

ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECTOS DE LA HEMODILUCIÓN NORMOVOLÉMICA CON AUTODONACIÓN DE BAJO VOLUMEN SOBRE VARIOS PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS EN LA CIRUGÍA CARDIOVASCULAR CON CIRCULACIÓN EXTRACORPÓREA

EFFECTS OF NORMOVOLEMIC HEMODILUTION WITH LOW VOLUME AUTOLOGOUS DONATIONS ON VARIOUS HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN CARDIOVASCULAR SURGERY WITH CARDIOPULMONARY BYPASS

MSc.Dr. Pedro Aníbal Hidalgo Menéndez¹, MSc.Dr. Osvaldo González Alfonso², MSc.Dr. Rudy Hernández Ortega³, Dr. Jorge Méndez Martínez⁴, Dr. Juan Manuel Rodríguez Álvarez⁴, MSc.Dr. Leonel Fuentes Herrera⁵, MSc.Dr. Alina Ceballos Álvarez⁵, MSc.Dr. Rafael Onelio Rodríguez Hernández⁶, MSc.Dr. Alain Moré Duarte⁷, Lic. Arelis Camacho Bermúdez⁸, Dra. Vielka González Ferrer⁹ y Dra. Shemanet García Cid¹⁰

1. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de I y II Grados en Anestesiología y Reanimación. Instructor de la UCM de Villa Clara.
2. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de I y II Grados en Anestesiología y Reanimación. Profesor Auxiliar de la UCM de Villa Clara.
3. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de I Grado en Anestesiología y Reanimación. Profesor Asistente de la UCM de Villa Clara.
4. Especialista de I Grado en Anestesiología y Reanimación, y en Medicina General Integral.
5. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de I Grado en Medicina Interna. Diplomado en Cuidados Intensivos de Adultos. Profesor Asistente la UCM de Villa Clara.
6. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de I y II Grados en Pediatría. Diplomado en Cuidados Intensivos Pediátricos. Instructor de la UCM de Villa Clara.
7. Máster en Urgencias Médicas. Especialista de I Grado en Medicina General Integral. Diplomado en Perfusión y Técnicas Extracorpóreas. Instructor de la UCM de Villa Clara.
8. Licenciada en Medios Diagnósticos. Departamento de Banco de Sangre y Medicina Transfusional
9. Especialista de I Grado en Bioestadística.
10. Especialista de I Grado en Anestesiología y Reanimación. Diplomada en Cuidados Intensivos de Adultos. Hospital General Docente "Roberto Fernández Rodríguez" de Morón, Ciego de Ávila.

Recibido: 01 de junio de 2011

Aceptado para su publicación: 23 de julio de 2011

Correspondencia: Dr. PA Hidalgo Menéndez
Calle Juan Bruno Zayas Nº 208 e/ San Miguel y Candelaria.
Santa Clara, CP 50100. Villa Clara, Cuba.
Correo electrónico: pedro@cardiovc.sld.cu

Resumen

Antecedentes y objetivos: La cirugía cardíaca con circulación extracorpórea se caracteriza por grandes pérdidas hemáticas perioperatorias y alteraciones mul-

multifactoriales de los parámetros de la coagulación. Por estas razones es frecuente el empleo de transfusiones alogénicas. El propósito de este trabajo fue determinar los efectos de la hemodilución normovolémica intencional, con autodonación de bajo volumen, sobre algunos parámetros hematológicos en el paciente intervenido con circulación extracorpórea. **Método:** Estudio longitudinal, comparativo, prospectivo, en 27 pacientes a los que se les realizó cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea, sujetos a hemodilución normovolémica intencional de bajo volumen. Se estudiaron parámetros, como: volemia del enfermo, cuantía de la sangría, cifras de hematócrito, conteo de plaquetas, tiempo de tromboplastina e INR, antes y después de la hemodilución y de la autotransfusión. **Resultados:** Se encontró una extracción promedio de 10,5 % de la volemia para los hombres y 13,12 % para las mujeres, con reducción altamente significativa del hematócrito, y significativa de las plaquetas, aunque ambas variables se mantuvieron dentro de valores normales, sin existir afectación de los parámetros de la coagulación con la hemodilución; luego de la autotransfusión se encontró un incremento altamente significativo del hematócrito y del conteo de plaquetas, con reducción significativa de los tiempos de tromboplastina e INR. **Conclusiones:** La hemodilución normovolémica de bajo volumen no produce alteraciones clínicas importantes de los parámetros hematológicos estudiados, y la autotransfusión posterior a la derivación cardiopulmonar mejora estos parámetros.

Palabras clave: Transfusión de sangre autóloga, hemodilución, cirugía torácica

Abstract

Introduction and Objectives: Cardiac surgery with extracorporeal circulation is characterized by large perioperative blood loss and multifactorial disorders of coagulation parameters. For these reasons, there is frequent use of allogeneic transfusions. The purpose of this study was to determine the effects of intentional normovolemic hemodilution, with low volume autologous donation, on some hematological parameters in patients undergoing cardiopulmonary bypass. **Method:** A longitudinal, comparative, prospective study was performed in 27 patients who underwent cardiovascular surgery with cardiopulmonary bypass, subjected to intentional low volume normovolemic hemodilution. The following parameters were studied: the patient's blood volume, bleeding count, hematocrit figures, platelet count, thromboplastin time and INR before and after hemodilution and autotransfusion. **Results:** A blood volume average extraction of 10.5% for men and 13.12 % for women was found, with a highly significant reduction in hematocrit, and a significant reduction in platelet, although both variables were within normal values, without involvement of the coagulation parameters with hemodilution. After autotransfusion, a highly significant increase in hematocrit and platelet count was found, with significant reduction of thromboplastin time and INR. **Conclusions:** The low volume normovolemic hemodilution does not produce clinically important changes in the studied hematological parameters, and autotransfusion after cardiopulmonary bypass improves these parameters.

Key words: Autologous blood transfusion, hemodilution; thoracic surgery

INTRODUCCIÓN

La cirugía cardíaca con circulación extracorpórea (CEC) favorece las grandes pérdidas hemáticas perioperatorias y la presencia de alteraciones multifactoriales de los parámetros de la coagulación¹. Por estas razones es frecuente el empleo de transfusiones alogénicas, tanto de concentrados de hematíes, como de plasma fresco, concentrado de plaquetas y crioprecipitados, entre otros².

La práctica médica ha confirmado que a la desconexión del paciente de la derivación cardiopulmonar, si no se reponen plaquetas, fibrinógeno, y factores de la coagulación frescos y en óptimas capacidades hemostáticas, la incidencia del sangrado excesivo por la coagulopatía posterior a la CEC es muy elevada, y po-

ne en peligro la vida del enfermo³⁻⁵.

Ante esta situación, numerosos centros de cirugía cardíaca han buscado alternativas para desarrollar una "cirugía sin sangre"^{1,6-11}. Dentro de estas medidas, una de las más importantes es el empleo de hemodilución normovolémica intencional (HNI) con obtención de sangre fresca autóloga^{1,12-14}.

Con esta técnica se obtiene sangre fresca total rica en plaquetas y factores de la coagulación, sin comprometer la volemia del enfermo, lo que permite que, al ser transfundida después de la CEC, se corrijan los trastornos de la coagulación, para evitar tener que administrar concentrados de plaquetas, plasma fresco y crioprecipitados alogénicos^{1,15}. En un gran por ciento de los pacientes, también evita tener que transfundir

glóbulos rojos homólogos o reduce el número de unidades a transfundir^{1,6,7,15-17}.

Ahora bien, la HNI produce resultados diversos en la hemostasia, en dependencia de los fluidos utilizados, el grado de hemodilución alcanzado (alto, moderado o bajo), en dependencia de la cantidad de sangre autóloga extraída y el volumen repuesto en correspondencia. También depende del método empleado para lograr la hemodilución y evaluar la hemostasia^{18,19}.

Existen informes que señalan que la dilución de los factores de la coagulación y los trombocitos, combinado con el aumento del flujo sanguíneo capilar, puede incrementar el riesgo de hemorragia una vez concluida la extracción de sangre y su reemplazo²⁰⁻²⁴.

Algunos autores incluso han informado la existencia de la prolongación del tiempo de coagulación y los bajos niveles de plaquetas²⁵.

Otros de los riesgos que se le han atribuido, se relacionan con la reducción de las cifras de hematócrito y el efecto consecuente que esto pueda tener sobre el transporte de oxígeno en el enfermo con cardiopatía²⁶.

En nuestro hospital, Cardiocentro "Ernesto Che Guevara" de Santa Clara, se comenzó a aplicar un programa de ahorro de sangre desde el año 2006, donde el empleo de HNI y la sangría de bajo volumen (entre el 10 - 15 % de la volemia calculada), constituyen uno de los pilares fundamentales de las estrategias transoperatorias.

No obstante, aunque esta técnica reúne indiscutibles beneficios, se requieren de estudios para determinar sus efectos sobre numerosos parámetros biológicos, y conocer el grado de repercusión sobre las diferentes variables hematológicas, sobre todo, las cifras de hemoglobina y la modificación de la hemostasia del paciente, una vez concluidas la sangría y la hemodilución, y después de transfundir la sangre autóloga al concluir la derivación cardiopulmonar.

MÉTODO

Se realizó un estudio longitudinal comparativo prospectivo, en la Unidad Quirúrgica del Cardiocentro "Ernesto Che Guevara" de Santa Clara, desde septiembre-diciembre del año 2010 en 27 pacientes adultos con buena función cardíaca, clase II-III de la Asociación del Corazón de Nueva York (NYHA, por sus siglas en inglés), y peso corporal mayor de 45 kg, que tuvieran todos los parámetros del coagulograma preoperatorio dentro de los límites normales con hematócrito $\geq 0,38$, a los que se les sometió a cirugía de reemplazo valvular mitral, aórtico, reparación de defectos congé-

nitos o colocación de puentes coronarios bajo circulación extracorpórea e hipotermia leve (temperatura $> 30^{\circ}\text{C}$), con tiempos menores de 120 minutos de derivación cardiopulmonar, menos de 2000 ml de balance hídrico al concluir el acto quirúrgico, y pérdidas sanguíneas quirúrgicas menores del 20 % de la volemia calculada (sin incluir la sangría), que no fueron transfundidos con sangre o algún componente alogénico durante el perioperatorio.

La técnica anestésica empleada fue similar en todos los enfermos, se utilizó la monitorización de los parámetros cardiovasculares, de temperatura y otros, según el protocolo habitual. A los pacientes que lo requirieron se les administraron fármacos de apoyo cardiovascular y soporte vasoactivo, según sus necesidades hemodinámicas y los datos aportados por la monitorización.

La ceba del reservorio de la máquina de CEC se realizó de forma similar en todos los casos, sin emplear hemoderivados, según el protocolo del departamento. La anticoagulación para la CEC se logró con heparina sódica, 3 mg/kg de peso, antes de la canulación de la aorta. En los pacientes en que se detuvo el corazón, se empleó cardioplejía cristaloide fría a 4°C .

Una vez desconectado el enfermo de la CEC, se revirtió la totalidad de la heparinización con sulfato de protamina. Como antifibrinolítico se empleó el ácido tranexámico.

Los parámetros hematológicos estudiados fueron: hematócrito, conteo de plaquetas, tiempo de tromboplastina activada por kaolín (TPT-k) y normalización internacional del tiempo de protrombina (INR, por sus siglas en inglés).

Se realizaron 4 determinaciones: la primera a la llegada del enfermo al quirófano, previo a la hemodilución; otra, 20 minutos después de concluida la HNI; luego, al concluir la CEC, ya revertida la heparinización, previo a la autotransfusión; y la última, se obtuvo en la sala de Cuidados Intensivos Posoperatorios, a la llegada del paciente procedente del quirófano (muestra posterior a la autotransfusión).

La HNI fue realizada de la siguiente manera: una vez concluida la inducción anestésica, se procedió a extraer una unidad de sangre fresca total autóloga (aproximadamente 500 ml por paciente), que se almacenó en bolsas selladas de Banco de Sangre con 65 ml de anticoagulante [Citrato de sodio, Dextrosa, Fosfato de sodio, Adenina (CDPA)]; el volumen a extraer se comprobó mediante la medición continua del peso de la bolsa durante la extracción. Simultánea-

mente se reemplazó un volumen equivalente, con Gelofusine® (BBraüm) endovenoso, se mantuvo la hidratación horaria según el protocolo del centro, y se repusieron las pérdidas extraordinarias con cristaloides y coloides, o ambos, según las necesidades individuales del paciente.

El análisis estadístico se realizó de la siguiente manera: la descripción de las variables cuantitativas se logró mediante estadígrafos de tendencia central, como la media y la mediana, y medidas de dispersión, como la desviación estándar. Para la comparación de los valores de los parámetros sanguíneos, que se midieron antes y después de la hemodilución y la autotransfusión, se aplicó la prueba de Rangos de Wilcoxon.

Para esta investigación, se trabajó con la relación resultante de la división del valor hallado en el paciente por el valor del control del TPT-k.

La información se presentó en tablas realizadas en Excel y el procesamiento estadístico, se realizó en

SPSS versión 15.0 en ambiente Windows XP.

RESULTADOS

La muestra quedó conformada por 27 enfermos operados de cirugía cardíaca con circulación extracorpórea. Predominó el sexo masculino (n=17), con una mediana de 63 años y una edad promedio de $60,88 \pm 5,94$ años; el femenino presentó edades más bajas, su mediana fue de 53 años y el promedio de edad, de $49,5 \pm 11,08$. Los pesos corporales difirieron también por género, con un promedio de $74,41 \pm 12,21$ kg para los hombres, y $62,9 \pm 11,59$ kg las mujeres.

La tabla 1 muestra las diferencias de la volemia calculada, según el género de los pacientes y la cuantía de la sangría aplicada, donde se aprecia que la extracción de sangre autóloga y la hemodilución consecuente fue de bajo nivel, $10,50 \pm 4,07$ % de la volemia en los hombres y $13,12 \pm 2,38$ %, en las mujeres.

Tabla 1. Descripción de variables clínicas según sexo. Cardiocentro "Ernesto Che Guevara" de Santa Clara. Año 2010.

Variables clínicas	Media \pm DS	
	Hombres (n=17)	Mujeres (n=10)
Volemia calculada (70 ml/kg ⁻¹)	5208,82 \pm 854,84	4088,5 \pm 753,33
Sangría (ml)	549,18 \pm 120,3	536,5 \pm 93,28
Porcentaje de relación sangría/volemia	10,50 \pm 4,07 %	13,12 \pm 2,38 %

Fuente: Cuestionario.

Tabla 2. Comparación de los valores del hematócrito antes y después de la HNI, y de la autotransfusión.

Estadígrafos	Hematócrito (valores en %) (n=27)			
	Antes de la HNI	Después de la HNI	Antes de la autotransfusión	Después de la autotransfusión
Media \pm DS	42,46 \pm 4,24	35,84 \pm 3,82	24,68 \pm 3,12	28,85 \pm 3,65
Suma de rangos	Negativos	378	0	
	Positivos	0	378	
Z	-4,543		-4,552	
P	0,000**		0,000**	

**Altamente significativo

Fuente: Cuestionario.

La tabla 2 muestra las variaciones del hematócrito relacionadas con el procedimiento. Puede apreciarse como este parámetro hematológico se redujo con la hemodilución de un valor promedio, de $42,46 \pm 4,24 \%$ a $35,84 \pm 3,82 \%$, lo cual si bien fue altamente significativo desde el punto de vista estadístico ($p < 0,01$), aún así se mantiene por encima del valor mínimo considerado seguro para los pacientes con cardiopatía. Al comparar los cambios de este indicador, antes y después de la autotransfusión, se puede apreciar un incremento altamente significativo ($p < 0,01$), de un valor medio de $24,68 \pm 3,12 \%$ a $28,85 \pm 3,65 \%$.

En la tabla 3 se realiza una comparación de las varia-

ciones del conteo de plaquetas sanguíneo. Como puede apreciarse, la hemodilución redujo el número de trombocitos promedio de $265,19 \pm 49,95 \times 10^9$ células por litro (cel/L) a $247,04 \pm 53,62 \times 10^9$ cel/L, una disminución que, aunque es estadísticamente significativa ($p < 0,05$), no tiene repercusiones clínicas, ya que mantiene las plaquetas dentro del rango considerado fisiológico. A su vez, la transfusión de sangre autóloga incrementó las cifras de plaquetas de $198,89 \pm 56,52 \times 10^9$ cel/L a $233,33 \pm 41,32 \times 10^9$ cel/L, aumento estadísticamente muy significativo ($p < 0,01$) que tiene una repercusión clínica favorable a la salida de la derivación cardiopulmonar.

Tabla 3. Comparación del conteo de plaquetas antes y después de la HNI, y de la autotransfusión.

Estadígrafos		Conteo de plaquetas (N° células x 10 ⁹ /L) (n=27)			
		Antes de la HNI	Después de la HNI	Antes de la autotransfusión	Después de la autotransfusión
Media ± DS		265,19 ± 49,95	247,04 ± 53,62	198,89 ± 56,52	233,33 ± 41,32
Suma de rangos	Negativos	212,5		0	
	Positivos	63,5		325	
Z		-2,288		-4,402	
P		0,044*		0,000**	

*Significativo

**Altamente significativo

Fuente: Cuestionario.

Tabla 4 Comparación del INR antes y después de la HNI, y de la autotransfusión.

Estadígrafos		INR (n=27)			
		Antes de la HNI	Después de la HNI	Antes de la Autotransfusión	Después de la Autotransfusión
Media ± DS		1,14 ± 0,16	1,11 ± 0,12	1,55 ± 0,21	1,28 ± 0,2
Suma de rangos	Negativos	171		365,5	
	Positivos	82		12,5	
Z		- 1,447		- 4,244	
P		0,296		0,000**	

**Altamente significativo

Fuente: Cuestionario.

En la tabla 4 pueden apreciarse los efectos de la HNI en los factores de la coagulación dependientes de la vitamina K, evaluado mediante el INR. La hemodilución aguda no provocó alteraciones de este estudio hematólogo. Por el contrario, la transfusión de sangre fresca autóloga, sí aportó beneficios, al reducir el INR de valores considerados clínicamente riesgosos o cercanos a esto ($1,55 \pm 0,21$) a niveles seguros ($1,28 \pm 0,2$). Estas variaciones fueron además, muy significativas (p

$< 0,01$) desde el punto de vista estadístico.

De forma semejante se comportaron los factores de la coagulación de la vía intrínseca, medidos por el TPT-k (tabla 5). Con la hemodilución no se produjeron alteraciones hemostáticas; sin embargo, al finalizar la derivación cardiopulmonar se produjo una reducción estadísticamente significativa de este parámetro ($p < 0,05$), al disminuir el TPT-k de una media de $1,44 \pm 0,42$ a $1,29 \pm 0,18$.

Tabla 5. Comparación del TPT-kaolín antes y después de la HNI, y de la autotransfusión.

Estadígrafos		TPT Kaolín (n=27)			
		Antes de la HNI	Después de la HNI	Antes de la autotransfusión	Después de la autotransfusión
Media \pm DS		1,11 \pm 0,11	1,09 \pm 0,08	1,44 \pm 0,42	1,29 \pm 0,18
Suma de rangos	Negativos	157,5		198	
	Positivos	118,5		55	
Z		- 0,593		- 2,323	
P		1,106		0,040*	

*Significativo

Fuente: Cuestionario.

DISCUSIÓN

La cirugía cardíaca se asocia con un elevado riesgo de pérdidas sanguíneas perioperatorias, motivado por diferentes razones, donde el empleo de la derivación cardiopulmonar desempeña un papel importante²⁴. Esta produce profundas alteraciones fisiopatológicas en el enfermo, que incluyen alteraciones hemostáticas debido al uso de heparina, consumo de factores de la coagulación, destrucción plaquetaria, hemodilución excesiva, anticoagulación residual, hipotermia y fibrinólisis, entre los más importantes^{24,27}.

Este riesgo de sangrado expone la vida del enfermo y obliga con frecuencia a transfundir sangre alogénica, componentes sanguíneos y derivados, lo que incrementa la morbilidad y mortalidad perioperatorias, y predispone al paciente de padecer numerosas complicaciones²⁸⁻³⁰.

Todo lo anterior ha motivado el interés por desarrollar una "cirugía cardíaca sin sangre"¹ y para ello, se han empleado numerosas estrategias con el objetivo de minimizar o evitar las transfusiones de sangre o componentes sanguíneos, mediante un programa de ahorro de sangre^{1,6-11}.

Dentro de las estrategias utilizadas se destaca el em-

pleo de donación aguda preoperatoria de sangre fresca total autóloga, asociada con HNI, por ser asequible y efectiva para reducir las transfusiones alogénicas^{1,16,17,31-35}.

Sin embargo, esta técnica no está exenta de complicaciones y sus supuestos efectos beneficiosos han sido puestos en duda en numerosas publicaciones^{18-22,25,31,36-39}. La reducción abrupta de la hemoglobina del enfermo, la dilución de los factores de la coagulación por el reemplazo de volumen sanguíneo y la posibilidad de alteraciones hemodinámicas, han sido señaladas como posibles efectos adversos, con un mayor riesgo para los enfermos potencialmente susceptibles, como es el caso de los pacientes con cardiopatía o sujetos a cirugía cardiovascular^{19,26}.

Hay investigaciones que señalan que una hemodilución moderada, donde se extrae entre 20-25 % de la volemia, es usualmente bien tolerada, pero puede no ser así en enfermos sujetos a revascularización coronaria; pues el incremento compensatorio de la frecuencia cardíaca, asociado a la sangría, puede ocasionar isquemia miocárdica con disfunción ventricular izquierda que puede hacerse más severa por la

reducción de la hemoglobina del paciente y la disminución de la capacidad transportadora de oxígeno²⁶.

A su vez, una hemodilución extrema con altos volúmenes de extracción (3000 o más mililitros), aunque haya sido empleada con éxito¹⁸, puede afectar el transporte de oxígeno al reducir el hematócrito más allá del 25 %, pues se aumenta el riesgo de sobrecarga circulatoria por el reemplazo de altos volúmenes, inestabilidad hemodinámica, coagulopatía dilucional y edema pulmonar iatrogénico^{19,23,31}.

Por otro lado, en un estudio de pacientes sometidos a cirugía con corazón abierto, a los que se les realizó HNI de bajo volumen (extracción aproximada del 15 % de la volemia), no se apreciaron complicaciones de importancia, y los autores lo atribuyen al bajo nivel de hemodilución obtenido y al mantenimiento de un hematócrito óptimo³¹.

Al parecer con la hemodilución de bajo volumen se logra mantener un nivel tolerable de hematócrito sin que se afecte la oxigenación periférica, por lo que la cuantía de la extracción debe orientarse hacia esos objetivos^{1,26,34,36}.

Con respecto a los efectos de la HNI sobre la hemostasia se han publicado resultados diversos y contradictorios^{18-22,25,31,36-39}. Algunos autores han considerado a las alteraciones de la coagulación como un efecto secundario de esta aplicada a cirugías no cardíacas, pero señalan que sus efectos son poco ostensibles y puede prevenir los estados de hipercoagulabilidad asociados a la cirugía convencional^{21,22,25}.

La HNI produce resultados diversos en la hemostasia, en dependencia de los fluidos utilizados, si se han empleado cristaloides o coloides como líquidos de reemplazo a la sangría, y según el tipo de coloide utilizado, el grado de hemodilución alcanzado, el método empleado para evaluar la hemostasia, y la forma utilizada para lograr la hemodilución^{20-22,25,37-39}. Numerosas investigaciones realizadas en cirugía cardíaca no han encontrado alteraciones de importancia en los parámetros de la coagulación asociados con la HNI, sobre todo si se emplean coloides a base de gelatina sintética para el reemplazo^{26,37,39}, aunque con respecto al empleo de hidroxietilalmidón (HES) y dextranos, hay resultados discordantes²⁰.

No obstante, en un estudio realizado en cirugía cardíaca²¹ se informó que la administración de coloides sintéticos para la HNI indujo un estado de hipocoagulabilidad, y aunque las pérdidas por los drenajes torácicos fueron estadísticamente semejantes en los pacientes del estudio respecto al grupo control, la correlación

lineal entre las variables tromboelastométricas con el sangrado postoperatorio sustentó la idea de que existió una tendencia al sangrado en estos enfermos, debido a la formación inestable del trombo. En los pacientes de esta investigación, a los que se les administró albúmina al 5 % como agente de reemplazo para la sangría, no se encontró este fenómeno²¹. Aún así, no queda claro si este estado de hipocoagulabilidad, se debe a la acción de los coloides como agentes anti-agregantes plaquetarios, o es secundario a la hemodilución con disminución de la concentración de los factores de la coagulación, o a una asociación de ambos fenómenos^{20,21,25}.

No se debe pasar por alto que la HNI permite obtener un determinado número de unidades autólogas de sangre fresca y el efecto beneficioso de su administración al concluir el acto quirúrgico^{3,5}. La autodonación de sangre fresca total aporta hematíes con plena capacidad transportadora de oxígeno, así como plaquetas y factores de la coagulación en óptima capacidad hemostática^{1,3,12}.

La obtención de una o dos unidades autólogas antes de la incisión quirúrgica, asociada a la hemodilución concomitante, es una importante estrategia para minimizar las pérdidas eritrocitarias durante el acto quirúrgico, y permite disponer de componentes sanguíneos frescos que, al ser transfundidos al concluir la intervención, eleva la hemoglobina del enfermo y optimiza su hemostasia, al aportar trombocitos y factores de la coagulación funcionales; esto evita la necesidad de transfundir concentrados de plaquetas o plasma fresco alogénicos, a su vez, minimiza u obvia las necesidades transfusionales de concentrados de glóbulos rojos homólogos^{1,12}.

En nuestro estudio, se empleó una hemodilución isovolémica de bajo nivel, que mantuvo el hematócrito por encima del nivel de seguridad reconocido para el paciente con cardiopatía, sin producir alteraciones hemostáticas por alteraciones de los factores de la coagulación de ambas vías (extrínseca e intrínseca), y se mantuvo el conteo de plaquetas dentro de rangos fisiológicos. A su vez, la transfusión de una unidad aislada de sangre fresca total autóloga aportó los suficientes componentes hemostáticos para elevar el conteo de plaquetas, reducir el tiempo de tromboplastina y elevar los factores dependientes de vitamina K (evaluados por el *INR*) a niveles adecuados para garantizar una coagulación óptima; también incrementó las cifras de hematócrito a niveles más seguros para estos enfermos.

CONCLUSIONES

El empleo de HNI de bajo volumen es una alternativa beneficiosa como estrategia de ahorro de transfusiones alogénicas en la cirugía cardiovascular con CEC; aunque la hemodilución se puede acompañar de algunas reacciones adversas y efectos indeseables, tal y como se señala en la literatura^{19,26}, estos pueden minimizarse con la reducción de la cuantía de la sangría, al emplear gelatinas como expansores, y evitar reducciones drásticas del hematócrito. La administración de una unidad de sangre autóloga fresca al concluir la CEC es una alternativa excelente, con mínimos riesgos, a las transfusiones de plaquetas, crioprecipitados y plasma homólogos, pues logra optimizar la hemostasia del enfermo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González Alfonso O, Hidalgo Menéndez PA. Técnicas actuales para la cirugía cardiovascular sin utilizar componentes sanguíneos. *Rev Cubana Anestesiología y Reanimación* [Internet]. 2007 [citado 2010 Nov 10]; 6(1):[Aprox. 19 p.] Disponible en: <http://bvs.sld.cu/revistas/scar/vol6/no1/scar07107.pdf>
- Muradás M, García R, Pérez Y, Sotolongo Y, Vigoa LP. Aspectos ético-legales y consideraciones anestésicas de la terapia transfusional en el paciente Testigo de Jehová. *Anales Cir Cardiacas Vasc*. 2006; 12(5):218-22.
- Cardemil Herrera G. Cirugía, perioperatorio y sangre. *Rev Chilena de Cirugía*. 2003;55(3):216-224.
- Nuttall GA, Stehling LC, Beighley CM, Faust RJ; American Society of Anesthesiologists Committee on Transfusion Medicine. Current transfusion practices of members of the American Society of Anesthesiologists: A survey. *Anesthesiology* [Internet]. 2003 [citado 2011 feb 21];99(6). Disponible en: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=ovftf&NEWS=N&AN=00000542-200312000-00028>
- Salas J. Transfusión y cirugía cardiovascular. *Cirugía Cardiovasc*. 2003;10(1):7-16.
- Jiménez JCE. Recomendaciones médico-quirúrgicas para disminuir el uso y pérdida de derivados sanguíneos. *Revista Colombiana de Cirugía* [Internet]. 2005. [citado 2006 Jul 10];20(2):[aprox. 4 p.] Disponible en: <http://www.encolombia.com/medicina/cirugia/Ciru20205-recomendaciones.htm>
- Iduni López E, Alvarado M, Méndez E, Pucci Juan. Autotransfusión y terapia de componentes sanguíneos autólogos en cirugía cardíaca: consideraciones generales y experiencia en el Hospital México. *Rev Costarricense Cardiol*. 2003;5(1):9-18.
- Cortés BA. Alternativas farmacológicas a las transfusiones de sangre y componentes. *Colombia Médica*. 1994;25:73-82.
- Beltrán HJ, Trujillo RME. Criterios actuales sobre el uso de sangre autóloga en cirugía. *UNIV DIAG*. [Internet]. 2002 [citado 2011 Abril 20];2(1):37-51. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/uni/vol2_1_02/Uni06101.htm
- Fragozo C. Cirugía cardiovascular sin sangre. *Cartas de la Salud* [Internet]. 2005 [citado 12 Jul 2006] 103 [aprox. 5 p.] Disponible en: http://www.ladosis.com/clientes/valle_lili/carta/carta_new.php?art_c=36
- Viteri OM. Uso de hemoderivados y técnicas de conservación de sangre. *Rev Venez Anest*. 2002; 7(2):215-24.
- Miller RD. Transfusion therapy. En: Miller RD. *Anesthesia*. 2nd Electronic ed. New York: Churchill Livingstone Inc.; 2004. p. 1617-49.
- Practice guidelines for perioperative blood transfusion and adjuvant therapies: An updated report by the american society of anesthesiologists task force on perioperative blood transfusion and adjuvant therapies. *Anesthesiology* [Internet]. 2006 [citado 2011 feb 21];105(1):[aprox. 5 p.] Disponible en: <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=ovfth&NEWS=N&AN=00000542-200607000-00030>
- Bernal JM, Naranjo S, Trugeda M, Sarralde A, Diago C, Revuelta JM. Cirugía cardíaca en testigos de Jehová. Experiencia en Santander. *Rev Esp Cardiol* [Internet]. 2006 [citado 12 Abril 2011];59(5): [aprox. 5 p.] Disponible en: <http://www.revespcardiol.org/es/revistas/revista-espa%C3%B1ola-cardiologia-25/cirugia-cardiaca-testigos-jehova-experiencia-santander-13087904-comunicaciones-brevs-2006>
- Cortina L. Terapia transfusional en cirugía con circulación extracorpórea. En: *Guía de transfusionología IV*. La Habana: Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana; 2005. p. 6-9.
- Epstein NE, Peller A, Korsh J, DeCrosta D, Boutros A, Schmigelski C, Greco J, et al. Impact of intraoperative normovolemic hemodilution on transfusion requirements for 68 patients undergoing lumbar

- laminectomies with instrumented posterolateral fusion. *Spine*. 2006;31(19):2227-30.
17. Catoire P. Effect of preoperative normovolemic hemodilution on left ventricular segmental wall motion during abdominal aortic surgery. *Anesth Analg*. 1992 [citado 20 Abr 2011];75(5):654-9.
 18. Ciná CS, Bruin G. Acute normovolemic hemodilution (ANH) in surgery of the thoraco-abdominal aorta. A cohort study to evaluate coagulation parameters and blood products utilization. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1999;40(1):37-43.
 19. de Souza MA, Klamt JG, García LV. Effects of acute normovolemic hemodilution on blood coagulation: comparison between tests of an in vivo and an in vitro model. *Rev Bras Anesthesiol*. 2010;60(4):363-75
 20. Jones SB, Whitten CW, Despotis GJ, Monk TG. The influence of crystalloid and colloid replacement solutions in acute normovolemic hemodilution: A preliminary survey of hemostatic markers. *Anesth Analg*. 2003;96(2):363-8.
 21. Niemi TT, Suojaranta-Ylinen RT, Kukkonen SI, Kuitunen AH. Gelatin and hydroxyethyl starch, but not albumin, impair hemostasis after cardiac surgery. *Anesth Analg*. 2006;102:998-1006.
 22. Haisch G, Boldt J, Krebs C, Suttner S, Lehmann A, Isgro F. Influence of a new hydroxyethyl starch preparation (HES 130/0.4) on coagulation in cardiac surgical patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2001;15(3):316-21.
 23. Salgado BM, Calderón Abbo M, Sánchez Carrera M, Méndez reyes R. Recuperación sanguínea intraoperatoria. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* [Internet]. 2002 [citado 20 Abr 2011];16(1):12-5.
 24. Fenger-Eriksen C, Lindberg-Larsen M, Christensen AQ, Ingerslev J, Sørensen B. Fibrinogen concentrate substitution therapy in patients with massive haemorrhage and low plasma fibrinogen concentrations. *Br J Anaesth*. 2008;101(6):769-73.
 25. Hüttner I, Boldt J, Haisch G, Suttner S, Kumle B, Schulz H. Influence of different colloids on molecular markers of haemostasis and platelet function in patients undergoing major abdominal surgery. *Br J Anaesth*. 2000;85(3):417-23.
 26. Cromheecke S, Lorsomradee S, Van der Linden PJ, De Hert SG. Moderate acute isovolemic hemodilution alters myocardial function in patients with coronary artery disease. *Anesth Analg*. 2008;107(4):1145-52.
 27. Karlsson M, Ternstrom L, Hyllner M, Baghaei F, Nilsson S, Jeppsson A. Plasma fibrinogen level, bleeding, and transfusion after on-pump coronary artery bypass grafting surgery: a prospective observational study. *Transfusion*. 2008;48(10):2152-8.
 28. Bull BS, Hay KL, Herrmann PC. Postoperative bypass bleeding: a bypass-associated dilutional (BAD) coagulopathy? *Blood Cells Mol Dis*. 2009;43(3):256-9.
 29. Eaton MP, Iannoli EM. Coagulation considerations for infants and children undergoing cardiopulmonary bypass. *Paediatric Anaesthesia* [Internet]. 2011 [citado 20 Mayo 2011];21(1):31-42.
 30. Enriquez L, Shore-Lesserson JL. Point-of-care coagulation testing and transfusion algorithms. *Br J Anaesth*. 2009;103(1):114-22.
 31. Raivio PM, Lassila R, Kuitunen AH, Eriksson H, Suojaranta-Ylinen RT, Petäjä J. Increased preoperative thrombin generation and low protein S level associated with unfavorable postoperative hemodynamics after coronary artery bypass grafting. *Perfusion*. 2011;26(2):99-106.
 32. Hüttner I, Boldt J, Haisch G, Suttner S, Kumle B, Schulz H, Hüttner I, *et al*. Influence of different colloids on molecular markers of haemostasis and platelet function in patients undergoing major abdominal surgery. *Br J Anaesth*. 2000;85(3):417-23.
 33. Epstein NE. Bloodless spinal surgery: a review of the normovolemic hemodilution technique. *Surg Neurol*. 2008;70(6):614-8.
 34. Cha CW, Deible C, Muzzonigro T, Lopez-Plaza I, Vogt M, Kang JD. Allogeneic transfusion requirements after autologous donations in posterior lumbar surgeries. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002;27(1):99-104.
 35. Guo JR, Yu J, Jin XJ, Du JM, Guo W, Yuan XH. Effects of acute normovolemic hemodilution on perioperative coagulation and fibrinolysis in elderly patients undergoing hepatic carcinectomy. *Chin Med Sci J*. 2010;25(3):146-50.
 36. De Ville A. Substituts plasmatiques et hemodilution normovolemique. *Rev Med Brux*. 1989;10(4):143-7.
 37. Van der Linden PJ, De Hert SG, Daper A, Trenchant A, Schmartz D, Defrance P, *et al*. 3,5 % urealinked gelatin is as effective as 6% HES 200/0.5 for volume management in cardiac surgery patients. *Can J Anaesth*. 2004;51(3):23-41.
 38. Karoutsos S, Nathan N, Lahrimi A, Grouille D, Feiss P, Cox DJ. Thrombelastogram reveals hypercoagulability after administration of gelatin solution. *Br J*

- Anaesth. 1999;82(2):175-7.
39. Lang K, Boldt J, Suttner S, Haisch G. Colloids versus crystalloids and tissue oxygen tension in patients undergoing major abdominal surgery. *Anesth Analg.* 2001;93(2):405-9.