

Artículo original

Operación cardiaca en pacientes que rechazan la transfusión sanguínea

Felipe G. Rendón Elías,* Marely Hernández Sánchez,* Luis H. Gómez Danés,* Vicente Fuentes Puga,* Antonio del Campo Abadiano,* Oziel Cantú Rodríguez,* Bernardo Flores Rodríguez*

RESUMEN

Introducción: la idea de evitar el uso de sangre en operaciones cardiacas inició con el advenimiento de la máquina de circulación extracorpórea. Según reportes recientes, entre 30 y 70% de los pacientes sometidos a operación cardiaca utilizan de 1 a 4 unidades, y los bancos de sangre informan que más de 20% de la sangre usada en operaciones corresponde a cirugías cardiacas. Existen medidas farmacológicas y técnicas que aplicadas en conjunto hacen posibles las operaciones sin necesidad de sangre.

Objetivo: evaluar la seguridad y eficacia del abordaje multidisciplinario para evitar el uso de sangre o sus derivados en pacientes sometidos a operación cardiaca.

Pacientes y métodos: se estudiaron, de manera prospectiva, los pacientes que rechazaron la transfusión sanguínea y fueron intervenidos quirúrgicamente en el servicio de cirugía torácica y cardiovascular de un hospital universitario, entre enero de 2000 y febrero de 2006.

Resultados: se incluyeron 57 pacientes. Todas las intervenciones fueron electivas. Las intervenciones realizadas fueron revascularización miocárdica ($n = 37$), cambio valvular ($n = 9$), cambio valvular y revascularización ($n = 4$), corrección de cardiopatía congénita ($n = 7$) y una resección de mixoma cardíaco. La mortalidad general fue de 2%; el 95% de los pacientes fue extubado en la sala operatoria; la estancia en la unidad de cuidados intensivos fue de 1 a 3 días y la hospitalaria, de 5 a 8 días.

Conclusión: aun las operaciones cardiacas complejas se pueden realizar de manera eficiente y segura sin utilizar productos sanguíneos.

Palabras clave: operación sin sangre, operación cardiaca, hemodilución transoperatoria.

ABSTRACT

Introduction: The idea of avoiding blood transfusions during heart surgery began with the advent of the extracorporeal blood machine. According to recent reports, between 30 to 70% of the patients that undergo cardiac surgery receive from 1 to 4 units of blood. Blood banks report that more than 20% of the blood used in surgeries goes to heart surgeries. There are pharmacologic and technical measures that applied in conjunction, make it possible to perform these surgeries without using blood.

Objective: To evaluate the relative efficacy and safety of this multidisciplinary approach to avoid the use of blood or its byproducts in patients subjected to heart surgeries.

Patients and methods: A prospective study of fifty seven patients which rejected blood transfusions and underwent surgery in the Thoracic and Cardiovascular Surgery Department in a teaching hospital from January 2000 to February 2006.

Results: Procedures performed include coronary artery bypass graft ($n=37$), valve replacement ($n=9$), valve replacement with coronary artery bypass ($n=4$), congenital heart defect repair ($n=7$) and one resection of cardiac mixoma. The overall in-hospital mortality was 2%. Ninety five percent of the patients were extubated in the OR and the average length of stay was 5-8 days

Conclusions: Even the most complex open heart surgeries can be performed safely and efficiently without using blood products.

Key words: Bloodless surgery, Cardiac surgery, intraoperative hemodilution.

* Servicio de Cirugía Torácica y Cardiovascular.
Facultad de Medicina y Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González de la UANL.

Correspondencia: Dr. Felipe G. Rendón Elías. Servicio de Cirugía Torácica y Cardiovascular. Facultad de Medicina y Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González de la UANL. Avenida Francisco I. Madero y Gonzalitos s/n, colonia Mitras Centro, CP 64460, Monterrey, Nuevo León, México. Tel.: 01(81) 8346-7800, ext. 334; Fax: 01(81) 8348-8305.

E-mail: drfrendon@yahoo.com.mx

Recibido: agosto, 2007. Aceptado: septiembre, 2007.

La versión completa de este artículo también está disponible en internet: www.actualizacionmedica.com.mx

La idea de evitar el uso de sangre en las operaciones cardiacas no es nueva, inició con el advenimiento de la máquina de circulación extracorpórea. En los reportes de series actuales, entre 30 y 70% de los pacientes que se someten a operación cardiaca utilizan de 1 a 4 unidades y las estadísticas de los bancos de sangre informan que más de 20% de los hemoderivados usados en cirugía se destinan a operaciones del corazón.¹ Los propósitos son evitar la escasez en los bancos de sangre y reducir el riesgo de infecciones y reacciones inmunológicas.

Otros beneficios de no utilizar hemoderivados son un mejor pronóstico a corto y largo plazos, así como la disminución en los costos.²⁻⁴ Aunque el sangrado posoperatorio es una complicación frecuente en los procedimientos quirúrgicos cardiacos, la decisión del personal médico que atiende a estos pacientes o los lineamientos y guías propias de cada centro hospitalario son las principales razones para indicar la transfusión de productos sanguíneos.^{5,6} Existen medidas farmacológicas y técnicas que, aplicadas con la unificación de criterios para indicar la transfusión sanguínea, hacen posible la realización de operaciones cardiacas sin utilizar hemoderivados.

Debido al incremento del número de pacientes cardiópatas con indicación de algún tipo de operación que rechazan las transfusiones sanguíneas, se desarrolló un abordaje multidisciplinario para realizar de manera segura y eficaz los procedimientos quirúrgicos.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron los pacientes admitidos al Servicio de Cirugía Torácica y Cardiovascular del Hospital Universitario Dr. José Eleuterio González que habían de someterse a operación cardiaca con circulación extracorpórea entre enero del 2000 y marzo del 2006 y que, por razones religiosas o personales, rechazaron el uso de sangre o sus derivados. Todos fueron incluidos de manera prospectiva en un protocolo de manejo multidisciplinario diseñado para realizar procedimientos quirúrgicos cardiacos sin uso de sangre, consistente en medidas técnicas y farmacológicas (cuadros 1 y 2). Los criterios de exclusión fueron tener más de 80 años, concentración de hematocrito menor de 30%, tratarse de una reoperación, tener concentración de creatinina mayor a 2.5 mg/dL, antecedentes de trastornos de la coagulación, tratarse de una operación no electiva o no haber firmado el consentimiento. El protocolo de manejo multidisciplinario fue dividido en tres períodos:

Periodo preoperatorio

El paciente fue citado entre 15 y 30 días antes de la operación para una valoración rutinaria con el propósito de detectar factores de riesgo para el uso de hemoderi-

Cuadro 1. Técnicas para conservar sangre durante la operación cardiaca

Objetivo	Técnica
Evitar pérdida de sangre	Donación autóloga intraoperatoria. Recuperador celular. Transfundir el volumen residual del circuito al final de la operación. Técnica quirúrgica adecuada.
Mantener normotermia al final de la operación.	Mantener normotermia al final de la operación. Mantener un buen control de la presión arterial. Autotransfusión de drenaje por las sondas mediastinales. Tomar lo mínimo requerido de sangre para pruebas de laboratorio.
Disminuir la hemodilución	Reducir el uso de cristaloides. Cebado de la bomba de forma retrógrada. Utilizar tubería y oxigenador de bajo volumen.

vados (peso menor a 60 kg, talla baja, etc.) o sangrado posoperatorio. Se prescribieron sulfato ferroso, vitamina C, ácido fólico y vitamina B₁₂. Si el hematocrito era igual o menor a 35%, la masa de células rojas era menor a 1,600 mL o había ambas circunstancias, se aplicaba eritropoyetina por vía subcutánea cada tercer día. Los antiagregantes plaquetarios (ácido acetilsalicílico y clopidogrel) y anticoagulantes como la warfarina o la acenocumarina se suspendieron de 5 a 7 días antes de la operación; la heparina de bajo peso molecular se retiró un día antes y la heparina no fraccionada se pudo continuar hasta el día del procedimiento quirúrgico. Las muestras sanguíneas para los exámenes preoperatorios se recolectaron en tubos pediátricos.

Periodo intraoperatorio

Se observó al paciente continuamente y se tomó una muestra para medir el hematocrito. Se colocó un catéter de 9.0 F (Arrow International Inc.®) por vía yugular para obtener la donación autóloga. El volumen sanguíneo que se podía obtener se calculó con fórmulas que consideran el volumen sanguíneo estimado, el volumen de cebado del circuito de la bomba de circulación extracorpórea (CEC), el hematocrito obtenido en el quirófano y el calculado durante la CEC (figura 1). La sangre se obtuvo por gravedad o con ayuda de la máquina recuperadora de células sanguíneas (Haemonetics Corp.®) y se depositó en bolsas de recolección

Cuadro 2. Medidas farmacológicas para la operación cardiaca sin uso de sangre

Objetivo	Agente farmacológico
Estimular donación autóloga	<p><i>Eritropoyetina</i> Dosis: Preoperatorio: 200-300 U/kg SC cada tercer día por 15-30 días. Posoperatorio: 200-300 U/kg IV dosis única; continuar con la misma dosis de manera SC por tres días si la hemoglobina es menor a 10 g/dL.</p> <p>Indicaciones: Hematocrito o masa de células rojas bajos en el preoperatorio o posoperatorio. Reoperación por sangrado.</p> <p><i>Vitaminas/minerales</i> Dosis: Hierro: 325 mg VO 3/día. Vitamina C: 500 mg VO 2/día. Vitamina B12: 100 µg/kg/día. Ácido fólico: 1 mg/día VO.</p>
Optimizar la coagulación	<p><i>Aprotinina</i> Dosis: 1 MU antes de la cirugía, 1 MU en el cebado de la bomba y 0.5 MU cada hora durante la cirugía o sólo 1-2 MU en el cebado de la bomba.</p> <p>Indicaciones: Ácido acetilsalicílico 5 días antes de la operación. Uso de heparina 48 horas antes de la operación. Procedimientos quirúrgicos complejos.</p> <p><i>Amicar</i> Dosis: 5 g antes del inicio de la perfusión, 5 g en el cebado y 1 g/h durante la operación. 1 g/h × 5 horas después de la operación.</p> <p>Indicación: Contraindicación para aprotinina: Sangrado posoperatorio excesivo.</p> <p><i>Fibrinólisis.</i> <i>Desmopresina</i> Dosis: 0.3 µg/kg IV.</p> <p>Indicaciones: Sangrado posoperatorio excesivo.</p>

SC: subcutáneo; VO: vía oral.

sanguínea (Baxter Healthcare Corp.[®]) para guardarla a temperatura ambiente. Durante la extracción, la presión sistólica se mantuvo igual o arriba de 95 mmHg con aplicación de solución cristaloide en una relación 1.5-2:1, y con cuidado de no hemodiluir demasiado.

$$\text{Hcto. pre CEC} = \text{hcto. des.} \times (70 \times \text{kg}) + \text{cebado de la bomba} \\ (70 \times \text{kg})$$

$$\text{Vol. autodonación} = (70 \times \text{kg}) (\text{hcto. inicial} - \text{hcto. pre CEC}) \\ \text{hcto. inicial}$$

Figura 1. Fórmulas empleadas para determinar el hematocrito preoperatorio, durante la circulación extracorpórea, y el volumen de autodonación. Hcto. pre CEC: hematocrito después de la donación autóloga antes de iniciar la circulación extracorpórea; Hcto. des.: hematocrito deseado durante la CEC (se usaron 18 a 22%, según el riesgo del paciente).

En caso necesario, para mantener la presión sistólica se usaron medicamentos α -adrenérgicos como la fentilefrina, en bolos de 0.1 mg.

En la mayoría de los pacientes se aplicó aprotinina (Trasylol, Bayer[®]) a la mitad de la dosis recomendada en el protocolo del Hospital de Hammersmith o sólo la infusión de 1 a 2 millones de unidades para el cebado de la bomba en pacientes con riesgo bajo. El ácido ϵ -aminocaproico (Amicar, Wyeth-Ayerst Lederle, Inc.[®]) se prescribió cuando existía alguna contraindicación para la aprotinina o en casos seleccionados de riesgo bajo a moderado.

El circuito de la bomba de circulación extracorpórea incluyó tubería de volumen bajo, oxigenador de membrana (Capiox SX, Terumo Inc.[®] o Edwards Lifesciences[®]), una bomba de rodillo en pacientes de riesgo bajo (Sarns 7000[®]) o bomba centrífuga (Terumo Inc.) en pacientes de riesgo moderado o alto, o procedimientos complejos y hemofiltro (Terumo Inc.). El circuito de la circulación extracorpórea se cebó con 1,400 cc de una solución compuesta por 1,100 cc de suero fisiológico, 100 cc de albúmina al 25% y 0.3 mg/kg de manitol. Los pacientes recibieron anticoagulación con heparina en dosis de 4 mg/kg para pacientes en quienes se administró aprotinina o de 3 mg/kg en los demás, para mantener un tiempo de coagulación activado mayor de 480 segundos. El cebado retrógrado del circuito de la bomba de CEC se hizo por el drenado retrógrado de la sangre venosa y arterial de las cánulas correspondientes, para desplazar al máximo el cebado de la bomba anteriormente descrito, antes del inicio de la circulación extracorpórea.

Se utilizó la máquina recuperadora de células sanguíneas. Durante la CEC, el hematocrito se mantuvo arriba de 18% en pacientes de riesgo bajo y mayor de

22% en pacientes de riesgo alto. En caso necesario, se utilizó la sangre previamente recolectada. En la mayoría de los pacientes, antes de terminar la CEC se reinfundió el total del volumen sanguíneo del contenedor venoso. La heparina se revirtió con sulfato de protamina en una relación de 1:1. La temperatura del paciente se mantuvo por arriba de 36 °C con ayuda de colchón y sábanas térmicas.

Periodo posoperatorio

Al llegar a la unidad de cuidados intensivos, se vigiló al paciente de manera rutinaria y se mantuvo su temperatura corporal con la ayuda de medios físicos. La infusión de líquidos cristaloides o coloides se mantuvo en el mínimo necesario. En caso de sangrado, se investigó clínicamente y por medio de pruebas de laboratorio la causa probable y, si era de origen médico, se administraban fármacos como desmopresina, ácido ϵ -aminocaproico o protamina, según el caso; si el sangrado era de origen quirúrgico, se llevaba al paciente de inmediato al quirófano. Se prescribía eritropoyetina si el hematocrito era igual o menor a 24% en las primeras ocho horas del periodo posoperatorio y se repetía la aplicación cada tercer día hasta obtener el hematocrito deseado. Para la toma de muestras para laboratorio se emplearon tubos pediátricos y sólo se solicitaron las pruebas indispensables.

Recolección de datos

Se recolectaron 85 variables demográficas, preoperatorias, intraoperatorias y posoperatorias en todos los pacientes incluidos en el protocolo, utilizando como base de datos el programa Filemaker® versión 7.0; el análisis estadístico general se hizo con SPSS® versión 11.0. Las variables continuas se expresaron como media \pm desviación típica y las variables categóricas, como valor absoluto y porcentaje.

RESULTADOS

Se incluyeron 57 pacientes, 58% correspondió al sexo masculino. La edad media fue de 54 años, con un rango de 22 a 71. Las operaciones efectuadas fueron: revascularización miocárdica en 36 pacientes, cirugía

Cuadro 3. Procedimientos quirúrgicos

Procedimiento	
Revascularización miocárdica	36
4 puentes	10
3 puentes	21
2 puentes	5
1 puente	0
Valvulares	9
Cambio valvular aórtico	6
Cambio valvular mitral	2
Cambio valvular mitroaórtico	1
Congénitos	7
Comunicación interauricular	3
Comunicación interventricular	2
Aurícula única	1
Drenaje venoso pulmonar anómalo + CIA	1
Tetralogía de Fallot	1
Procedimientos combinados	4
Cambio valvular mitral + RM	3
Plastia mitral + RM	1
Otros	1
Resección de mixoma cardiaco	1

RM: revascularización miocárdica; CIA: comunicación interauricular.

Cuadro 4. Variables preoperatorias, transoperatorias y posoperatorias

Variables	
Preoperatorias	
Edad	54 años (22-71)
Sexo masculino	28 (58%)
Índice de masa corporal	26.9 (21-31.6)
Hematocrito preoperatorio	35 \pm 5 %
Volumen de células rojas	1,590 \pm 380 cc
Plaquetas	220 \pm 45 $\times 10^3$
Volumen sanguíneo estimado	5,340 \pm 760 cc
Ác. acetilsalicílico < 7 días	13 (27%)
Warfarina < 5 días	4 (8%)
Heparina < 24 horas	6 (12%)
Transoperatorias	
Tiempo de CEC	120 \pm 55 min
Tiempo de pinzamiento aórtico	80 \pm 45 min
Tiempo total de cirugía	270 \pm 55 min
Temperatura durante CEC	30 \pm 3 C°
Hematocrito más bajo durante CEC	18 \pm 4 %
Heparina durante CEC (1000 u = 1 cc)	46 \pm 12
Protamina	32 \pm 10 mg
Cebado de la bomba de CEC	1,420 \pm 410 mL
Volumen de autodonación	1,150 \pm 490 mL
Volumen de recuperador celular	1,020 \pm 245 mL
Posoperatorias	
Equilibrio de líquidos en las primeras 24 horas	-350 \pm 1,250 mL
Gasto total por sondas torácicas	610 mL (300-1,100)

CEC: circulación extracorpórea.

valvular en nueve, procedimientos combinados de revascularización miocárdica más cambio o plastia valvular en cuatro, corrección de defectos congénitos en siete y resección de mixoma cardiaco en uno (cuadro 3).

Las variables preoperatorias, transoperatorias y posoperatorias se muestran en el cuadro 4. Los valores del hematocrito y el volumen de células rojas a la admisión fueron $35 \pm 5\%$ y $1,590 \pm 380$ cc, respectivamente. La eritropoyetina se utilizó preoperatoriamente en 55% de los pacientes, de acuerdo con el protocolo arriba mencionado, y se obtuvo un aumento de $12 \pm 5\%$ del hematocrito en un periodo de 20 ± 5 días. Ninguna operación fue pospuesta debido a hematocrito inadecuado. La autodonación en quirófano antes de la circulación extracorpórea fue de $1,150 \pm 490$ cc; durante la extracción no hubo episodio de inestabilidad hemodinámica u otra complicación. La recuperación de células rojas fue de $1,020 \pm 245$ cc al final del procedimiento. El hematocrito más bajo durante la CEC fue de $19 \pm 3\%$; en la unidad de cuidados intensivos, de $25 \pm 5\%$; al alta, de $31 \pm 7\%$.

Se administró aprotinina a 29 pacientes (60%) durante el transoperatorio, desmopresina a 15 (31%) y ácido ϵ -aminocaproico a nueve (19%) durante el posoperatorio. El gasto por las sondas de tórax en las primeras seis horas, tras 12 horas y al retiro de las sondas fue de 220 ± 100 , 310 ± 145 y 645 ± 180 cc, respectivamente. No hubo reoperación por sangrado. El 95% de los pacientes fue extubado en el quirófano. Sólo un paciente tuvo que ser reintubado, por padecer una crisis de hipertensión pulmonar; al resto se le retiró la ventilación mecánica en las primeras 12 a 24 horas del posoperatorio.

La permanencia en la unidad de cuidados intensivos fue de 1 a 3 días y el internamiento total fue, en promedio, de cinco días (rango de 4 a 12 días). Entre las complicaciones que hubo en el posoperatorio, un paciente padeció accidente cerebrovascular tres días después del cambio valvular aórtico, dos pacientes tuvieron fibrilación auricular posterior a revascularización miocárdica y un paciente manifestó síndrome de pospericardiectomía posterior al cierre de una comunicación interauricular. Se obtuvo 8% de morbilidad. La mortalidad fue de 2% por

la defunción, en el segundo día posoperatorio, de una paciente con síndrome de Turner y cardiopatía congénita (anomalía parcial del drenaje de venas pulmonares), después de una crisis hipertensiva pulmonar que resistió al tratamiento médico.

DISCUSIÓN

En los procedimientos quirúrgicos cardíacos con circulación extracorpórea se usa más de 10% de los hemoderivados que proporcionan los bancos de sangre de todo el mundo.^{7,8} Esta práctica se asocia con un incremento en la morbilidad y mortalidad en estos pacientes.⁹ Para evitar el uso inadecuado de los productos sanguíneos, las complicaciones de su uso y poder enfrentar la demanda creciente de pacientes que rechazan la transfusión sanguínea, se diseñó un abordaje multidisciplinario con base en los trabajos de Rosengart y colaboradores.^{10,11} Este sistema incluye la aplicación de determinadas técnicas desde el periodo preoperatorio hasta la evolución posoperatoria. En términos generales, consiste en disminuir la pérdida e incrementar la recuperación sanguínea, evitar la hemodilución innecesaria, incrementar la generación de sangre autóloga, mantener estable el mecanismo de coagulación y transfundir sólo cuando sea fisiológicamente necesario.

En el periodo preoperatorio es importante identificar los factores de riesgo que incrementan las pérdidas sanguíneas y el uso de hemoderivados. Es importante suspender el uso de ácido acetilsalicílico, clopidrogel, warfarina u otros medicamentos que aumentan el riesgo de sangrado, por lo menos 5 a 7 días antes de la intervención quirúrgica.¹² En pacientes con síndrome coronario agudo, la heparina puede continuarse hasta el momento de la operación sin causar trastornos de la coagulación. Cuando la concentración de células rojas, el hematocrito o ambos están por debajo de lo normal, se indica el uso de eritropoyetina. En nuestra experiencia, el uso de dosis bajas de eritropoyetina en un periodo de 15 días incrementó significativamente los valores de hematocrito, a diferencia de otros estudios en donde se recomienda el uso de dosis altas de eritropoyetina por periodos prolongados.^{13,14} Durante la estancia hospitalaria, las muestras para laboratorio deben

usar la cantidad mínima de sangre; porque es bien conocido que la toma de muestras durante el internamiento, y sobre todo en la unidad de cuidados intensivos, ocasiona una importante disminución del hematocrito y la necesidad de transfusión en 85% de los pacientes que permanecen en la unidad por más de cuatro días, como lo reportan Corwin y colaboradores.¹⁵ La necesidad de transfusiones en cirugía cardiaca se relaciona con la coagulopatía y hemodilución que ocurren por el uso de la circulación extracorpórea. La donación autóloga intraoperatoria es decisiva en el abordaje aquí comentado, ya que reduce la necesidad de transfundir paquetes eritrocitarios.¹⁶ Reducir el volumen de cebado del circuito de circulación extracorpórea, mediante tuberías de pequeño diámetro pero que se ajusten a las necesidades hemodinámicas y el cebado retrógrado con el volumen sanguíneo del propio paciente, son pasos importantes que no aumentan los costos y pueden aplicarse efectivamente en todos los pacientes.¹⁷

No se ha establecido la concentración mínima de hematocrito para la circulación extracorpórea, pero puede manejarse con seguridad un porcentaje mayor o igual a 15% en pacientes de riesgo bajo y mayor o igual a 18% en pacientes de riesgo moderado.¹⁸ Esto se comprobó en el presente estudio, pues no hubo complicaciones secundarias en 11 pacientes que tuvieron concentraciones de hematocrito por debajo de 16% durante la CEC. En el periodo transoperatorio sólo se administró aprotinina en 60% de los pacientes, los cuales tenían algún factor de riesgo de sangrado. Se usó la mitad de la dosis recomendada y no hubo complicación asociada a su uso, como se ha reportado en otros estudios.¹⁹

En el periodo posoperatorio, el control de la hipotermia y la hipertensión son decisivos para disminuir las probabilidades de sangrado excesivo. También es importante descartar todas las posibles causas de sangrado, para tomar decisiones rápidas. En caso de que se determine una causa quirúrgica, el paciente debe ser trasladado al quirófano de inmediato; si se sospecha una causa médica, el uso de fármacos como el ácido tranexámico o el α -aminocaproico es efectivo y de bajo costo. El factor VII recombinante para el tratamiento de sangrados graves no controlables por otros medios es una buena opción, con buenos

resultados pero costo elevado. En este trabajo no fue necesario recurrir a ese fármaco.²⁰⁻²² Los sistemas de drenaje para autotransfusión en el posoperatorio son una buena opción para evitar la transfusión sanguínea. Se usan de manera rutinaria en nuestro servicio, en pacientes con riesgo alto de sangrado posoperatorio; pero en esta serie, en la cual se incluyeron sólo Testigos de Jehová, no se utilizaron porque la técnica no es aceptada por los estatutos religiosos de estos pacientes.

Esta serie demuestra que es posible realizar operaciones a corazón abierto con buenos resultados, de manera segura, sin morbilidad y mortalidad por falta de transfusión de sangre o sus derivados, siguiendo el abordaje descrito y con un eficiente trabajo de equipo.

REFERENCIAS

1. Shander A, Moskowitz D, Rijhwani TS. The safety and efficacy of "bloodless" cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2005;9:53-63.
2. Engoren MC, Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, et al. Effect of blood transfusion on long-term survival after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2002;74:1180-6.
3. Leal-Naval SR, Rincon-Ferrari MD, Garcia-Curiel A, Herruzo-Aviles A, et al. Transfusion of blood components and postoperative infection in patients undergoing cardiac surgery. *Chest* 2001;119:1461-8.
4. Chelemer SB, Prato BS, Cox PM, O'Connor GT, et al. Association of bacterial infection and red blood cell transfusion after coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2002;73:138-42.
5. Stover EP, Siegel LC, Parks R, Levin J, et al. Variability in transfusion practice for coronary artery bypass surgery persists despite national consensus guidelines: a 24-institution study. *Institutions of the Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group. Anesthesiology* 1998;88:327-33.
6. Moskowitz DM, Klein JJ, Shander A, Cousineau KM, et al. Predictors of transfusion requirements for cardiac surgical procedures at a blood conservation center. *Ann Thorac Surg* 2004;77:626-34.
7. Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH, Hao SH, et al. Red cell transfusion in coronary artery bypass graft surgery. (DRGs 106 an 107). *Transfusion* 1992;32:458-64.
8. Wallace EL, Churchill WH, Surgenor DM, Cho GS, et al. Collection and transfusion of blood and blood components in the United States, 1994. *Transfusion* 1998;38:625-36.
9. Colleen GK, Liang L, Andra ID, Tomislav M, 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.

10. Rosengart TK, Helm RE, DeBois WJ, Garcia N, et al. Open heart operations without transfusion using a multimodality blood conservation strategy in 50 Jehovah's Witness patients: implications for a "bloodless" surgical technique. *J Am Coll Surg* 1997;184:618-29.
11. Helm RE, Rosengart TK, Gomez M. Comprehensive multimodality blood conservation: 100 consecutive CABG operations without transfusion. *Ann Thorac Surg* 1998;65:125-36.
12. Harder S, Klinkhardt U, Alvarez JM. Avoidance of bleeding during surgery in patients receiving anticoagulant and/or antiplatelet therapy: pharmacokinetic and pharmacodynamic considerations. *Clin Pharmacokinet* 2004;43:963-81.
13. Sowade O, Warnke H, Scigalla P, Sowade B, et al. Avoidance of allogeneic blood transfusions by treatment with epoetin beta (recombinant human erythropoietin) in patients undergoing open-heart surgery. *Blood* 1997;89:411-8.
14. Goodnough LT, Despotis GJ, Parvin CA. Erythropoietin therapy in patients undergoing cardiac operations. *Ann Thorac Surg* 1997;64:1579-80.
15. Corwin HL, Parsonnet KC, Gettinger A. RBC transfusion in the ICU. Is there a reason? *Chest* 1995;108:767-71.
16. Helm RE, Klemperer JD, Rosengart TK, Gold JP, et al. Intraoperative autologous blood donation preserves red cell mass but does not decrease postoperative bleeding. *Ann Thorac Surg* 1996;62:1431-41.
17. DeBois WJ, Sukhram Y, McVey J. Eduction in homologous blood transfusion using a low prime circuit. *J Extracorp Technol* 1996;28:58-66.
18. DeFoe GR, Ross CS, Olmstead EM, Surgenor SD, et al. Lowest hematocrit on bypass and adverse outcomes associated with coronary artery bypass grafting. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Ann Thorac Surg* 2001;71:769-76.
19. Mangano DT, Tudor JC, Dietzel C. The risk associated with aprotinin in cardiac surgery. *N Engl J Med* 2006;354:353-65.
20. Hedner U. Recombinant factor VIIa (Novoseven) as a haemostatic agent. *Semin Hematol* 2001;38:43-47.
21. Hedner U, Erhardtzen E. Potential role for rFVIIa in transfusion medicine. *Transfusion* 2002;42:114-24.
22. Al Douri M, Shafi T, Al Khudairi D, Al Bokhari E, et al. Effect of the administration of recombinant activated factor VII (rFVIIa; NovoSeven) in the management of severe uncontrolled bleeding in patients undergoing heart valve replacement surgery. *Blood Coagul Fibrinolysis* 2000;11:S121-7.