

Reducción del uso de Productos Sanguíneos Asociada al Empleo Rutinario de Mini Sistemas de Derivación en Circulación Extracorpórea.

M Perthel, A. Klingbeil, L. El-Ayoubi, M. Gerick y J. Laas.

Herz-und Gefabzentrum Bad Bevensen, Alemania..

Publicación original: Perfusion 2007;22:9-14. Traducido del original por Eliseo Portilla de Buen.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es investigar la hipótesis de que un sistema de circulación extracorpórea con purgado reducido que asegure una menor la hemodilución del paciente puede afectar al uso de productos sanguíneos.

Métodos: Llevamos a cabo un estudio prospectivo aleatorizado a partir de un grupo de 60 pacientes consecutivos sometidos a aplicación de injertos de puente arterial coronario (CABG) comparando el uso de productos sanguíneos y el sangrado postoperatorio entre 30 mini sistemas de derivación (n = 30) y 30 sistemas convencionales (n = 30). Las características demográficas de los pacientes de ambos grupos en términos de peso, talla, edad, hemoglobina preoperatoria, hematocrito preoperatorio, superficie corporal, fracción de expulsión y clasificación de la NYHA no fueron diferentes estadísticamente.

Resultados: El uso de productos sanguíneos, incluyendo plasma fresco congelado (PFC) y sangre homóloga fue rastreado durante la estancia en quirófano y dentro de la unidad de cuidados intensivos (UCI). En el grupo con mini sistema, no se realizaron transfusiones de sangre homóloga en el quirófano, aunque 27% de los pacientes recibieron por lo menos una unidad en UCI. En el grupo control, 43% de los pacientes recibieron al menos una unidad de sangre en el quirófano o la UCI. Hubo una reducción estadísticamente significativa de 38% en el uso de productos de sangre homóloga (p = 0.05). Para los pacientes que recibieron sangre homóloga, también hubo una reducción significativa en el volumen transfundido (0.53 ±0.90 unidades de sangre con mini circuito vs. 1.3 ±1.93 unidades en grupo convencional, p <0.05). En términos de PFC, hubo también una diferencia significativa entre ambos grupos (0 unidades transfundidas en el grupo mini sistema vs. 3 pacientes que recibieron una unidad de PFC en el grupo control, p<0.001). El sangrado posoperatorio acumulado durante la estancia en la UCI también se evaluó y se detectó una reducción significativa (365 ±495 ml minisistema vs. 825 ±975 ml convencional, p <0.05).

Conclusión: El mini sistema reduce la hemodilución en bomba y por lo tanto el uso de sangre de donador en pacientes rutinarios de CABG, comparado con circuitos extracorpóreos convencionales y puede reducir el sangrado postoperatorio, comparado con un sistema tradicional. El mini sistema es seguro para el uso clínico rutinario y permite manejar fácilmente el mismo número de anastomosis que con un sistema tradicional y debería considerarse como una alternativa favorable a la circulación extracorpórea convencional en todos los casos de revascularización.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to investigate the hypothesis that a reduced prime extracorporeal circulation (ECC) system and ensuing reduction in patient hemodilution can affect blood product use.

Methods: We performed a prospective, randomized study from a group of 60 consecutive coronary artery bypass graft (CABG) patients, comparing blood product usage and postoperative bleeding in 30 mini bypass systems (n=30) to 30 conventional systems (n=30). The patient demographics in terms of patient weight, height, age, preoperative hemoglobin, preoperative hematocrit, BSA, ejection fraction, and NYHA were not statistically significant.

Results: Blood product use, including fresh frozen plasma (FFP) and homologous blood transfusions was tracked through the operating theater and into the intensive care unit. In the mini bypass group, while no homologous blood transfusions were given in the OR, 27% of the patients received at least one unit of homologous blood. In the control group, 43% of the patients received at least one unit of blood in the OR or in the ICU and there was a statistically-significant 38% reduction in homologous blood product use (p/0.05). For the patients who received homologous blood, there was also a significant reduction in transfused volume (0.539/0.90 units blood mini bypass vs 1.39/1.93 units conventional, pB/0.05). In

terms of FFP, there was also a statistically significant difference between the two groups (0 units transfused in mini bypass group vs 3 patients receiving one unit FFP in the control group, pB/0.001). Cumulative postoperative bleeding during the ICU stay was also evaluated, yielding a significant reduction (3659/495 ml mini bypass vs 8259/ 975 ml conventional, pB/0.05).

Conclusion: Mini bypass reduces on-pump hemodilution and, therefore, donor blood usage in routine CABG patients as compared to conventional ECC circuits and can reduce postoperative bleeding as compared to a traditional system. The mini bypass system is safe in routine clinical use and can manage easily the same number of anastomoses as a traditional system and should be considered a favorable alternative to conventional ECC in all revascularization cases.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos cinco años, ha habido un interés renovado en cuestionar algunos de los fundamentos filosóficos aceptados de la circulación extracorpórea (CEC). Al principio de la CEC, se reconoció a la hemodilución como una forma efectiva de contender con el tamaño del sistema utilizado para CEC y para el manejo del paciente en hipotermia.¹ Sin embargo, con el surgimiento de una población de pacientes más vieja y compleja y la aceptación clínica del uso rutinario de normotermia ha surgido un enfoque renovado sobre la mejora del circuito de derivación cardiopulmonar (DCP) en términos de la hemodilución. La hemodilución excesiva se ha reconocido como la causa primaria de la falla de hemostasia, en términos de una baja en las proteínas de la coagulación y fibrinólisis durante la DCP² y se ha identificado como un contribuyente importante a la disfunción orgánica durante la DCP³ junto con un aumento en el riesgo de morbilidad a largo plazo y mortalidad a corto plazo.^{4,5} Una reducción del uso de productos de sangre homóloga sigue de manera lógica de una reducción de la hemodilución durante CEC; consecuentemente, hay también un interés creciente en el campo de la cirugía cardiovascular sobre la reducción del uso de productos sanguíneos mediante una reducción significativa de la hemodilución. El uso de productos de sangre homóloga se ha asociado también a una frecuencia elevada de disfunción o falla orgánica, disfunción neurológica y riesgo de morbilidad y mortalidad a largo plazo,^{6,7} además del riesgo de enfermedades transmisibles relacionadas con la transfusión. Existen, por lo tanto, ventajas obvias asociadas con la reducción en el uso de productos sanguíneos en la CEC.

El concepto de mini derivación combina las ventajas clínicas conocidas de separación de la sangre de succión, recubrimiento biocompatible y purgado reducido significativamente con el objeto de mantener mejor la hemostasia y lograr mejoras significativas en la morbilidad postoperatoria en cirugía cardíaca con bomba. Este nuevo concepto se basa en un nuevo sistema de mini derivación (Sorin Group ECC.O™ System), completamente integrado, cerrado, de drenaje activo y que incluye un sistema de drenaje con una trampa venosa de burbujas, bomba centrífuga, intercambiador de temperatura y oxigenador. El sistema incluye una plataforma de equipo minimizada basada en la máquina Stöckert SIII y se concibe para ser utilizada con un sistema de autotransfusión para secuestro de la sangre de aspiración de cardiectomía.

El objetivo de este estudio fue investigar si una reducción significativa en el purgado mediante el uso de un sistema de mini DCP pudiera llevar a una reducción estadísticamente significativa en el uso de productos sanguíneos en casos de CABG rutinarios.

MÉTODOS

Se realizó un estudio prospectivo aleatorizado de un

grupo de 60 pacientes consecutivos sometidos a CABG, comparando el uso de productos sanguíneos y el sangrado postoperatorio en 30 sistemas de mini DCP (n=30) y 30 sistemas convencionales (n=30). Además de aceptar sólo casos de revascularización que requirieran circulación extracorpórea, no hubo criterios de exclusión y se incluyeron en el estudio todos los tipos de pacientes, sin importar el estado de coagulación preoperatoria. Se obtuvo aprobación del comité de ética de Lower Saxony; los pacientes debieron firmar formas de consentimiento informado antes del procedimiento para ser incluidos en el estudio. Los pacientes fueron aleatorizados mediante la selección de un número de un conjunto de 60 números preasignados ya sea al grupo de mini circuito o convencional. El número se seleccionó y se cruzó con la lista de grupo por el personal de perfusión antes de armar el circuito correspondiente en un intento de cegar al equipo quirúrgico y evitar el conocimiento de qué sistema se utilizaría.

ANESTESIA

El día de la cirugía los pacientes recibieron su dosis matutina usual de medicamentos antianginosos; 5 mg de flunitrazepam, pero ningún diurético. Se indujo anestesia con 3-7 µg/kg de fentanil, 0.1 mg/kg de bromuro de pancuronio y 0.1 mg/kg de midazolam, y se mantuvo anestesia general mediante una infusión continua de propofol de 5-15 ml/h (20 mg/ml). Después de intubación endotraqueal, los pacientes se ventilaron con una concentración de oxígeno de 40% a una frecuencia de 12-14 respiraciones/min con un volumen corriente de 400-600 ml y 5 cm H₂O de presión positiva expiratoria final (PEEP) para dar normocapnia. Después de la inducción de anestesia, los pacientes recibieron 1500 mg de cefuroxima. Se insertó un catéter en arteria radial para monitoreo hemodinámico y muestreo de sangre. Si se presentó inestabilidad hemodinámica antes o después de DCP, los primeros pasos para estabilizar al paciente fueron el reemplazo de líquidos y soporte inotrópico con dopamina (4 mg/ml) y/o nitroglicerina 0.5 µg/kg/min. Para evitar atelectasia pulmonar se mantuvo una PEEP de 5 mm Hg durante la DCP. Todos los medicamentos, aditivos y volumen durante la DCP se administraron vía el circuito de CEC.

DERIVACIÓN CARDIOPULMONAR

Se utilizó una bomba Stöckert S-III con controlador de bomba centrífuga (Sorin Deutschland GmbH, Munich, Alemania) e intercambiador de temperatura Stöckert (Sorin Deutschland GmbH) con ambos sistemas. El sistema convencional incluyó un oxigenador y reservorio venoso (Avant 1,7, Dideco SrL, Mirandola, Italia), una bomba centrífuga (Revolution, Cobe Cardiovascular, Arvada, CO, EUA) y un filtro arterial de 40 micras (Dideco) en un circuito recubierto con fosforilcolina. El circuito de

mini DCP (ECC.O™, Sorin) consistió en un sistema de tubería de polivinilo recubierto con fosforilcolina, un oxigenador de fibra hueca pequeño con bomba centrífuga integrada y trampa de burbujas venosa. En el lado arterial, se utilizó una cánula arterial curva de 24 mm (DLP, Medtronic Inc., Minneapolis, MN, EUA) y una cánula venosa de doble estadío (Edwards Lifesciences LLC, Irvine, CA, EUA) en el lado venoso. Se realizó vaciamiento de la raíz aórtica desde la línea de entrada venosa con una cánula de raíz aórtica 9 Fr (DLP). Ya que el mini sistema utiliza una bomba centrífuga para drenar activamente del lado venoso, el sitio de canulación venosa se aseguró adicionalmente con una tira de merselene para minimizar el riesgo de introducir aire. La sangre aspirada se manejó con un recuperador celular (Cobe BRAT2™, Cobe Cardiovascular Inc.).

El circuito de mini DCP se purgó con 750 ml de solución Ringer lactada (Fresenius, Bad Homburg, Alemania). Como punto de comparación, un sistema de derivación convencional tiene típicamente un volumen de purgado de 2000 ml. Los aditivos estándar para el purgado incluyeron 200 ml de aprotinina (Trasyol, 10,000 UI/ml, Bayer, Leverkusen, Alemania) y 300 UI/kg de heparina bovina. La protección miocárdica se llevó a cabo con sangre caliente y una bomba de jeringa con solución de potasio, llamada con frecuencia técnica de Calafiore.⁸ El tiempo de coagulación activada (TCA) se midió con el sistema Medtronic ACTII (Medtronic Inc., St. Paul, Minnesota, EUA) con valores mayores a 480 s. El uso de productos sanguíneos, incluido plasma fresco congelado y sangre homóloga total fue seguido a través del quirófano y en la unidad de cuidados intensivos. Los protocolos preexistentes de transfusión de nuestro centro se siguieron de manera estricta en el quirófano por el grupo quirúrgico y en el postoperatorio por el personal de cuidados intensivos.

ESTADÍSTICA

Todos los datos se almacenaron en una base de datos creada con el programa Microsoft Access. Todos los resultados se expresaron como media ±desviación estándar. El análisis estadístico se llevó a cabo con un paquete estadístico SPSS para Windows (versión 9.0, SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Las variables numéricas con distribución normal se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y comparaciones post hoc con ajuste de significancia honesta de Tukey. Se utilizó la prueba de chi cuadrada (χ²) para análisis de variables categóricas. Un valor menor de 0.05 se consideró estadísticamente significativo. Se hicieron análisis estadísticos independientes por el Departamento de Estadística Médica de la Universidad de Hannover, Alemania y por el Departamento de Investigación Clínica en el Free University Hospital de Amsterdam, Holanda.

RESULTADOS

Los datos demográficos de los pacientes en lo referente a peso corporal, talla, edad, hemoglobina preoperatoria, hematocrito preoperatorio, superficie corporal, fracción de expulsión y clasificación funcional de la New York Heart Association (NYHA) no fueron estadísticamente significativas, como se muestra en la Tabla 1. El estado

Datos de paciente	Mini DCP	Control	P
N (muestras)	30	30	
Edad (años)	67.1 ± 7.3	64.9 ± 10.02	n.s.
Sexo			
Masculino	24	26	
Femenino	6	4	
Superficie corporal (m ²)	1.92 ± 2.05	1.94 ± 0.14	n.s.
Fracción de expulsión	60.55 ± 13.83	60.06 ± 19.43	n.s.
NYHA	2.59 0.50	2.85 ± 0.51	n.s.
Exceso de base	0.53 ± 2.40	0.55 ± 2.31	n.s.
HCO ₃	23.79 ± 2.28	25.01 ± 1.46	n.s.
Hb preoperatoria (g/dl)	13.99 ± 1.93	14.11 ± 1.74	n.s.
Ht preoperatorio (%)	41.91 ± 4.17	41.74 ± 4.96	n.s.

Tabla 1. Datos preoperatorios de los pacientes.

de anticoagulación para ambos grupos fue comparable ya que no se detectaron diferencias en el uso preoperatorio de ácido acetilsalicílico o heparina IV y ningún paciente recibió heparina de bajo peso molecular. No hubo diferencias estadísticamente significativas en los niveles de pCO₂, pO₂, exceso de base y HCO₃ intraoperatorios o posoperatorios, como se muestra en la Tabla 2. Los niveles de hemoglobina intraoperatoria mostraron una diferencia significativa durante la perfusión, como se puede observar en la Tabla 2. El número de anastomosis fue estadísticamente similar en el grupo de mini DCP (4.5) comparado con el grupo de sistema convencional control (4.1).

Los resultados del estudio de productos sanguíneos pueden observarse en la Tabla 3. En el grupo con mini DCP no se administraron transfusiones sanguíneas en el quirófano, aunque el 27% de los pacientes recibieron al menos una unidad de sangre homóloga. En el grupo control, 43% de los pacientes recibió al menos una unidad de sangre en el quirófano o la UCI, y hubo una diferencia estadísticamente significativa de 38% en el uso de productos de sangre homóloga (p = 0.05). Para los pacientes que recibieron sangre homóloga, hubo también una reducción significativa en el volumen transfundido (0.53 ±0.90 uni-

	Pre derivación	Después de cardioplegia	Despinzamiento de aorta	Final de la DCP	Admisión a UCI
pCO ₂ (mmHg)					
Mini DCP	37.04	36.06	36.72	36.94	35.13 ±5.94
Control	37.23	36.89	37.83	37.35	34.56 ±4.85
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
pO ₂ (mmHg)					
Mini DCP	313.36	204.69	191.66	360.75	319.80 ±121.60
Control	323.83	188.36	186.54	367.82	350.03 ±124.80
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
HCO ₃					
Mini DCP	23.71	22.07	21.9	20.78	21.70 ±1.30
Control	23.90	21.37	21.89	21.77	23.09 ±1.31
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Exceso de base					
Mini DCP	0.13	2.51	3.09	4.57	3.10 ±2.00
Control	0.2	2.88	2.42	2.35	1.75 ±1.31
P	n.s.	n.s.	n.s.	<0.05	n.s.
pH					
Mini DCP	7.35	7.34	7.34	7.34	
Control	7.33	7.32	7.36	7.36	
P	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	
	Pre derivación	Después de cardioplegia	Despinzamiento de aorta	Admisión a UCI	Promedio en UCI
Hb (g/dl)					
Mini DCP	12.35	9.29	9.07	9.67 ±1.31	11.47 ±1.41
Control	12.31	8.21	8.08	9.27 ±1.08	11.59 ±1.27
P	n.s.	0.05	<0.05	n.s.	n.s.

Tabla 2. Parámetros sanguíneos y de perfusión. Intra y posoperatorios.

dades de sangre en mini DCP vs 1.3 ± 1.93 unidades en convencional, $p < 0.05$). En cuanto al plasma fresco congelado (PFC), hubo también una diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos (0 unidades transfundidas en el grupo mini DCP vs 3 pacientes que recibieron una unidad de PFC en el grupo control, $p < 0.001$). No hubo eventos adversos en ningún grupo de estudio en términos de mortalidad. El sangrado posoperatorio acumulado en 24 horas durante la estancia en UCI se evaluó también, mostrando una reducción significativa (365 ± 495 ml mini DCP vs 825 ± 975 ml convencional, $p < 0.05$), presentado en la Tabla 3.

DISCUSIÓN

Por la adopción de la técnica de mini DCP en el centro de los autores se observaron ventajas significativas en el

uso de productos de sangre homóloga y reducción en el sangrado posoperatorio. En publicaciones previas se han demostrado los beneficios clínicos derivados del uso de recubrimientos biocompatibles en combinación con la separación de sangre aspirada.⁹ Se ha demostrado que el uso de fosforilcolina en circuitos de CEC reduce significativamente de manera independiente la reacción dinámica entre proteínas y las superficies recubiertas del circuito extracorpóreo, lo que se manifiesta con una menor activación plaquetaria y menor potencial subsecuente de reducir el sangrado posoperatorio.^{10,11} Otros estudios que combinaron el uso de recubrimientos de fosforilcolina con separación de sangre del campo operatorio han logrado demostrar ventajas clínicas adicionales como un mejor mantenimiento de la paciente y la preservación de los niveles de coagulación fisiológicos al punto de lograr evoluciones asociadas típicamente con la cirugía de revasculariza-

	Mini DCP	Convencional	p
Frecuencia de transfusiones	0.27 ± 0.45	0.43 ± 0.50	0.05
Unidades de sangre transfundidas	0.53 ± 0.9	1.30 ± 1.93	<0.05
Unidades de plasma fresco congelado	0	3	<0.001
Pérdidas de sangre (ml)	365.2 ± 495.7	825.5 ± 975.9	<0.05

Tabla 3. Uso de productos sanguíneos y pérdida de sangre posoperatoria a las 24 horas.

ción coronaria sin bomba.⁹

En un esfuerzo por reducir aún más el impacto de la CEC sobre el paciente, rápidamente se han desarrollado y adoptado sistemas para uso clínico.¹²

Se ha demostrado en estudios previos la eficacia de estos sistemas, particularmente para la preservación de la hemostasia y la reducción en la respuesta inflamatoria sistémica.¹³ Esto podría ser particularmente importante en la preservación de una mejor función orgánica, en especial cuando la base de pacientes se hace más compleja.

El concepto de mini DCP trae un tercer elemento a la combinación del circuito bio-recubierto y la separación de sangre aspirada, que es un volumen de purgado sistémico reducido. La ventaja más lógica de una reducción en el purgado debería ser la reducción del uso de productos sanguíneos en la sala de operaciones y la UCI. Evitar las transfusiones es claramente más benéfico para el paciente, como lo ha demostrado un número de estudios durante los últimos cinco años, que relacionan el uso de productos de sangre con complicaciones posoperatorias a largo plazo, tales como falla orgánica y un predictor consistente de morbilidad a largo plazo.⁶ Otros estudios han relacionado directamente la transfusión de sangre homóloga con la duplicación de la mortalidad a largo plazo.⁷ Podría también haber ventajas desde la perspectiva económica en términos del ahorro en costos del uso de productos sanguíneos, lo que es igualmente importante en esta era de costos elevados del cuidado de la salud. Esta hipótesis amerita más estudio.

La adopción clínica del sistema ECC.O mostró una tendencia temprana y clara hacia un menor uso de productos sanguíneos en pacientes sometidos a CABG. Ciertamente resultó inusual alcanzar significancia estadística con un tamaño de muestra comparativamente pequeño. Interesantemente, una tendencia estadísticamente significativa a reducir la hemodilución que llevó a evitar el uso de productos de sangre homóloga se reportó en una cohorte similarmente pequeña por Vaislic y cols.¹⁴ También Wiesenack,¹⁵ Remadi¹⁶ y Folliguet¹⁷ observaron una tendencia estadísticamente significativa en la adopción del mini circuito, aunque con tamaños de muestra mucho mayores. Por lo tanto, la relación ente la reducción del uso de productos sanguíneos por una reducción significativa de la hemodilución mediante la técnica de mini DCP observada en otros estudios publicados parece haberse confirmado en este estudio, utilizando un sistema similar. El purgado

del sistema convencional utilizado en este estudio puede parecer excesivo. Sin embargo, el centro de los autores se adhiere al mantenimiento estricto de un volumen de aproximadamente 500 ml en el reservorio abierto para evitar la entrada de aire y el drenaje del reservorio a los flujos más altos. Debe agregarse que otros centros que han adoptado la técnica de mini DCP

han reportado volúmenes de purgado similares en sus circuitos convencionales.¹⁸

También es interesante hacer notar la significancia estadística, no sólo en la frecuencia de transfusiones, sino en la cantidad de volumen transfundido a los pacientes que sí las recibieron. Hubo un beneficio inesperado en términos del sangrado posoperatorio, lo que pudiera ser resultado de la naturaleza cerrada del mini circuito, comparado con el sistema convencional. La eliminación de la interfase sangre-aire, combinada con la reducción significativa en el área de superficie de contacto (aproximadamente 1.4 m² en el mini sistema, comparado con cerca de 6.0 m² con desespumantes y filtros en un sistema convencional de reservorio abierto; datos de área de superficie obtenidos directamente del fabricante), pueden haber contribuido al consumo de factores de coagulación y activación de plaquetas, culminando en una desensibilización plaquetaria significativa. Esto es sólo teórico, pero ya se ha sugerido en publicaciones previas.^{13,19} Se requiere un estudio más específico para explorar la contribución de ambas para comprender mejor las implicaciones en términos de la relación entre sangrado posoperatorio y biocompatibilidad mejorada del circuito de CEC mediante el uso de biorevestimientos y reducción en el área de superficie de contacto con la sangre.

Lo que resultó también interesante es el tamaño del oxigenador ECC.O y su aparente equivalencia a lo que se considera típicamente como clínicamente aceptable comparado con sistemas tradicionales como el Avant, con 1.7 m² de área de superficie en las fibras. Como puede observarse en la Tabla 3, no hay significancia clínica en los parámetros de oxigenación en bomba ni indicadores de insuficiencia de oxigenación posoperatoria. De hecho, en nuestra clínica se han manejado con éxito pacientes de hasta 120 kg utilizando el sistema ECC.O. También es importante hacer notar que el uso de bicarbonato para manejo de acidosis nunca se ha requerido utilizando el ECC.O en nuestra institución. El hematocrito mayor en la mini DCP durante la perfusión claramente permite la ventaja de reducir significativamente la cantidad de fibra requerida en el oxigenador y la ventaja subsecuente de reducir la superficie extraña total en contacto continuo con la sangre circulante del paciente.

Otro aspecto importante para hacer notar es que el número promedio de anastomosis fue mayor en el grupo con mini DCP comparado con el sistema tradicional. Esto es

importante porque confirma que, una vez superada la curva de aprendizaje asociada con el manejo del mini circuito, el sistema es tan eficaz como el tradicional desde el punto de vista del cirujano. Nuestro centro tiene experiencia clínica con más de 300 casos de mini DCP en CABG y la importancia de la curva de aprendizaje no se puede exagerar. Sin embargo, una vez que el grupo quirúrgico tiene un nivel basal de experiencia con el sistema, se convierte en una rutina igual al sistema tradicional. Esto se demuestra claramente en el número de anastomosis realizadas con ambos sistemas.

Debe anotarse que este fue un estudio aleatorizado con parámetros de exclusión muy limitados. Se tomó la decisión de ampliar la base para estudio e incluir pacientes consecutivos sometidos a CABG sin importar su estado de anticoagulación para entender cómo el uso del mini circuito en casos rutinarios podría impactar a la población de pacientes en nuestra institución. Sólo un estudio sobre una escala más significativa, en términos de tamaño de la población, podrá proveer números adecuados para obtener conclusiones sobre la morbilidad y mortalidad de los pacientes en un orden estadísticamente significativo. Se requieren más estudios para confirmar la validez del estudio.

CONCLUSIÓN

El sistema ECC.O reduce la hemodilución en bomba y por lo tanto el uso de sangre de donador en pacientes sometidos a CABG de rutina, comparado con circuitos convencionales y puede reducir el sangrado posoperatorio, comparado con el sistema tradicional. El sistema de mini derivación es seguro para el uso clínico de rutina y permite manejar con facilidad el mismo número de anastomosis que con un sistema tradicional. Debe considerarse una alternativa segura y eficaz al uso de un sistema tradicional en todos los casos de revascularización. Se requieren más trabajos para proporcionar un mejor entendimiento respecto a la repetitividad de estos resultados, ya que estos estudios clínicos sólo pueden beneficiar al desarrollo subsecuente de la tecnología de mini CEC disponible comercialmente hoy.

REFERENCIAS

1. Panico FG, Neptuno WB. A mechanism to eliminate the donor blood prime from the puma oxygenator. *Surg Forum* 10:605-609,1959.
2. Chandler W. Effects of hemodilution, blood loss, and consumption on hemostatic levels during cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 19:459-67, 2005.
3. Swaminathan M, Phillips-Bute BG, Conlon PJ, Smith PK et al. The association of lowest hematocrit during cardiopulmonary bypass with acute renal injury after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 76: 784-91, 2003.
4. Habib R, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should the current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 125: 1438.
5. Groom R. High or low hematocrits during cardiopulmonary bypass for patients undergoing coronary artery bypass graft surgery? An evidence-based approach to the question. *Perfusion* 2001; 16: 339.
6. Engoren MC, Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ. Effect of blood transfusion on long term survival after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1180.
7. Zindrou D, Taylor KM, Bagger JP. Preoperative haemoglobin concentration and mortality rate after coronary artery bypass surgery. *Lancet* 2002; 359: 1747.
8. Mezzetti A, Calafiore AM, Lapenna D, et al. Intermittent antegrade warm blood cardioplegia reduces oxidative stress and improves metabolism of the ischemic reperfused human myocardium. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 787.
9. Albes JM, Skořhr IM, Kaluza M, et al. Physiological coagulation can be maintained in extracorporeal circulation by means of shed blood separation and coating. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 1504.
10. De Somer F, Van Belleghem Y, Caes F, et al. Phosphorylcholine coating offers natural platelet preservation during cardiopulmonary bypass. *Perfusion* 2002 Jan; 17:39.
11. Harig F, Maier C, Hakami L, et al. Phosphorylcholine-coated cardiopulmonary bypass improves biocompatibility: reduced contact activation and endothelin-1 release. *Crit Care* 2001; 5 (Supp B): 14.
12. Wippermann J, Albes JM, Hartrumpf M, et al. Comparison of minimally invasive closed circuit extracorporeal circulation with conventional cardiopulmonary bypass and with off pump technique in CABG patients: selected parameters of coagulation and inflammatory system. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 28: 127-32.
13. Fromes Y, Gaillard D, Ponzio O, et al. Reduction of

the inflammatory response following coronary bypass grafting with total minimal extracorporeal circulation. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 22: 527-33.

14 Vaislic C, Bical O, Farge C, et al. Totally minimized extracorporeal circulation: an important benefit for coronary artery bypass grafting in Jehovah's witnesses. *Heart Surg Forum* 2003; 6(5): 307-10.

15 Wiesenack C. Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs* 2004; 28(12): 1082-88.

16 Remadi JP, Rakotoarivelo Z, Marticho P, Benamar A. Prospective randomized study comparing coronary artery bypass grafting with the new mini-extracorporeal circulation (Jostra MECC System) or with a standard cardiopulmonary bypass. *Am Heart J* 2006; 151(1): 198.

17 Folliguet TA, Villa E, Vandeneden F, Laborde F. Coronary artery bypass graft with minimal extracorporeal circulation. *Heart Surg Forum* 2003; 6(5): 297-301.

18 Huybregts R, Veerman D, Vonk A, et al. First clinical experience with the air purge control and electrical remote-controlled clamp in mini bypass. *Artif Organs* 2006; 30(9): 721-24.

19 Schonberger JP, Everts PA, Hoffmann JJ. Systemic blood activation with open and closed venous reservoirs. *Ann Thorac Surg* 1995 Jun; 59(6): 1549-55.