la pérdida de sangre postoperatoria en adultos y cirugía cardiaca pediátrica utilizando CEC. I (A)
- El beneficio del uso de cero balance ultrafiltración no está bien establecido para la conservación de sangre y la reducción del sangrado postoperatorio en operaciones cardiacas adultas. IIb (A)

OBJETIVOS

El objetivo general del presente estudio es sintetizar la evidencia existente para la aplicación de las técnicas de ultrafiltrado en los pacientes adultos sometidos a cirugía cardiaca con circulación extracorpórea.

Los objetivos específicos son:

- Evaluar los efectos de la ultrafiltración en la hemodilución mediante la medición del hematocrito.
- Evaluar los efectos de la ultrafiltración en el sangrado postoperatorio.
- Evaluar los efectos de la ultrafiltración en la estancia en la UCI.

Para ello se decidió llevar a cabo una revisión sistemática y meta- análisis.

MATERIAL Y MÉTODOS

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se formuló un plan detallado, incluyendo una estrategia de búsqueda, selección de los estudios y evaluación de la calidad, el análisis estadístico y la extracción de datos de síntesis. Se siguieron las recomendaciones de la Declaración de PRISMA (Artículos de Información preferidos para Revisiones Sistemáticas y Meta- análisis).¹⁹

La búsqueda de la evidencia existente se realizó en las bases de datos MEDLINE, a través del motor de búsqueda PubMed y en la Web Of Science.

Se definió la siguiente pregunta clínica: Establecer la relación que se deriva de la aplicación de las diferentes técnicas de ultrafiltrado en el paciente sometido a cirugía cardiaca con bypass cardiopulmonar y cirugía extracorpórea con sus resultados clínicos.

Se trasladó al formato P.I.C.O.S.²⁰ (Problema de interés-paciente / intervención a considerar / intervención con la que comparar / resultado clínico que se valora y diseño de los estudios):

P: Paciente sometido a bypass cardiopulmonar y cirugía extracorpórea.

I: MUF / Z-BUF / CUF (técnicas de ultrafiltrado)

C: Grupo control, sin técnicas de ultrafiltrado.

O: Resultados clínicos. (Medidos a través de las variables descritas).

S: Ensayos clínicos randomizados o meta-análisis.

Se comenzó por realizar la búsqueda en PubMed utilizando los tesauros MeSH «Hemofiltration», «Ultrafiltration», «Cardiopulmonary bypass» y «Extracorporeal circulation» para sistematizar la revisión en esta línea. Los términos se unieron por el operador booleano AND, excepto «Hemofiltration» y «Ultrafiltration» que fueron unidos por el operador OR.

Se estableció un límite de tiempo restringiendo los resultados a los diez últimos años, además de cerrar el campo de investigación centrándolo en estudios realizados en humanos. La búsqueda arrojó 110 artículos. Se enumeraron los artículos consecutivamente definiendo un número de referencia para cada uno de ellos.

Para completar la revisión, se continuó con la búsqueda en la base de datos Web Of Science. Para ello, se utilizaron las mismas palabras clave; «Hemofiltration» OR «Ultrafiltration» AND «Cardiopulmonary bypass» AND «Extracorporeal circulation».

Se aplicó el límite de tiempo, restringiendo la búsqueda a los artículos publicados en los últimos diez años y se obtuvieron 26 artículos, de los cuales 8 coincidieron con los resultados de Medline. En este caso, la selección se realizó mediante la lectura de título y los resúmenes.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se definieron las variables que se consideraron relevantes para medir el efecto de las técnicas de ultrafiltrado en los pacientes sometidos a CEC y para poder seleccionar los artículos que las incluyesen en sus análisis; Hematocrito, Sangrado postoperatorio y Estancia en UCI.

Además, para la realización de la revisión sistemática, se incluyeron los artículos que estudiaron las siguientes variables: Duración de ventilación mecánica, estancia en UCI, estancia en el hospital, sangrado por drenajes, número de

transfusiones realizadas, Índice cardíaco, fracción de eyección, resistencias vasculares sistémicas, presencia de fibrilación auricular, dosis de inotrópicos, presión arterial media y niveles de; lactato, plaquetas, leucocitos, creatinina, BUN, APTT, INR, K, MG, IL-6, IL-10, TNF y glucosa.

La extracción de datos fue realizada de forma independiente por dos individuos mediante un formulario de recogida de datos. Todas las discrepancias se resolvieron por consenso.

Tras haber realizado la búsqueda en ambas bases de datos el total de artículos de los cuales se parte para realizar el análisis de las variables que resumirán los resultados clínicos de las terapias de ultrafiltrado fueron 27 artículos.

Se llevó a cabo un resumen de cada uno de ellos para sintetizar la revisión sistemática realizada, incluyendo el número de referencia de cada artículo, el autor principal, el año, tipo de estudio y las principales ideas aportadas. Tabla I.

Para la realización del meta-análisis se seleccionaron los estudios realizados sobre población adulta que incluían las siguientes variables: «Hematocrito», «Sangrado» y «Estancia en UCI».

La Figura 1 muestra el diagrama de flujo PRISMA de la selección final de artículos previa a la fase de realización del Meta-análisis.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El proceso de extracción de datos comenzó por recopilar las principales características de cada uno de los estudios incluidos.

Los estudios incluidos en el meta-análisis se resumieron en la Tabla II, incluyendo número de referencia, primer autor, año, tipo de intervención (ultrafiltración), características de la cirugía realizada tanto del procedimiento como de la cardioplegia. Se incluyeron también la presencia de cegamiento en el estudio y tamaño muestral como indicadores de calidad de los estudios.

Los efectos de las diferentes técnicas fueron evaluados mediante media e intervalo de confianza del 95%. Cuando estos valores no estuvieron disponibles, se estimaron siguiendo la estrategia propuesta por Hozo²¹. El efecto conjunto se determinó mediante diferencia de medias (IC 95%) usando ponderación por el inverso de la varianza y asumiendo un modelo de efectos fijos.

RESULTADOS, META-ANÁLISIS

El estudio analizó 512 pacientes adultos procedentes de los 7 ensayos clínicos randomizados que fueron seleccionados. Los ensayos clínicos habían sido publicados entre 2006 y 2012.

Como puede observarse en la Tabla II, de los siete artículos seleccionados, dos compararon terapias de MUF con un

grupo control, otros dos NMUF con grupo control, dos CUF con control y uno la terapia ZBUF con un grupo control.

Además, cuatro de ellos aplicaron técnicas de cegamiento mientras que los tres restantes no hicieron referencia a si las aplicaron o no.

En el ensayo de Papadopoulos de 2012, se incluyeron pacientes a los que se les realizó cirugía valvular, revascularización coronaria y cirugía de la aorta, con cardioplegia sanguínea-hemática fría. Se estudiaron 25 pacientes en el grupo ZBUF y 25 en el grupo control.

Torina, también en 2012, incluyó a pacientes a los que se les realizó cirugía de revascularización coronaria. En este caso, con cardioplegia hemática templada. Este ensayo clínico se realizó sobre 60 pacientes, 30 en el grupo experimental y 30 en el grupo control. En este caso, se reportaron las técnicas de cegamiento realizadas.

Weber en 2011, incluyó pacientes a los que se les realizó cirugía valvular, revascularización coronaria, cirugía de la aorta y reintervenciones. La cardioplegia empleada fue sanguínea-hemática fría. Este ensayo clínico randomizado estudió 25 pacientes que recibieron técnicas de NMUF y otros 25 en el grupo control.

Zhang Tao en 2009, presentó a pacientes a los que se les realizó cirugía de enfermedades congénitas, cirugía valvular, cirugía de revascularización coronaria y pacientes con defectos en el septo. La cardioplegia empleada fue hemática fría intermitente anterógrada 4:1. 60 pacientes recibieron ZBUF y otros 60 fueron incluidos en el grupo control.

En el estudio de Luciani Remo realizado en 2009, se incluyeron pacientes sometidos a cirugía de revascularización coronaria. La muestra la formaron 40 pacientes, 20 a los que se le aplicaron técnicas de CUF y 20 en el grupo control. No hizo referencia al tipo de cardioplegia empleada pero sí a la estrategia de cegamiento.

Mahrukh Zahoor en 2007, escogió a pacientes a los que se les realizó cirugía valvular y de revascularización coronaria. En este caso, empleó cardioplegia hemática templada y técnicas de cegamiento. Fueron 50 pacientes a los que aplicaron técnicas de MUF frente a 46 del grupo control.

Finalmente, Rick A. Kuntz en 2006 dirigió su ensayo clínico a pacientes intervenidos de cirugía valvular y revascularización coronaria. Se empleó la técnica de cardioplegia hemática fría intermitente 4:1. Se reportaron las técnicas de cegamiento empleadas. En este estudio, 49 pacientes recibieron terapias de CUF y 47 formaron el grupo control.

La mayoría de los estudios mostraron individualmente un efecto beneficioso significativo de ultrafiltración en el aumento del hematocrito^{17,29,37,44}. La Figura 2 muestra el gráfico del análisis agrupado para esta variable. Fueron analizados 422 pacientes procedentes de 5 ensayos clínicos.

Se analizaron las diferencias en media del grupo control menos el grupo experimental y resultó que el grupo control obtuvo de media un 3,74% menos de hematocrito que el ex-

perimental, es decir la aplicación de las técnicas de ultrafiltración consiguió aumentar el hematocrito un 3,74% de media con un intervalo de confianza entre 4,54% y 2,94%.

Para el análisis del sangrado acumulado a las 24 horas se estudiaron 3 ensayos clínicos con un total de 230 pacientes. La estimación del efecto combinado demostró una disminución de la hemorragia postoperatoria de 162 ml / paciente [98,34, 226,52] en pacientes tratados con ultrafiltración. Figura 3.

La mayoría de los estudios no mostraron individualmente un efecto beneficioso significativo de ultrafiltración de la sangre con relación a la estancia en UCI. La estimación combinada, sin embargo, demostró una reducción significativa de las horas de estancia en UCI en pacientes tratados con ultrafiltración. El análisis agrupado incluyó 4 estudios con 270 pacientes estudiados. Figura 4.

En la diferencia de medias obtenemos que el grupo control está de media 0,44 días más en la UCI. Con un intervalo de confianza entre 0,26 y 0,62 días.

Es decir, la aplicación de técnicas de ultrafiltrado en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea acorta la estancia en uci en 10,56 horas de media.

DISCUSIÓN

En este meta-análisis se encontró que la aplicación de las técnicas de ultrafiltración consiguió aumentar el hematocrito un 3,74% de media, resultado medido al finalizar la intervención, resultaría interesante contar con análisis de las mediciones posteriores para valorar si se mantiene esta tendencia o por el contrario el efecto beneficioso inmediato se va amortiguando. La estimación del efecto combinado demostró una disminución de la hemorragia postoperatoria de 162 ml / paciente en pacientes tratados con ultrafiltración siendo este resultado clínicamente relevante además de estadísticamente significativo. Este estudio no ha analizado la repercusión de la ultrafiltración sobre el número de transfusiones sanguíneas pero demuestra que es una técnica eficaz para disminuir el sangrado y por lo tanto probablemente lo sea en el ahorro de sangre. Finalmente la aplicación de técnicas de ultrafiltrado en los pacientes sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea acorta la estancia en uci en 10,56 horas de media, este resultado se obtiene del análisis combinado de estudios que no habían obtenido diferencias significativas entre sus grupo controles y experimentales^{16,17,23} y Whitlock R²⁴ que si había obtenido estancias más cortas en UCI para los grupos experimentales, dato que no debiéramos obviar dado la importancia de realizar una buena gestión que consiga una utilización eficiente de este caro recurso.

Aunque muchos estudios han informado de beneficios de ultrafiltración, esta técnica se utiliza con poca frecuencia en cirugía cardíaca de adultos. En el meta-análisis de Munir

Boodhwani et al⁸, se concluyó que el uso de ultrafiltración en pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca estaba asociado con un menor uso de productos sanguíneos en aproximadamente 0,7 unidades / paciente. Esto fue apoyado además por una reducción en el sangrado postoperatorio en aproximadamente 70 ml / paciente en los tratados con ultrafiltración. Estas diferencias en las transfusiones de sangre y sangrado fueron mayores en ensayos que aplicaban MUF frente a CUF, ya que la MUF se puede utilizar para hemoconcentrar el volumen de sangre, incluso cuando la sangre de la bomba se ha infundido en el paciente.

Sin embargo Kuratani N. et al,¹⁸ en 2011, en un meta-análisis de ensayos clínicos aleatorios sobre población pediátrica que incluyó ensayos que compararon MUF con CUF concluyó que la ventaja de ultrafiltración modificada con respecto a la ultrafiltración convencional consiste en una significativa mejora de las condiciones clínicas en el período postbypass inmediato aumentando la tensión arterial media y el hematocrito, pero no obtuvo beneficios sobre los parámetros de los resultados postoperatorios; (sangrado por drenajes, horas de ventilación mecánica y días de estancia en UCI) no fueron significativamente estadísticos.

Los beneficios de la ultrafiltración manifestados en los ensayos revisados incluyen el aumento hematocrito,^{15,22,28,37,40} la reducción de los mediadores de la respuesta inflamatoria circulantes,^{16,27} la mejora del rendimiento cardiovascular^{40,42} y la mejora de parámetros respiratorios.^{15,32,38}

El bajo peso corporal en repetidas ocasiones se ha demostrado que es un predictor de transfusiones de sangre postoperatorias^{45,46} debido al aumento relativo de la hemodilución experimentado por estos pacientes. Aunque ninguno de los estudios incluidos en este meta-análisis evaluó específicamente los beneficios de la UF en pacientes con bajo peso corporal, es probable que los beneficios de la UF sean aún mayores en esta población de pacientes donde el control de la volemia cobra mayor importancia.

Algunos estudios muestran además que la hemofiltración conduce a una reducción significativa de la proteína de unión de lipopolisacárido y complejo del complemento terminal poco después de la cirugía.¹⁶ A través de la eliminación de endotoxinas y factor de complemento, la MUF puede ejercer sus efectos beneficiosos en los pacientes de cirugía cardíaca de alto riesgo.

Otros estudios por el contrario concluyen que: la MUF no es capaz de reducir la respuesta inflamatoria y no muestra clínica efectos beneficiosos después de la CEC en pacientes adultos sometidos a CEC.¹⁷

LIMITACIONES

Este estudio tiene varias limitaciones; por un lado los datos analizados provienen de datos agregados de los ensayos clínicos, hubiera sido óptimo poder analizar los datos

individuales. Por otro lado en este estudio, se combinaron ensayos que evaluaron diferentes métodos de ultrafiltración, sin embargo, es importante tener en cuenta que existen diferencias fundamentales entre técnicas de ultrafiltración convencional y modificadas.

Este meta-análisis ha sintetizado la evidencia a partir de 7 ensayos clínicos aleatorios que evaluaron los efectos de la ultrafiltración en pacientes quirúrgicos cardíacos adultos. A pesar de limitaciones anteriormente expuestas, el balance de la evidencia parece indicar un efecto beneficioso de ultrafiltración en el hematocrito, el sangrado postoperatorio e incluso reducir levemente la estancia en UCI. Se necesitan más ensayos clínicos aleatorios para definir con claridad los beneficios del tratamiento y para identificar subgrupos de pacientes en los cuales el beneficio es mayor.

CONCLUSIONES

El uso de ultrafiltración se asocia con un aumento de las cifras de hematocrito tras la cirugía, una reducción de sangrado postoperatorio y una disminución de la estancia en UCI en pacientes adultos sometidos a cirugía cardíaca con circulación extracorpórea.

CONFLICTO DE INTERESES

Las autoras declaran no tener conflicto de intereses.

BIBLIOGRAFÍA

- Heyn J, Beiras-Fernandez A, Luchting B, Briegel J, Weis F. Inflammatory reactions and hydrocortisone in the setting of cardiac surgery: an overview. *Cardiovasc Hematol Agents Med Chem*. 2011; 9:56-61.
- Estafanous FG. Bleeding hearts. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1991;5(6 Suppl 1):2-3.
- Taneja R, Fernandes P, Marwaha G, Cheng D, Bainbridge D. Perioperative coagulation management and blood conservation in cardiac surgery: A Canadian Survey. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2008;22:662-9.
- Ferraris VA, Brown JR, Despotis GJ, Hammon JW, Reece TB, Saha SP, et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg*. 2011;91:944-82.
- Koch CG, Li L, Duncan AI, Mihaljevic T, Cosgrove DM, Loop FD, et al. Morbidity and mortality risk associated with red blood cell and blood-component transfusion in isolated coronary artery bypass grafting. *Crit Care Med*. 2006;34:1608-16.
- Blumberg N. Allogeneic transfusión and infection: economic and clinical implications. *Semin Hematol*. 1997; 34:34-40.
- Leyh RG, Bartels C, Joubert-Hubner E, Bechtel JF, Sievers HH. Influence of modified ultrafiltration on coagulation, fibrinolysis and blood loss in adult cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001;19:145-51.
- 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; 30: 892-897. Epub 2006 Oct 13.
- 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: 684-93.
- Naik SK, Knight A, Elliott Mj. A successful modification of ultrafiltration for cardiopulmonary bypass in children. *Perfusion*. 1991; 6:41-50
- Luciani GB, Menon T, Vecchi B, Auriemma S, Mazzucco A. Modified ultrafiltration reduces morbidity after adult cardiac operations. *Circulation*. 2001; 104[suppl I]:I-253-259.
- Journois D, Israel-Biet D, Pouard P, Rolland B, Silvester W, Vouhé P, et al. High-volume, zero- balanced hemofiltration to reduce delayed inflammatory response to cardiopulmonary bypass in children. *Anesthesiology*. 1996; 85: 965-976.
- Berdar PA, Eichenberger E, Ebel J, Pfammatter JP, Pavlovic M, Zobrist C, et al. Elimination of proinflammatory cytokines in pediatric cardiac surgery: analysis of ultrafiltration method and filter type. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2004; 127: 1688-1696.
- Huang H, Yao T, Wang W, Zhu D, Zhang W, Chen H, et al. Continuous ultrafiltration attenuates the pulmonary injury that follows open heart surgery with cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 2003; 76: 136-140.
- Türköz A, Tunçay E, Balci ŞT, Can MG, Altun D, Türköz R, et al. The Effect of Modified Ultrafiltration Duration on Pulmonary Functions and Hemodynamics in Newborns and Infants Following Arterial Switch Operation. *Pediatr Crit Care Med*. 2014 Sep;15(7):600-7.
- Papadopoulos N, Bakhtiary F, Grün V, Weber CF, 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 Jul;28(4):306-14.
- Torina AG, Silveira-Filho LM, Vilarinho KA, Eghtesady 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 Sep;144(3):663-70.
- Kuratani N, Bunsangjaroen P, Srimueang T, Masaki E, Suzuki T, Katogi T. Modified versus conventional ultrafiltration in pediatric cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled trials comparing clinical outcome parameters. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011 Oct;142(4):861-7.

19. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, for the PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ*. 2009; 339: b2535-b2535.
20. Liberati A., Douglas G., Altman, Tetzlaff J., Mulrow C., Gotzsche P.C. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2009; 62: e1-e34.
21. Hozo, S., Djulbegovic, B., & Hozo, I. Estimating the mean and variance from the median, range, and the size of a sample. *BMC medical research methodology*. 2005; 5(1).
22. Castro RP, Croti UA, Machado MN, Murillo HG, Rincon OYP, Policarpo SR, et al. Conventional ultrafiltration with technical modification in congenital heart defect surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2006; 21(1): 42-49.
23. Mohanlall R, Adam J1, Nemlander A. Venoarterial modified ultrafiltration versus conventional arteriovenous modified ultrafiltration during cardiopulmonary bypass surgery. *Ann Saudi Med*. 2014 Jan-Feb;34(1):18-30.
24. Whitlock R, Mathew J, Eikelboom J, Al-Saleh AM, Yuan F, Teoh K. Processed residual pump blood in cardiac surgery: the Processed Residual Blood in Cardiac surgery trial. *Transfusion*. 2013 Jul;53(7):1487-92.
25. Zhu X, Ji B, Wang G, Liu J, Long C. The effects of zero-balance ultrafiltration on postoperative recovery after cardiopulmonary bypass: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Perfusion*. 2012 Sep;27(5):386-92
26. Weber CF, Jámbor C, Strasser C, Moritz A, Papadopoulos N, Zacharowski K, et al. Normovolemic modified ultrafiltration is associated with better preserved platelet function and less postoperative blood loss in patients undergoing complex cardiac surgery: a randomized and controlled study. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2011 May;141(5):1298-304.
27. Wang J, Wu JJ, Ren XY, Chen CL, Qiao J, Abudurehman M, et al. Application of low-volume zero- balanced ultrafiltration and its effect on blood propofol concentration: a randomized controlled trial. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2010 Apr;51(2):257-63.
28. 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 Mar;139(3):701-6.
29. Zhang T, Gao CQ, Li JC, Wang JL, Li LB, Xiao CS. Effect of subzero-balanced ultrafiltration on postoperative outcome of patients after cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2009 Nov;24(6):401- 8.
30. Mauermann WJ, Nuttall GA, Cook DJ, Hanson AC, Schroeder DR, Oliver WC. Hemofiltration during cardiopulmonary bypass does not decrease the incidence of atrial fibrillation after cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2010 Feb 1;110(2):329-34.
31. 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):462-6.
32. Luciani R, Goracci M, Simon C, Principe F, Fazzari L, Punzo G, et al. Reduction of early postoperative morbidity in cardiac surgery patients treated with continuous veno-venous hemofiltration during cardiopulmonary bypass. *Artif Organs*. 2009 Aug;33(8):654-7.
33. Ziegeler S, Raddatz A, Schneider SO, Sandmann I, Sasse H, Bauer I, et al. Effects of haemofiltration and mannitol treatment on cardiopulmonary-bypass induced immunosuppression. *Scand J Immunol*. 2009 Mar;69(3):234-41.
34. Steffens TG, Kohmoto T, Edwards N, Wolman RL, Holt DW. Effects of modified ultrafiltration on coagulation as measured by the thromboelastograph. *J Extra Corpor Technol*. 2008 Dec;40(4):229-33.
35. 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):511-4.
36. Antunes N, Dragosavc D, Petrucci Junior O, Oliveira PP, Kosour C, Blotta MH, et al, The use of ultrafiltration for inflammatory mediators removal during cardiopulmonary bypass in coronary artery bypass graf surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2008 Apr-Jun;23(2):175-82.
37. Zahoor M, Abbass S, Khan AA, Ahmad SA. Modified ultrafiltration: role in adult cardiac surgical haemostasis. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2007 Oct-Dec;19(4):49-54.
38. Song LO, Yinglong LI, Jinping LI. Effects of zero-balanced ultrafiltration on procalcitonin and respiratory function after cardiopulmonary bypass. *Perfusion*. 2007 Sep;22(5):339-43.
39. Yoshimura N, Oshima Y, Yoshida M, Murakami H, Matsuhi-sa H, Yamaguchi M. Continuous hemodiafiltration during cardiopulmonary bypass in infants. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2007 Oct;15(5):376-80.
40. Aggarwal NK, Das SN, Sharma G, Kiran U. Efficacy of combined modified and conventional ultrafiltration during cardiac surgery in children. *Ann Card Anaesth*. 2007 Jan;10(1):27-33.
41. Takabayashi S1, Shimpo H, Yokoyama K, Iwata H. Relationship between increased blood pressure and hematocrit during modified ultrafiltration for pediatric open heart surgery. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2007 Jan;55(1):12-8.
42. Wang W, Zhu DM, Huang HM, Cai XM, Xu C, Jlang LM, et al. Effect of flow rate, negative pressure, and duration of modified ultrafiltration on hemodynamics and inflammatory mediators. *ASAIO J*. 2007 Jan-Feb;53(1):41-5.
43. 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):1291-8.

44. Kuntz RA, Holt DW, Turner S, Stichka L, Thacker B. Effects of conventional ultrafiltration on renal performance during adult cardiopulmonary bypass procedures. *J Extra Corpor Technol.* 2006 Jun;38(2):144-53.
45. Khanna MP, Hebert PC, Fergusson DA. Review of the clinical practice literature on patient characteristics associated with perioperative allogeneic red blood cell transfusion. *Transfus Med Rev.* 2003;17:110-9.
46. Schwann TA, Habib RH, Zacharias A, Parenteau GL, Rioridan CJ, Durham SJ, et al. Effects of body size on operative, intermediate, and longterm outcomes after coronary artery bypass operation. *Ann Thorac Surg.* 2001;71:521-30.

Figura 1. Mapa conceptual selección de artículos

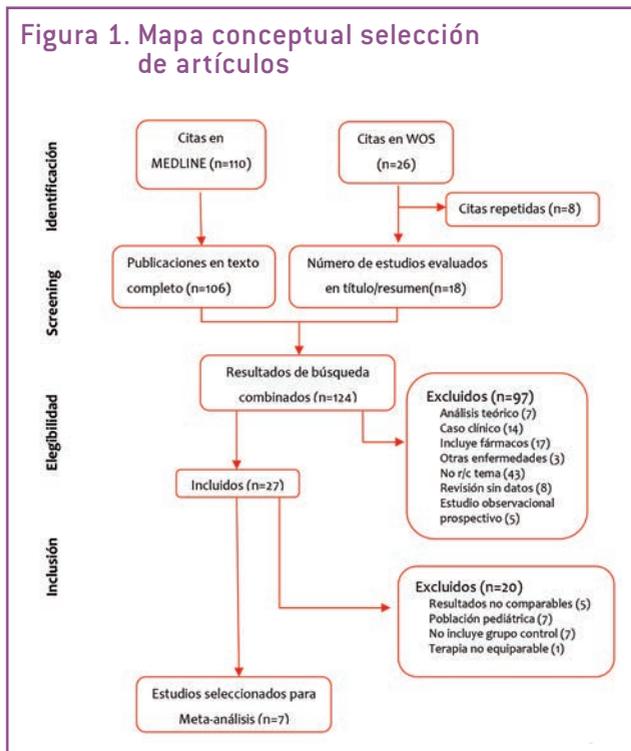


Figura 2. Gráfico forest plot hematocrito medido al final de la intervención

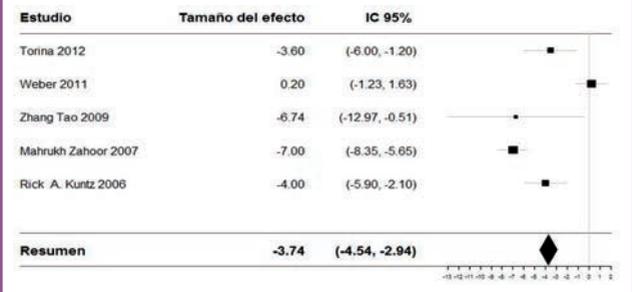


Figura 3. Gráfico forest plot sangrado acumulado a las 24h tras la cirugía

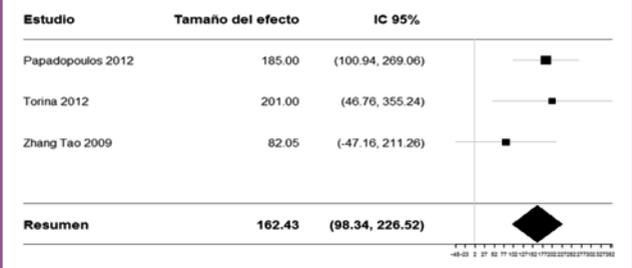


Figura 4. Gráfico forest plot días de estancia en UCI

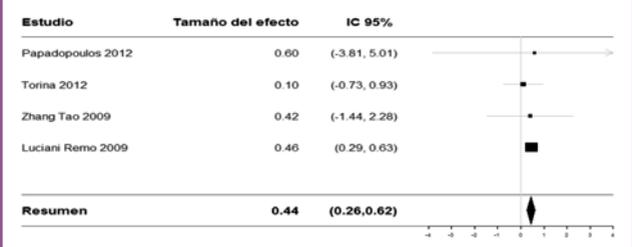


Tabla I. Valores de los parámetros registrados durante la circulación extracorpórea

Nº	Autor	Año	Resumen resultados
W26	Reginaldo Pereira de Castro et al. ²²	2006	Estudio retrospectivo. 2 grupos: Grupo A [CUF convencional, n= 130] y Grupo B [CUF modificada n=171]. Variables de resultado: Hematocrito, INR, plaquetas, transfusiones, creatinina, volumen diuresis, estancia en UCI, días VM y drogas vasoactivas. Conclusiones: La terapia CUF con la modificación técnica no fue mejor que CUF convencional, porque a pesar de la elevación del hematocrito después del bypass, causó mayor sangrado postoperatorio con una mayor necesidad de transfusiones de sangre y estancias más largas en el hospital.
4	Türköz Ayda. et al. ¹⁵	2014	Estudio multicéntrico randomizado prospectivo. 3 grupos: MUF 10min + CUF (n=20), MUF 15min + CUF (n=20) y MUF 20min + CUF (n=20). Variables de resultado: Compliance, capacidad de intercambio de gases, parámetros hemodinámicos, inotrópicos, sangrado, transfusiones, hematocrito, días VM, estancia hospitalaria y estancia en UCI. Conclusiones: La ultrafiltración modificada mejoró la compliance pulmonar y el intercambio gaseoso en todos los grupos. El aumento de hematocrito y niveles de presión sanguínea, también se observaron con la MUF. Sin embargo, la duración extendida de modificar ultrafiltración no tuvo un impacto significativo en la duración de la intubación o en la estancia en la UCI.
8	Mohanlal R. et al. ²³	2014	Ensayo clínico randomizado. 2 grupos.: CUF + AV MUF (n=30) y CUF + VAMUF (n=30) Variables de resultado: Iones, ácido úrico, días en UCI, hospitalización, balance de líquidos, frecuencia cardíaca, presión arterial media, presión venosa central, parámetros gasométricos, hematocrito, hemoglobina, plaquetas, lactato... Conclusión: Los resultados demuestran que VAMUF es una técnica más fisiológica que AV MUF.
19	Papadopoulos N. et al. ¹⁶	2012	Ensayo clínico prospectivo aleatorizado. 2 grupos: N-MUF (n=25) y Control (n=25). Variables de resultado: Interleuquinas, TNF, reintervenciones, Insuficiencia renal, dosis vasopresores, lactato, sangrado, estancia en UCI y hospitalaria. Conclusiones: La terapia N- MUF conduce a una reducción significativa de la proteína de unión de lipopolisacárido y complejo terminal del complemento y se asoció con la menores pérdidas sanguíneas y concentraciones de lactato más bajas postoperatorias poco después de la cirugía.
22	Whitlock R. et al. ²⁴	2013	Ensayo clínico aleatorio. 2 grupos: Sangre procesada (n=99) y Grupo control (n=98). Variables de resultado: Hematocrito, transfusiones y sangrado. Conclusión: La ultrafiltración del volumen residual en la CEC adultos sometidos a cirugía de revascularización coronaria aislada no hace reducir la necesidad de transfusión o sangrado.
27	X. Zhu et al. ²⁵	2012	Meta-análisis a través de ensayos controlados aleatorios. Adultos y pediátrica. Incluye ensayos que realizan Z-BUF. Variables de resultado: Duración ventilación mecánica, estancia en UCI. Conclusión: Los beneficios de la Z - BUF no son aparentes, según el informe. Nuevos estudios serán necesarios.
29	Torina et al. ¹⁷	2012	Ensayo clínico aleatorizado. 2 grupos: MUF (n=15) y Grupo control (n=15). Variables de resultado: Gradiente O ₂ , transfusiones, sangrado, IC, hematocrito, lactato, plaquetas, creatinina, APTT, INR, leucocitos, días UCI, días hospitalización, IL-6, p selectina, TNF. Conclusiones: El uso de MUF se asoció con un aumento de la respuesta inflamatoria, menor sangrado por los tubos de drenaje y menos transfusiones de sangre en adultos sometidos a cirugía de revascularización coronaria.
37	Kuratani N. et al. ¹⁸	2011	Meta análisis de ensayos controlados aleatorios. Incluye ensayos que comparan MUF con CUF en población pediátrica. Variables de resultado: Hematocrito, tensión arterial media, sangrado por drenajes, horas de ventilación mecánica y días de estancia en UCI. Conclusiones: La ventaja de ultrafiltración modificada con respecto a la ultrafiltración convencional consiste en una significativa mejora de las condiciones clínicas en el período postbypass inmediato. Los parámetros de los resultados postoperatorios no fueron significativamente estadísticos.
40	Friedrich Weber C. et al. ²⁶	2011	Ensayo clínico prospectivo aleatorizado. 2 grupos: Grupo control (n=25) y Grupo N-MUF (n=25). Variables de resultado: PH, calcio, temperatura, hematocrito, plaquetas, fibrinógeno, INR, APTT y tromboelastometría. Conclusiones: N-MUF mejoró la agregación plaquetaria y en general redujo la pérdida de sangre postoperatoria en una significativa manera. Sin embargo, la realización de N-MUF no dio lugar a la menor necesidad de transfusión postoperatoria.
48	Wang J. et al. ²⁷	2010	Ensayo clínico randomizado. 2 grupos: Ultrafiltración (n=20) y Control (n=20). Variables de resultado: IL-6, IL-10, TNF, troponina y niveles de propofol. Conclusiones: Los niveles sanguíneos de troponina I, TNF- α , IL 6 e IL 10 después de la cirugía fueron significativamente más bajos en el grupo Z-BUF que en el control después del fin del bypass.
50	Munir Boodhwani et al. ²⁸	2010	Ensayo clínico aleatorizado. 2 grupos: MUF (n=29) y Grupo control (n=36) Variables de resultado: Hemoglobina, dosis vasopresores y transfusión de hemoderivados. Conclusiones: La ultrafiltración modificada fue eficaz para la hemoconcentración después de bypass cardiopulmonar en pacientes de bajo peso corporal, pero se asocia con una mayor necesidad de vasopresores.

Nº	Autor	Año	Resumen resultados
52	Zhang Tao et al. ²⁹	2009	<p>Ensayo clínico aleatorizado/randomizado.</p> <p>2 grupos: Grupo Z-BUF (n=60) y Grupo control (n= 60)</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Volumen diuresis, balance de líquidos, volumen celular, transfusiones, hematocrito, lactato, glucosa y balance urémico nitrogenado (BUN).</p> <p>Conclusiones: La terapia Z-BUF durante la derivación cardiopulmonar puede disminuir eficazmente la morbilidad hospitalaria de los pacientes y el volumen de transfusión de sangre; también puede promover la recuperación postoperatoria precoz de los pacientes. La aplicación rutinaria de Z-BUF ultrafiltración durante las operaciones cardíacas adultas no debería ser necesario, pero la técnica debe ser comparado con otra.</p>
55	Mauermann William J. et al. ³⁰	2009	<p>Revisión retrospectiva de estudio prospectivo aleatorizado.</p> <p>3 grupos: Grupo de control (n=62), grupo de hemofiltración (n=64) y grupo al que se le administraron esteroides (n=59).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Fibrilación auricular (FA).</p> <p>Conclusiones: Los cortico-esteroides peri-operatorios o el uso de la hemofiltración durante la CEC no disminuyó la incidencia de FA tras la cirugía cardíaca.</p>
56	Roscitano Antonio et al. ³¹	2009	<p>Estudio prospectivo no randomizado.</p> <p>3 grupos: Grupo A (Cirugía extracorpórea -CEC- con CVVH n=40); Grupo B (CEC sin CVVH n=44) y Grupo C (sin CEC n=40).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Fracción de filtrado glomerular y fallo renal.</p> <p>Conclusiones: El análisis multivariado mostró que la hemofiltración intraoperatoria en la cirugía sin bomba protege la función renal postoperatoria. Los factores de riesgo independientes para la disfunción renal postoperatoria fueron años ≥ 70, fracción eyección ventrículo izquierdo $< 35\%$, y la tasa de filtración glomerular preoperatoria.</p>
58	Luciani Remo et al. ³²	2009	<p>Ensayo clínico randomizado.</p> <p>2 grupos: Grupo control (n=20) y Grupo CHHV (n=20).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Bicarbonato, reintervenciones, daño neurológico, presión arterial media, sangrado, plaquetas, fibrinógeno, SatO₂, PH, estancia en UCI y duración media de ventilación mecánica (VAM).</p> <p>Conclusiones: El análisis de las variables postoperatorias mostró una reducción significativa de VAM en el grupo tratado y la estancia en la UCI. El uso de CVVH intraoperatoria durante bypass cardiopulmonar se asocia con una menor morbilidad postoperatoria temprana.</p>
63	Ziegeler S. et al. ³³	2009	<p>Ensayo clínico randomizado.</p> <p>3 grupos: Grupo M (manitol, n=17), Grupo H (hemofiltración, n=17) y Grupo C (control, n=11).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: IL-10 y TNF.</p> <p>Conclusiones: No se observaron diferencias significativas en cuanto a la expresión de HLA-DR o la liberación de citoquinas que se pudieran demostrar. Este estudio muestra que la supresión de la respuesta inmune estimulada después de la CEC puede potencialmente ser aliviada por el manitol o la hemofiltración en un grupo experimental. Los datos muestran que esta depresión de la respuesta inmune podría afectar el curso postoperatorio de los pacientes.</p>
68	Steffens Thomas G. et al. ³⁴	2008	<p>Ensayo clínico aleatorizado prospectivo.</p> <p>2 grupos: MUF (n=10) y No MUF (n=9).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Valores de tromboelastografía, hemoglobina y plaquetas, balance de líquidos, unidades procesadas por cell-saber y sangrado por drenajes.</p> <p>Conclusiones: No hubo diferencia estadística en 24 horas en salidas por tubo de tórax, los valores tromboelastográficos, o transfusiones en cualquier punto de tiempo entre la MUF y no-MUF. Hubo una diferencia significativa entre MUF y no-MUF en el número de unidades de rescate de células autólogas procesadas. Existió una diferencia significativa en las unidades de sangre procesada autóloga al final del procedimiento y de equilibrio de líquidos, lo cual puede indicar que la MUF es beneficioso para los pacientes.</p>
69	Ghassan S. Musleh et al. ³⁵	2008	<p>Ensayo clínico aleatorizado.</p> <p>2 grupos: Grupo A (hemofiltración n=40) y Grupo B (no hemofiltración n=39).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Interleuquinas, creatinina y urea.</p> <p>Conclusiones: La hemofiltración durante la circulación extracorpórea no tiene un efecto protector sobre la función renal postoperatoria. La hemofiltración no tiene ningún efecto sobre el nivel de IL6 y IL10.</p>
74	Antunes Nilson et al. ³⁶	2008	<p>Ensayo clínico aleatorizado.</p> <p>2 grupos: Grupo I (no ultrafiltración n=20) y Grupo II (ultrafiltración n=20).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Interleuquinas, TNF, SOFA score.</p> <p>Conclusiones: La ultrafiltración con el tipo de filtro utilizado en este estudio no tuvo ningún efecto en la disfunción orgánica y debe ser utilizado sólo para el control de la volemia en los pacientes que se someten a bypass cardiopulmonar.</p>
80	Mahrukh Zahoor et al. ³⁷	2007	<p>Ensayo clínico aleatorizado.</p> <p>2 grupos: MUF (n=50) y Control (n=46).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Hemoglobina, hematocrito y transfusión de concentrados de hemáties y plasma.</p> <p>Conclusiones: La ultrafiltración modificada es un procedimiento seguro que logra con éxito la hemoconcentración, disminuye la pérdida de sangre y la necesidad de transfusión después de la cirugía cardíaca en la población adulta.</p>
84	Lou Song et al. ³⁸	2007	<p>Ensayo clínico aleatorizado. Población pediátrica.</p> <p>2 grupos: Grupo control (CUF n=10) y Grupo ensayo (CUF + ZBUF n=10).</p> <p>VARIABLES DE RESULTADO: Procalcitonina (PCT), horas de ventilación mecánica, compliance, PaCO₂, índice de oxigenación, dif. entre oxigenación alveolar y arterial.</p> <p>Conclusiones: La PCT se redujo en el grupo de ensayo entre 12 y 48 h después de la operación, pero las diferencias no fueron significativas. El tiempo de intubación fue menor en el grupo de prueba. Se encontró una correlación positiva entre el pico concentración de PCT y el tiempo de intubación. ZBUF pareció mejorar la ventilación y acortar el tiempo de intubación. La mejora de la función respiratoria puede ser debido a la menor concentración en plasma de PCT.</p>

Nº	Autor	Año	Resumen resultados
92	Naoki Yoshimura et al. ³⁹	2007	Estudio retrospectivo. Población pediátrica. 2 grupos: Grupo CHDF + MUF (n=60) y Grupo HF + MUF (n=60). Variables de resultado: Requerimiento de bicarbonato, producción de orina, concentración de lactato, dosis de inotrópicos, duración de ventilación mecánica y estancia en UCI. Conclusiones: Esta estrategia terapéutica puede conferir una ventaja en el mantenimiento de las condiciones más fisiológicas durante el bypass cardiopulmonar en los bebés pequeños.
96	Naresh Kumar Aggarwal et al. ⁴⁰	2007	Ensayo clínico aleatorizado. Población pediátrica. 2 grupos: Grupo I (CUF n=15) y Grupo II (CUF + MUF n=15). Variables de resultado: Fracción de eyección, frecuencia cardíaca, presión arterial, presión venosa central, hematocrito, sangrado por tubos torácicos, horas de ventilación mecánica y días de estancia en UCI. Conclusiones: La ultrafiltración combinada tiene un efecto beneficioso hemodinámico con mejoría de la FE y la FAC. Eso mejora el hematocrito y disminuye el drenado por el drenaje torácico.
97	Shin Taabayashi et al. ⁴¹	2007	Estudio retrospectivo. Población pediátrica. 2 grupos: C (CUF n=15) y M (MUF n=15). Variables de resultado: Frecuencia cardíaca, presión venosa central y dosis de dopamina. Conclusiones: No se han demostrado correlaciones entre los aumentos de la presión arterial y de hematocrito. Estos resultados indican que la hemoconcentración no es la causa principal del aumento de la presión arterial durante la MUF.
102	Wei Wang et al. ⁴²	2007	Ensayo clínico randomizado. Población pediátrica. 4 grupos: C (MUF convencional n=40), H (MUF de alto flujo n=40), P (MUF con elevada presión negativa n=40) y L (MUF de larga duración n=40). Variables de resultado: Hematocrito, frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica, IL-6 y TNF. Conclusiones: Los cambios en el peso corporal, la frecuencia cardíaca, la presión arterial, y el hematocrito fueron similares en todos los grupos. El aumento de la extensión de los mediadores de la inflamación era un poco menor en el grupo L. La ultrafiltración modificada puede revertir y mejorar la hemodilución, la función cardíaca, incluso con alta velocidad de flujo o presión negativa. Aunque la prolongación de la duración de MUF puede rebajar la concentración de algún mediador inflamatorio, no tuvo ningún efecto evidente en los pacientes en la recuperación postoperatoria.
104	Glyn D. Williams et al. ⁴³	2006	Ensayo clínico randomizado, población pediátrica. 3 grupos: D (CUF dilucional n=19), M (MUF n=20), B (MUF+CUF n=21). Variables de resultado: Duración ventilación mecánica, duración de los drenajes, transfusiones y días de hospitalización. Conclusiones: No hubo ninguna ventaja clínica en la combinación de ultrafiltración convencional y modificada. Debido a que los resultados clínicos fueron similares en todos los grupos, la relación de los riesgos de las estrategias de ultrafiltración puede influir en la elección de la técnica.
107	Rick A. Kuntz et al. ⁴⁴	2006	Ensayo clínico randomizado. 2 grupos: CUF (n=49) y grupo control No CUF (n=47) Variables de resultado: Hematocrito, transfusión de concentrados de hemáties, balance de líquidos, creatinina, presión arterial media y volumen de orina. Conclusiones: CUF agresiva puede ser utilizado con seguridad durante el bypass cardiopulmonar en la población adulta para reducir la acumulación de líquido y elevar el hematocrito de derivación sin afectar de bypass o la producción de orina intraoperatoria.

Tabla II. Características de los estudios incluidos en el meta-análisis

	Año	Tipo de tratamiento	Procedimiento quirúrgico	Cardioplegia	Cegamiento	N
Papadopoulos	2012	NMUF – Control	Cirugía valvular, revascularización coronaria y cirugía de la aorta.	Sanguínea-hemática fría	No reportado	25+25
Torina	2012	MUF – Control	Cirugía de revascularización coronaria.	Sanguínea-hemática templada	Si	30+30
Weber	2011	NMUF – Control	Cirugía valvular, revascularización coronaria, cirugía de la aorta, reintervenciones.	Sanguínea-hemática fría	No reportado	25+25
Zhang Tao	2009	ZBUF – Control	Cirugía enfermedades congénitas, cirugía valvular, cirugía de revascularización coronaria y efectos del septo.	Hemática fría intermitente anterógrada 4:1	No reportado	60+60
Luciani Remo	2009	CUF – Control	Cirugía de revascularización coronaria.	No específica	Si	20+20
Mahrukh Zahoor	2007	MUF – Control	Cirugía valvular y de revascularización coronaria.	Sanguínea-hemática templada	Si	50+46
Rick A. Kuntz	2006	CUF – Control	Cirugía valvular y de revascularización coronaria.	Hemática fría intermitente 4:1	Si	49+47
Total						512