

MiniCEC versus CEC en cirugía de revascularización miocárdica

L.M. Lara Godoy*, S. García Pérez*, E. Sánchez, I. Khan, I. Tarhini, J.R. González

* Perfusionista
Servicio de Cirugía Cardíaca
Hospital Infanta Cristina. Badajoz

Introducción

La incidencia y prevalencia de la cardiopatía isquémica es cada día mayor. El desarrollo de nuevos fármacos y nuevas técnicas para su tratamiento, hace que los pacientes derivados para cirugía de revascularización presenten una mayor edad, mayor comorbilidad y peores condiciones coronarias, aumentando, de manera significativa, el riesgo quirúrgico.

La hemodilución excesiva se ha reconocido como la causa primaria del fallo hemostático, en términos de una depleción en las proteínas de la coagulación y fibrinólisis durante la circulación extracorpórea (CE)⁽¹⁰⁾, además se identifica como contribuyente importante a la disfunción orgánica (insuficiencia renal, respiratoria) durante la CE⁽¹¹⁾ junto con un aumento en el riesgo de morbilidad (sepsis, fracaso multiorgánico) a corto plazo y mortalidad a largo plazo^(12,13).

El sangrado durante y después de las operaciones cardíacas y los efectos de la hemodilución durante la circulación extracorpórea, frecuentemente hacen necesaria la transfusión de sangre, a pesar de los esfuerzos de los distintos grupos de trabajo, para disminuir la frecuencia de transfusión sanguínea en la cirugía cardíaca.

En la actualidad el uso de CEC implica el empleo de al menos 1,5 litros de volumen no hemático. Estas transfusiones aumentan a corto plazo la incidencia de infecciones de herida quirúrgica, sepsis, neumonías e insuficiencia renal⁽¹⁾, siendo estas complicaciones proporcionales al volumen transfundido. La transfusión no solo está interrelacionada con complicaciones postoperatorias, sino que además aumenta la mortalidad postoperatoria (en un 70%) a los 5 años⁽¹⁾.

Para disminuir los efectos deletéreos de la CEC se desarrolla el mini circuito. Un sistema cerrado, de bajo volumen de cebado y con un recubrimiento

interno biocompatible. Estas características hacen que los minicircuitos reduzcan la hemodilución con el consecuente ahorro hemático (Victor A. Ferraris) estando indicados en pacientes con alto riesgo de efectos adversos por la hemodilución (niños, ancianos, bajo peso, anémicos) con un grado de evidencia I (A).

El uso de circuitos biocompatibles de CEC puede considerarse parte de un programa de conservación multimodal de sangre, (grado de evidencia IIb (A)). Esto es especialmente atractivo si sumamos la técnica de microplégia utilizada para minimizar el volumen de cristaloides de la cardioplégia administrada, favoreciendo así el programa de conservación de sangre multimodal, especialmente útil en condiciones tales como sobrecarga de líquido (insuficiencia cardíaca congestiva).

A pesar de esto el uso individualizado de este tipo de cardioplégia en comparación con cardioplégia convencional 4:1 no afecta significativamente a la transfusión de glóbulos rojos (grado de evidencia IIb (B)⁽⁴⁾).

Tras evaluar todas estas evidencias teóricas decidimos analizar nuestra experiencia con minicircuitos en pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica.

Material y métodos

Se realizó un estudio prospectivo aleatorizado en un grupo de 108 pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica pura (CRM). Divididos en tres grupos de 36 pacientes cada uno; grupo MEC (n=36) Rocksafe Terumo[®], grupo DIDECO (n=36) Avant D903[®] y grupo MAQUET (n=36) Quadrox I[®]. Se analizaron los datos recogidos en el periodo de un año comparando los resultados de los tres grupos. El único criterio de exclusión fue una fracción de eyección menor al 35%.

Se asigna cada paciente a uno de los tres grupos de manera aleatoria, eliminando el sesgo subjetivo de una posible asignación a un determinado grupo en función de las características del paciente. La distribución aleatoria se realizó asignando a una lista ordenada del 1 al 108 un número aleatorio del 1 al 108, habiendo decidido previamente que 36 números corresponderían a cada uno de los tres grupos: Dideco 1-36, Maquet 37-72 y Terumo 73-108. (Orden alfabético).

Circulación extracorpórea

1. - Sistemas de CE utilizados

1.1 - Grupo MEC: Bomba de CE System 1 de Terumo con intercambiador de temperatura Stockert y un equipo rocksafe (Terumo) con oxigenador Capiiox RX15®.

1.2 - Grupo DIDECO: Bomba de CE Stockert S-5 con intercambiador de temperatura Stockert y un equipo Dideco con oxigenador Avant D903®.

1.3 - Grupo MAQUET: Bomba de CE Stockert S-5 con intercambiador de temperatura Stockert y un equipo Maquet con oxigenador Quadrox-i 70000®.

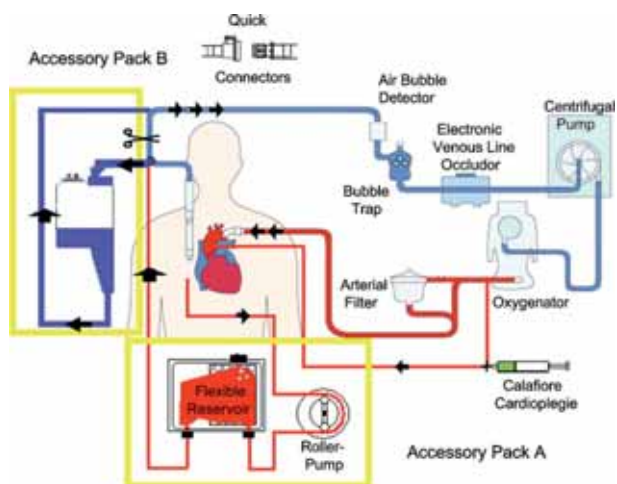


Fig. 1. Esquema minicircuito.

2. - En cuanto al cebado

2.1 - El grupo MEC fue de 750 cc compuesto por 700 cc plasmalyte 148®, 50 mg heparina, 1,5 g de ácido tranexámico y bicarbonato 1M 0,5 ml/kg.

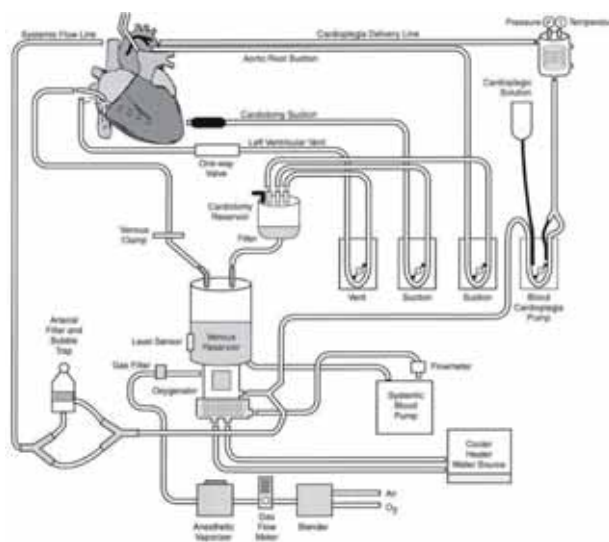


Fig. 2. Esquema circuito convencional.

2.2 - Para los otros 2 grupos (DIDECO y MAQUET) se compuso de 1000 cc de plasmalyte 148®, 500 cc de voluven®, 50 mg heparina, 1,5 gr de ácido tranexámico y bicarbonato 1M 1ml/kg; Tras la conexión del circuito a la cánula arterial se realiza cebado retrógrado de la línea arterial desechando aproximadamente 300 cc del cebado, quedando un volumen de cebado cristaloide total de 1200 cc.

3. - Protección miocárdica

3.1 - En el grupo MEC con la técnica de Calafiore a 7° C con reperusión caliente a 36° C, a través del sistema Vanguard de Dideco.

3.2 - En los grupos DIDECO y MAQUET fue hemática fría 4:1 a 7° C con reperusión caliente a 36° C a través del sistema Vanguard de Dideco.

El tiempo de coagulación activado se midió con el sistema Hemochron Response®, manteniendo valores por encima de 480 segundos.

Estadística

Se escogieron variables preoperatorias, intraoperatorias y postoperatorias para desarrollar un estudio comparativo, tanto continuas como discretas o categóricas (Figura 1). A todas aquellas que tuvieron una distribución normal se les aplicó el test de la varianza (ANOVA), las demás fueron

tratadas por el test chi cuadrado. El análisis fue generado a través del paquete estadístico SPSS 17.0 para Windows. Se consideró un resultado como estadísticamente significativo para $p < 0,05$.

talaria, recuperación del ritmo tras el clampaje aórtico, troponina pico, CK-mb pico, transfusiones en CE, transfusiones totales, hemoglobina y hematocrito en CE; y hemoglobina y hematocrito postCE.

VARIABLES	
PREOPERATORIAS	Tratamiento anticoagulación, fracción eyección, antecedentes personales, superficie corporal, edad, sexo, hemoglobina, hematocrito, creatinina, CK-mb, troponina, leucocitos, plaquetas.
INTRAOPERATORIAS	Tiempo CE, tiempo clamp aórtico, numero bypass, transfusión hematíes en CE y en quirófano, transfusión plasma y plaquetas en quirófano, hemoglobina-hematocrito inducción anestesia, hemoglobina- hematocrito CE, hemoglobina-hematocrito tras CE.
POSTOPERATORIAS	Horas entubación, estancia UCP, estancia hospital, sangrado 6h, sangrado 12h, sangrado 24h,troponina pico, CK-mb pico, creatinina pico, reintervención por sangrado, FA postquirúrgica, IR postquirúrgica, isquemia miocárdica post quirúrgica, ACV postquirúrgica, transfusión hematíes en UCP, transfusión hematíes totales, transfusión plasma y plaquetas en UCP, hemoglobina y hematocrito a la llegada a UCP, a las 6h, 24h, 48h; mortalidad hospitalaria.

TABLA I. Listado de las variables analizadas.

Todos los resultados se han expresado como media \pm desviación estándar.

Resultados

El grupo MEC, compuesto por 36 pacientes tiene una distribución del 11% para mujeres y del 89% para hombres; el grupo DIDECO del 5,6% para mujeres y 94,4% para hombres; y el grupo MAQUET el 19,4% para mujeres y el 80,6% para hombres.

La edad media fue de $66,25 \pm 9,04$ años en el grupo MEC; $65,58 \pm 9,06$ años en el grupo DIDECO y $61,19 \pm 12,5$ años en el grupo MAQUET.

La superficie corporal fue $1,8 \text{ m}^2$ para todos los grupos ($1,85 \pm 0,15 \text{ m}^2$ MEC, $1,82 \pm 0,16 \text{ m}^2$ DIDECO y $1,85 \pm 0,18 \text{ m}^2$ MAQUET).

A todos se les sometió a cirugía de revascularización miocárdica pura con una media de bypass de $2,56 \pm 0,6$ MEC, $2,69 \pm 0,86$ DIDECO y $2,56 \pm 0,66$. Los tiempos de CE ($87,89 \pm 22,6$; $98,94 \pm 27,2$; $88,89 \pm 25$ minutos) y clamp aórtico ($56,50 \pm 17,4$; $61,46 \pm 21,8$; $57,19 \pm 18$ minutos) fueron similares. Los grupos son homogéneos.

Tras el análisis estadístico de las variables aparecieron diferencias significativas en: estancia hospi-

1. - Estancia hospitalaria

Observamos que los pacientes en los que utilizamos MEC ($6,65 \pm 0,88$) tenían una estancia hospitalaria de un día menos que los otros dos grupos (DIDECO $8,33 \pm 2,69$ días; MAQUET $9,09 \pm 9,80$ días).

2. - Recuperación del ritmo

El 97,2% de los pacientes incluidos en el grupo MEC recuperaron el ritmo tras el clampaje aórtico, frente al 52% del grupo DIDECO y el 62,9% de MAQUET.

3. - Troponina pico y CK-mb pico

En cuanto a la troponina pico, el grupo MEC obtuvo un $6,75 \pm 4,43$; el grupo DIDECO un $14,43 \pm 11,69$ y el grupo MAQUET un $8,65 \pm 5,79$. Con la CKmb observamos el mismo resultado siendo más baja en el grupo MEC $22,22 \pm 12,56$; frente a DIDECO $52,25 \pm 46,47$ y MAQUET $41,36 \pm 23,62$.

	MECC	DIDECO	MAQUET	P		MECC	DIDECO	MAQUET	P
Mortalidad hospitalaria	0	0	1		CH CEC	0,08±0,26	0,36±0,72	0,44±0,89	0,030
Horas Extubación	4,62±4,03	3,65±1,04	4,06±1,22	0,16	CH Qx	0,31±0,57	0,64±0,86	0,69±0,82	0,085
Estancia UCP	2,60±0,84	3,11±1,38	2,62±0,77	0,10	CH UCP	1,09±1,31	1,53±1,32	1,72±1,74	0,16
Estancia Hospitalaria	6,65±0,88	8,33±2,69	9,09±9,80	<0,001	Transfusión CH	21(60)	29(80,6)	27(84,4)	0,044
Recup. Ritmo	35(97,2)	19(52,8)	22(62,9)	<0,001	Hb1 (inducción)	13,83±2,13	13,26±2,07	12,80±2,18	0,12
Reiq. Sangrado IR post	1(2,8) 2(5,8)	0(0) 5(13,9)	0(0) 1(2,9)	0,37 0,19	Hb2 (CEC)	11,66±1,86	9,88±1,47	9,34±1,57	<0,001
Isquemia Mioc ACV post	1(2,8) 1(2,8)	2(5,6) 0(0)	0(0) 1(2,9)	0,37 0,59	Hb3 (final CEC)	12,25±1,82	9,90±1,43	9,66±1,51	<0,001
FA post	11(30,6)	19(52,8)	9(25,7)	0,040	Hb4(1° UCP)	9,90±1,39	9,38±1,26	9,88±1,13	0,23
Sangrado 6 h	551,28 ±415,30	564,80 ±245,50	490,78 ±304,37	0,12	Hb5 (6h UCP)	10,00±2,03	10,06±1,23	10,01±1,64	0,68
Sangrado 24h	1133,09 ±816,68	940,03 ±377,61	943,55 ±472,86	0,32	Hb6 (24h UCP)	10,23±1,20	10,38±1,09	10,11±1,31	0,64
Sangrado Total	1387,06 ±711,52	1233,61 ±476,06	1232,35 ±541,04	0,60	Hb7 (48h UCP)	9,75±1,23	9,58±1,18	9,25±1,16	0,19
Tropo Pico	6,75±4,43	14,43 ±11,69	8,85 ±5,79	<0,001	Hto1 (inducción)	41,98±6,37	40,47±6,23	39,25±6,25	0,18
CKmb pico	22,22 ±12,56	52,25 ±46,47	41,36 ±23,62	<0,001	Hto2 (CEC)	34,48±7,09	29,33±4,26	28,84±4,82	<0,001
Creatinina pico	1,14±0,63	1,36±1,15	1,06±0,29	0,25	Hto3 (final CEC)	37,58±5,48	30,08±3,99	29,77±4,49	<0,001
PI/Pq Qx	0(0)	0(0)	0(0)	-	Hto4 (1° UCP)	28,73±4,34	27,11±3,85	27,85±3,19	0,21
PI/Pq UCP	4(11,4)	3(8,3)	7(21,9)	0,24	Hto5 (6h UCP)	29,87±3,48	29,61±3,83	29,04±4,35	0,55
					Hto6 (24h UCP)	29,87±3,54	29,87±3,41	29,50±3,84	0,88
					Hto7 (48h UCP)	26,30±4,10	27,78±3,36	6,90±3,33	0,33

TABLA II. Resultados estadísticos.

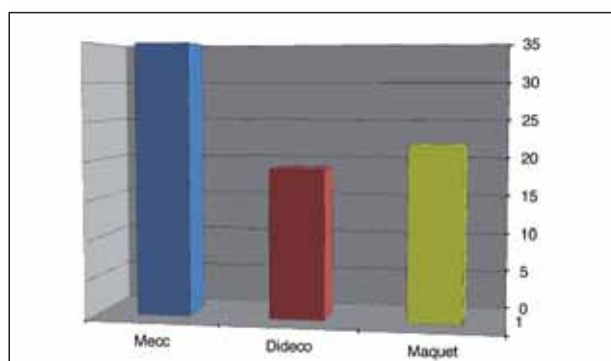


Fig. 3. Recuperación de ritmo.

4. - Transfusiones

Las transfusiones totales hasta el momento del alta clínica (Figura 4) han sido significativamente menores en el grupo de MEC respecto a los dos otros grupos.

Dentro del grupo MEC recibieron transfusión 22 pacientes (61,1%), del grupo DIDECO 29 (80,5%) y del grupo MAQUET 30 (83,3%). Las transfusiones durante la CE (Figura 1) fueron en grupo MEC de 0,08±0,26; en DIDECO 0,36±0,72; y en MAQUET 0,44±0,89. Tras la salida de CE (Figura 2) en grupo MEC de 0,31±0,57; DIDECO 0,64±0,86; y MAQUET

0,69±0,82. Durante el período de estancia en el hospital (Figura 3) las transfusiones fueron en el grupo MEC 1,09±1,37; en el de DIDECO de 1,53±1,32 y en el grupo MAQUET 1,72±1,74.

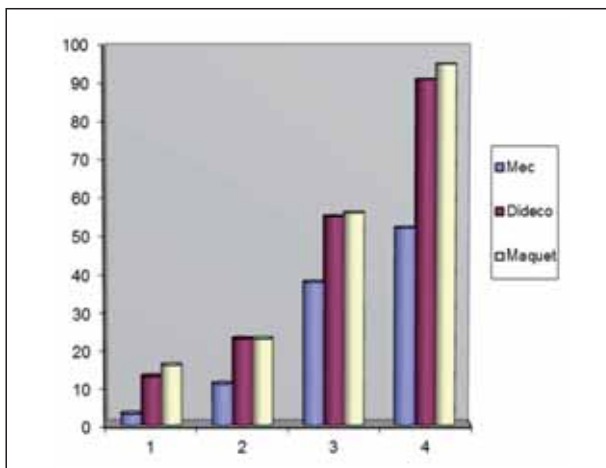


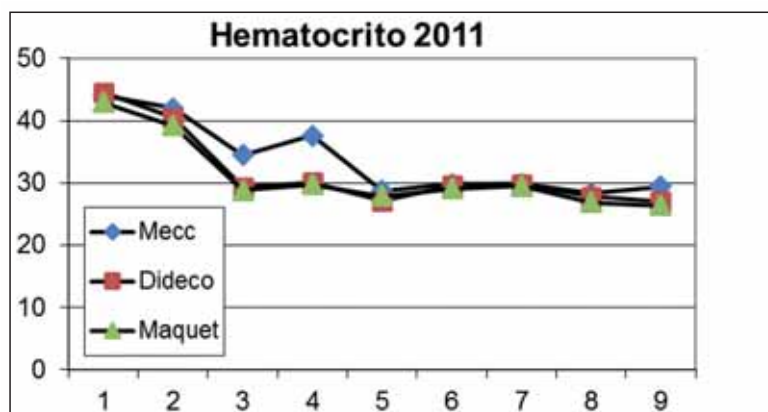
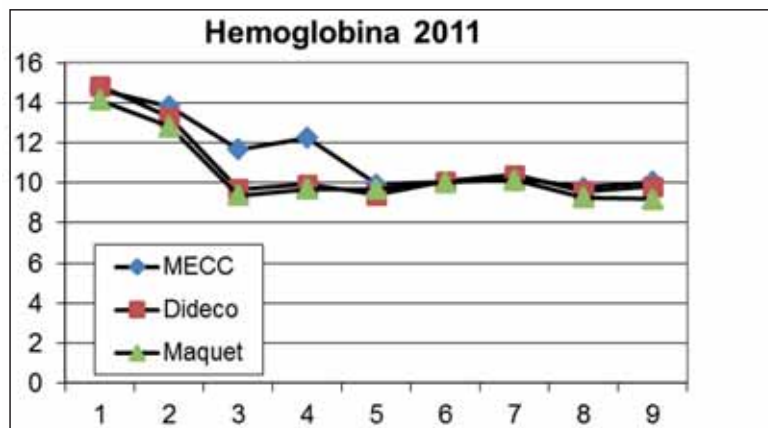
Fig. 4. Transfusiones.

5. - Hemoglobina (Hb) y hematocrito (Hto)

Dentro de todas las mediciones que se hicieron de las Hb y el Hto durante todo el periodo de hospitalización solo hubo significancia estadística en el periodo de CE y después de la misma. Con una menor caída de estos valores en el grupo de MEC (11,66±1,86) durante la circulación extracorpórea y tras ella (12,25±1,82). Incluso elevando la media del grupo MEC al final de la CE.

Discusión

Existen ya un número importante de estudios previos que demuestran la eficacia de los sistemas de MEC para la disminución de la respuesta inflamatoria (referencia), la menor activación celular (referencia), y la menor necesidad de hemodilución (referencia). Esto es importante para una mejor preservación de la función orgánica y de la sangre del paciente.



Los minicircuitos se han vinculado con una mejor protección miocárdica, manifestado por una liberación postoperatoria inferior de marcadores de daño miocárdico^(14,15,16). Hemos obtenido resultados que validan los estudios previos, con niveles significativamente menores de CKmb y troponina pico durante el curso del postoperatorio.

No existen evidencias de un menor número de IAM postoperatorios, ya que estadísticamente no detectamos diferencias entre los grupos. Sin embargo hemos detectado que casi el 100% de los pacientes recuperaron el ritmo tras el desclampaje aórtico. En nuestro servicio no consideramos esto como un criterio de calidad, pero si nos indica que utilizando esta técnica combinada, podríamos obtener una mejor protección miocárdica.

La incidencia de fibrilación auricular postoperatoria fue menor en el grupo MEC, validando estudios previos con resultados similares en cuanto a mejora de la incidencia de FA postoperatoria⁽²⁾.

Otro punto a tener en consideración es la reducción promedio de un día completo de la estancia hospitalaria en el grupo de MEC. Con la consiguiente reducción de riesgo por infecciones nosocomiales y disminución en el coste hospitalario.

En el grupo MEC se redujo la frecuencia y cantidad de volumen transfundido para los pacientes que precisaron de una. En nuestro estudio, 14 pacientes del grupo de MEC no precisaron transfusión alguna frente a 7 para el grupo DIDECO y 6 del grupo MAQUET.

En todos los casos de transfusión, el volumen transfundido fue de media 1 unidad menor frente a MEC, que para los que se empleó circulación extracorpórea convencional. Estos datos indican que en un servicio como el nuestro, donde se hacen unos 130 coronarios al año, estandarizando la utilización de MEC obtendríamos un total de 52 pacientes sin necesidades de transfusión frente a 25 pacientes utilizando CEC. Este dato es importante ya que el mayor número de no transfundidos tendrá una prognosis mejorada y se disminuiría el gasto económico en concepto de transfusiones.

Tras analizar todas las diferencias significativas que aporta este estudio decidimos comparar únicamente los pacientes que NO habían sido transfundidos del grupo de MEC frente a los otros dos grupos de CEC. Se comparó 14 pacientes no transfundidos de los 36 de MEC, frente a los 13 pacientes no transfundidos de los 72 pacientes que suman los otros dos grupos de CEC. Aplicamos la misma

estadística en las variables ya recogidas y vimos que seguía habiendo diferencia significativa en las hemoglobinas y hematocritos en CE; pero las diferencias significativas que aparecían anteriormente ya no se detectan. Esto nos hace pensar que la mejora obtenida se debe a la no transfusión del paciente, siendo el minicircuito mejor que CEC al disminuir la tasa de transfusión promedio de los pacientes.

La respuesta inflamatoria provocada por la CE también es un punto importante a valorar y estudiar. Nosotros no pudimos evaluar este punto, por cuestiones técnicas, pero este punto está corroborado en varios estudios que detectan una menor respuesta en los sistemas de minicircuito^(2,5,3,17).

Podemos decir que nuestra experiencia con minicircuitos fue segura, teniendo en todo momento control en el manejo de aire. No tuvimos ningún incidente y ningún paciente tuvo que ser reconvertido a circuito abierto.

Conclusión

El sistema de minicircuito reduce la hemodilución en bomba y por lo tanto el uso de transfusiones sanguíneas en pacientes sometidos a cirugía de revascularización miocárdica, comparado con los circuitos convencionales. Permite manejar con facilidad el mismo número de anastomosis, por lo que es seguro y eficaz. Disminuyendo la estancia hospitalaria del paciente.

Por todo esto, el minicircuito debería de ser la técnica de elección para todos los pacientes sometidos a cirugía cardíaca de revascularización miocárdica.

Bibliografía

1. Milo C. Effect of Blood Transfusion on Long-Term Survival After Cardiac Operation. The Society of Thoracic Surgeons, 2002.
2. Aschraf El-Essawi. A prospective randomised multicentre clinical comparison of a minimized perfusion circuit versus conventional cardiopulmonary bypass. *Eur J Cardiothorac Surg* 2010; 38: 91-97.
3. M Perthel. Reducción del uso de Productos Sanguíneos Asociada al Empleo Rutinario de Mini Sistemas de Derivación en Circulación Extracorpórea. *Perfusion* 2007; 22: 9-14.
4. Victor A. 2011 Update to The Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists Blood Conservation Clinical Practice Guidelines.
5. Ohata T. Beneficial effects of mini-cardiopulmonary bypass on hemostasis in coronary artery bypass grafting: analysis of inflammatory response and hemodilution. *Heart*. 2009 Jun; 95 (12): 964-9.

6. Biancari F. Meta-analysis of randomised trials comparing the effectiveness of miniaturised versus conventional cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery. *Heart*. 2009 Jun; 95 (12): 955-6.
7. Abdel Aal M. Mini-cardiopulmonary bypass impact on blood conservation strategy in coronary artery bypass grafting. *Perfusion*. 2011 Mar; 26 (2): 123-31.
8. Nathan Curtis. Mini extracorporeal circuit cardiopulmonary bypass system: a review. *Perfusion* 25 (3) 115 -124.
9. Muñoz C. Cirugía Coronaria sin Circulación Extracorpórea versus Cirugía Coronaria con Mini-Circulación Extracorpórea. Tesis Doctoral.
10. Chandler W. Effects of hemodilution, blood loss, and consumption on hemostatic levels during cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 19: 459-67, 2005.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. Remadi J.P., Rakotoarivelo Z., Marticho P., Benamar A. Prospective randomized study comparing coronary artery bypass grafting with the new mini-extracorporeal circulation Jostra System or with a standard cardiopulmonary bypass. *Am Heart J* 2006; 151: 198.
15. Castiglioni A., Verzini A., Colangelo N., Nascimbene S., Laino G., Alfieri O. Comparison of minimally invasive closed circuit versus standard extracorporeal circulation for aortic valve replacement: a randomized study. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009; 9: 27-41.
16. Krabal C., Steinhoff G., Liebold A. Minimizing cardiopulmonary bypass attenuates myocardial damage after cardiac surgery. *ASAIO J* 2007; 53: 32-35.
17. Christian A. Skrabal, MD a,* Yeong H. Choi, MD a, Alexander Kaminski, MD a, Michael Steiner, MD b, Guenther Kundt, PhD c, Gustav Steinhoff, MD, PhD a, Andreas Liebold, MD, PhD a. Circulating endothelial cells demonstrate an attenuation of endothelial damage by minimizing the extracorporeal circulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2006; 132: 291-296.

