

ARTÍCULO ORIGINAL

Hemodilución normovolémica aguda en pacientes expuestos a cirugía de revascularización coronaria

Acute normovolemic hemodilution in patients exposed to coronary artery bypass surgery

Dr. Michel Vinent Oduardo, Dra. Beatriz María Carulla Diez, Dra. Yudira Lachaise Moreno, Dr. Arcilio Carulla Ballester y Dra. Karina Muguercia Sarracén

Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres", Santiago de Cuba, Cuba.

RESUMEN

Introducción: la cirugía cardíaca ocasiona profundas alteraciones fisiopatológicas, con un elevado riesgo de pérdidas sanguíneas y el consecuente peligro para la vida.

Objetivo: evaluar el uso de la hemodilución normovolémica aguda en pacientes expuestos a cirugía de revascularización coronaria de forma electiva.

Métodos: se efectuó un estudio observacional, descriptivo y transversal de 100 pacientes programados para cirugía electiva de revascularización coronaria, con riesgo quirúrgico II-III, según la clasificación de la ASA, atendidos en el Servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres" de Santiago de Cuba, desde septiembre de 2012 hasta marzo de 2014.

Resultados: predominaron los hombres entre 55 y 64 años de edad; los parámetros hematológicos, hemodinámicos y hemogasométricos se mantuvieron entre los límites normales durante los períodos presangría, postsangría y posautotransfusión, no se registraron complicaciones durante la realización de la técnica y el ahorro de sangre fue de 97,0 %.

Conclusiones: La hemodilución normovolémica aguda limitada es una técnica de ahorro de sangre segura para pacientes a quienes se les realiza cirugía de revascularización coronaria.

Palabras clave: hemodilución normovolémica aguda, revascularización coronaria, cirugía cardiovascular.

ABSTRACT

Introduction: heart surgery causes deep pathophysiological alterations, with a high risk of blood losses and the consequent danger for life.

Objective: to evaluate the use of acute normovolemic hemodilution in patients exposed to coronary artery bypass surgery in an elective way.

Methods: an observational, descriptive and cross-sectional study of 100 patients scheduled for elective coronary artery bypass surgery, with surgical risk II-III, according to the classification of the American Society of Anesthesiologists (ASA), assisted in the Cardiovascular Surgery Service of "Saturnino Lora Torres" Teaching Clinical Surgical Provincial Hospital in Santiago de Cuba, was carried out from September, 2012 to March, 2014.

Results: there was a prevalence of men between 55 and 64 years; the hemathologic, hemodynamic and hemogasometric parameters, remained among the normal limits

during the before bleeding, after bleeding and postself-transfusion times, there were no complications reports when performing the technique and there was a 97.0% of blood saving.

Conclusions: the limited acute normovolemic hemodilution is a safe technique of blood saving for patients undergoing coronary artery bypass surgery.

Key words: acute normovolemic hemodilution, coronary artery bypass, cardiovascular surgery.

INTRODUCCIÓN

La hemodilución normovolémica aguda es la extracción de sangre total de un paciente, mientras se restaura el volumen sanguíneo circulante con un líquido sin células, poco antes de una pérdida sanguínea quirúrgica que se prevé sea significativa.¹

Gracias a la hemodilución normovolémica se logra diluir la sangre, lo cual reduce el hematocrito inicial, de ahí que la pérdida de glóbulos rojos en el transcurso de la hemorragia sea menor, lo que permite disminuir la cantidad de sangre alogénica a transfundir y mejorar las condiciones microcirculatorias durante la intervención.^{1,2}

Cuando la hemostasia quirúrgica es satisfactoria, las unidades de sangre se reinfunden al paciente al final de la intervención o una vez que el sangrado ha cesado o antes, según las necesidades transfusionales peroperatorias, en orden inverso de su extracción desde la primera unidad, por lo que la última unidad transfundida tiene los valores más altos de hematocrito, de concentración de factores de coagulación y de plaquetas.²

La hemodilución normovolémica aguda minimiza el uso de sangre alogénica, es una técnica sencilla, de bajo costo y puede ser utilizada en casi todos los pacientes.^{1,3} Por su parte, la cirugía cardíaca ocasiona profundos cambios fisiopatológicos, que incluyen alteraciones hemostáticas debido al uso de heparina, consumo de factores de la coagulación, hemodilución excesiva, anticoagulación residual, hipotermia y fibrinólisis, por citar algunos, con un elevado riesgo de pérdidas sanguíneas peroperatorias que pone en riesgo la vida del paciente y obliga con frecuencia a transfundir sangre alogénica y sus derivados, lo cual incrementa la morbilidad y mortalidad peroperatorias, a la vez que predispone a los afectados a padecer numerosas complicaciones.⁴

A pesar de su introducción desde hace algunas décadas, esta técnica no se ha constituido como un procedimiento habitual, incluso ha sido desacreditada. Estudios clínicos sobre la eficacia de la hemodilución normovolémica aguda, para aportar bases sólidas que permitan su uso de forma sistemática, no han sido concluyentes en este medio, lo cual es atribuible a deficiencias en los protocolos de investigación, a pesar de ser un tipo de autotransfusión utilizada frecuentemente en países desarrollados, no así en aquellos en vías de desarrollo, de modo que las ventajas que tiene este procedimiento son poco conocidas por el personal médico, paramédico y de enfermería que labora en los quirófanos.

Por todas estas razones se consideró oportuno aplicar la técnica de hemodilución normovolémica aguda a pacientes expuestos a cirugía de revascularización coronaria de forma electiva con vistas a evaluar su utilización.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal de 100 pacientes programados para cirugía electiva de revascularización coronaria, con riesgo quirúrgico II-III, según la clasificación de la ASA, atendidos en el Servicio de Cirugía Cardiovascular del Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres" de Santiago de Cuba, desde septiembre de 2012 hasta marzo de 2014.

El universo estuvo constituido por 130 pacientes, de los cuales se seleccionó una muestra de 100, mediante muestreo aleatorio simple, los cuales cumplían con los criterios establecidos para la investigación.

Como principales variables analizadas figuraron: edad, sexo, parámetros hemodinámicos (frecuencia cardíaca, presión arterial media y diuresis), hematológicos (hemoglobina y hematocrito), hemogasométricos, necesidad de transfusión alogénica y complicaciones.

Para el cálculo del volumen a extraer se utilizó la fórmula modificada de Bourke – Smith: $V = VSE \times (H_{to} - H_{tod}) / H_{tp}$, donde:

- V: volumen de sangre a extraer.
- VSE: volumen sanguíneo estimado, que se calcula multiplicando el peso en kg por 75 mL en un hombre adulto y por 72 mL en una mujer.
- H_{to}: hematocrito inicial.
- H_{tod}: hematocrito deseado al final de la hemodilución.
- H_{tp}: hematocrito promedio entre el inicial y el que se desea conseguir.

Los datos primarios se obtuvieron de las historias clínicas de los pacientes y se incluyeron en una planilla de vaciamiento. Una vez recopilada la información se diseñó una base de datos mediante el programa SPSS, versión 21,5 y se calcularon valores promedios e indicadores de dispersión como medidas de resumen para variables cuantitativas: media (\bar{X}), desviación estándar (S), mediana (Mn), valor máximo (Máx.) y valor mínimo (Mín.), así como el porcentaje para variables cualitativas y las diferencias significativas para los diferentes parámetros de interés.

La investigación se efectuó conforme a los principios éticos para las investigaciones biomédicas en seres humanos, de acuerdo con lo cual se pidió el consentimiento a los miembros de la dirección del centro y a los pacientes.

RESULTADOS

Del total de integrantes de esta casuística, 79 correspondieron al sexo masculino y 21 al femenino; asimismo, el grupo etario predominante resultó ser el de 55- 64 años con 48 pacientes.

En la tabla 1 se aprecia que durante los tiempos de presangría, postsangría y posautotransfusión, los parámetros hematológicos se mantuvieron estables y que en el período postsangría las cifras del hematocrito descendieron en relación con los valores basales, hasta cifras promedio de 0,33 L/L, con una desviación estándar de 0,01 L/L, para un mínimo de 0,30 L/L y un máximo de 0,35 L/L, que corresponden a valores promedio de hemoglobina de 109 g/L, con lo cual se logró el efecto deseado, la hemodilución limitada, que es la requerida para estos casos.

Tabla 1. Parámetros hematológicos durante los períodos de presangría, postsangría y posautotransfusión

Presangría					
Parámetros	\bar{X}	Mn	S	Mín.	Máx.
Hemoglobina	137	135	10,1	118	161
Hematocrito	0,41	0,41	0,03	0,35	0,53
Postsangría					
Hemoglobina	109	108	3,9	99	115
Hematocrito	0,33	0,33	0,01	0,30	0,35
Posautotransfusión					
Hemoglobina	111	128	12	99	129
Hematocrito	0,36	0,36	0,03	0,30	0,44

Durante los períodos descritos, las variaciones hemodinámicas (tabla 2) se mantuvieron dentro de los límites normales al igual que los parámetros hemogasométricos promedios (tabla 3).

Tabla 2. Parámetros hemodinámicos durante los períodos de presangría, postsangría y posautotransfusión

Presangría					
Parámetros	\bar{X}	Mn	S	Mín	Máx
PAM	92	90	10	70	95
FC	74	75	12	53	94
Diuresis					
Postsangría					
PAM	94	88	14	60	90
FC	76	75	11	55	100,0
Diuresis	1,7	1,7	0,4	0,8	3,4
Posautotransfusión					
PAM	87	87	12	66	100
FC	75	74	11	53	100
Diuresis	1,9	1,9	0,8	0,5	4,2

Tabla 3. Parámetros hemogasométricos durante los períodos de presangría, postsangría y postautotransfusión

Parámetros	Presangría				
	\bar{X}	Mn	S	Mín	Máx
pH	7,41	7,42	0,03	7,38	7,30
PO ₂	150	145	35	90	265
PCO ₂	39	36	4,4	23	47
HCO ₃	23	23	2,2	18	28
EB	-0,2	-0,3	1,7	-3,6	3,7
SaO ₂	99	99	0,7	96	99
CaO ₂	20	20	1	15	25
	Postsangría				
pH	7,41	7,42	0,03	7,33	7,49
PO ₂	225	213	63	105	403
PCO ₂	36	35	4,5	27	47
HCO ₃	22	22	2,2	18	28
EB	-0,6	-1	1,6	-3,8	3,0
SaO ₂	99,7	99,8	0,2	99	99,9
CaO ₂	17	18	2	13	19
	Posautotransfusión				
pH	7,42	7,43	0,03	7,32	7,50
PO ₂	210	186	96,5	97	525
PCO ₂	34	34	6,2	30	46
HCO ₃	23	23	3,1	18	36
EB	0,1	0,4	1,7	-3,8	3,2
SaO ₂	99,6	99,8	0,31	99	99,9
CaO ₂	19	20	1	15	22

DISCUSIÓN

Resulta cada vez más evidente que la edad y el sexo, incluso en ausencia de enfermedad vascular, se asocian a modificaciones tanto en el árbol vascular como en el miocardio y constituyen factores de riesgo no modificables para el surgimiento de la cardiopatía isquémica. En relación con estas variables, Rojas *et al*⁵ obtuvieron resultados similares a los de esta serie.

La cardiopatía isquémica se desarrolla comúnmente en individuos de ambos sexos y con más de 50 años de edad. Es más frecuente en el sexo masculino y se señala que las féminas en edad reproductiva están protegidas por la acción de los estrógenos, que comienzan a desaparecer de forma paulatina a partir de los 55 años, lo cual favorece el incremento del colesterol sérico y el proceso de aterosclerosis.

Con el envejecimiento pueden apreciarse cambios en el corazón, que propician mayor cantidad de grasa subepicárdica en la entrada de las venas pulmonares, en la cava superior y en la base de la aorta; asimismo, las paredes de los vasos sanguíneos se

vuelven menos elásticas por la disminución del óxido nítrico, con disminución de su luz y disfunción endotelial, lo cual contribuye a la alteración de la respuesta vasodilatadora arteriolar, al incremento de la rigidez vascular, a la aparición de hipertrofia ventricular izquierda, a la limitación de la reserva cardiovascular y a la disminución de la perfusión tisular. Esto provoca un abastecimiento deficiente de oxígeno y de nutrientes a un corazón con una demanda metabólica elevada.⁶

Maldonado *et al*⁷, en su estudio hicieron una comparación entre 2 grupos: en el primero utilizaron hemodilución normovolémica y en el segundo no. La hemoglobina inicial (Hb) en el primero fue 14,3 g/L y en el segundo de 14,5 g/L; la Hb posoperatoria, de 12,5 g/L y de 12,7 g/L, respectivamente; la de egreso, de 12,5 y 12,4g/L, en ese orden. Por otra parte, los niveles de hematocrito tampoco mostraron diferencias significativas, dado por 43,1 y 42,9 % al ingreso; 36,2 y 37,3 % en el período posoperatorio y por 37,0 y 37,7 % al egreso.

Hidalgo *et al*,⁸ refieren en su serie que con la hemodilución el hematocrito se redujo de un valor promedio de $42,46 \pm 4,24$ % a $35,84 \pm 3,82$ %; hecho que si bien fue altamente significativo, aún 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 aprecia un incremento altamente significativo, con un valor medio de $24,68 \pm 3,12$ % a $28,85 \pm 3,65$ %.

Algunos autores señalan que una hemodilución moderada, donde se extrae entre 20-25 % de la volemia, es usualmente bien tolerada, pero puede no ser así en pacientes expuestos a revascularización coronaria, pues el incremento compensatorio de la frecuencia cardíaca, asociado a la sangría, puede ocasionar isquemia miocárdica con disfunción ventricular izquierda y hacerse más severa, dada la reducción de la hemoglobina del paciente y la disminución de la capacidad transportadora de oxígeno.⁹

Por otro lado, en un estudio relacionado con pacientes expuestos a cirugía con corazón abierto, a quienes se les realizó hemodilución de bajo volumen (extracción aproximada de 15 % de la volemia), no se apreciaron complicaciones de importancia; resultados que los autores atribuyen al bajo nivel de hemodilución obtenido y al mantenimiento de un hematocrito óptimo.^{10,11}

Al parecer, con la hemodilución de bajo volumen se logra mantener un nivel tolerable de hematocrito sin que se afecte la oxigenación periférica, de manera que la cuantía de la extracción debe orientarse hacia esos objetivos.¹⁰

Rojas *et al*⁵ refieren en su serie que las variables hemodinámicas mostraron los valores siguientes: tensión sistólica de $134,6 \pm 16$ mm de Hg en el período preanestésico; de 102 ± 13 en el perianestésico y de 122 ± 12 en el postanestésico, lo cual denota una tendencia a la recuperación de la cifra basal en el período postanestésico ($p < 0,0001$). Por su parte, la tensión diastólica fue de 76 ± 9 mm de Hg en el primer período; de 66 ± 9 en el segundo y de 67 ± 6 en el tercero. La frecuencia cardíaca, de 72 ± 12 ; de 84 ± 14 y de 87 ± 6 latidos por minuto, respectivamente.

Mathru *et al*¹² demostraron que en la hemodilución extrema, la presión arterial media disminuye de 90 - 55 mm de Hg, el índice cardíaco se incrementa de 2,3 - 4,0 L/min/m² y se mantiene constante a diferentes grados de dilución; mientras que la tasa de extracción de oxígeno es directamente proporcional al grado de hemodilución.

Otros autores¹³ refieren que la repuesta hemodinámica durante la extracción fue satisfactoria para todos los casos y durante el período peroperatorio solo 2 pacientes expuestos a cirugía cardiovascular no clasificaron como estables por presentar taquicardia e hipotensión arterial.

En el presente estudio, los parámetros hemogasométricos promedios durante los 3 períodos estudiados se mantuvieron dentro de límites normales, pues cuando existe una hemodilución correcta en estado de normovolemia, se mantiene el flujo sanguíneo adecuado hacia los tejidos y en especial al corazón, lo cual garantiza la buena oxigenación, nutrición y metabolismo del miocardio.

Otros autores⁵ encontraron en su serie que la gasometría arterial, en los 3 períodos mencionados, tuvo los promedios siguientes: pH $7,41 \pm 0,3$; $7,41 \pm 0,5$ y $7,40 \pm 0,5$, respectivamente y sin diferencias significativas. La PO_2 no mostró fluctuación estadística importante; la PCO_2 se modificó como sigue: $30,47 \pm 4,69$; $29,9 \pm 4,17$ y $33,33 \pm 3,81$, en ese orden, lo cual evidencia una tendencia al incremento de CO_2 en el período posanestésico y el HCO_3 arterial presentó cifras de $19,26 \pm 39$; $18,73 \pm 1,96$ y $20,55 \pm 2,14$ para cada uno de los períodos ($p < 0,03$).

Se ha demostrado que en la hemodilución hay mejoría en la perfusión capilar del músculo cardíaco, por lo que al terminar la cirugía el pH de la superficie muscular es mayor al pH venoso.⁵

En esta casuística solo hubo que transfundir con sangre alogénica a 3 de los afectados, debido a incidentes relacionados con la intervención quirúrgica (accidentes, prolongación del acto quirúrgico y efectos residuales de los anticoagulantes). No se observaron complicaciones al realizar la técnica de hemodilución normovolémica aguda en pacientes con cardiopatía isquémica.

Borracci *et al*¹⁴ afirman que la donación preoperatoria de sangre autóloga asociada con hemodilución normovolémica aguda, redujo en 76 % la necesidad de transfusión de sangre en el período posoperatorio de cirugía cardíaca electiva; también señalan que la sangre recolectada con la hemodilución normovolémica aguda provee componentes sanguíneos frescos con niveles normales de hemoglobina, plaquetas y factores de coagulación que sirven para mejorar la hemostasia después del baipás cardiopulmonar.

Las ventajas fisiológicas teóricas de la hemodilución incluyen sus efectos en las características reológicas de la sangre y sobre su flujo, la caída de la resistencia periférica que mejora la perfusión y las modificaciones sobre la curva de disociación de la hemoglobina.

Maldonado *et al*⁷ consideran que el grupo al que no se le realizó hemodilución y recuperación celular, consumió 2,7 paquetes globulares como promedio; 2,8 unidades de plasma y una fésis plaquetaria.

El empleo de hemodilución de bajo volumen es una alternativa beneficiosa como estrategia de ahorro de transfusiones alogénicas en la cirugía cardiovascular, aunque la hemodilución puede acompañarse de algunas reacciones adversas y efectos indeseables, tal y como se señala en la bibliografía médica consultada,^{8, 9, 11} lo cual no fue encontrado en el presente estudio. Por supuesto, esta técnica debe realizarse por un personal calificado y entrenado con el cumplimiento estricto de las normas de asepsia y antisepsia.

La obtención de una o 2 unidades autólogas antes de la incisión quirúrgica, asociada a la hemodilución concomitante, es una estrategia importante para minimizar las pérdidas eritrocitarias durante la operación, y permite disponer de componentes sanguíneos frescos, que al ser transfundidos al concluir la intervención, eleva la hemoglobina del paciente y optimiza su hemostasia, al aportar trombocitos y factores de la coagulación funcionales. Todo lo anterior evita la necesidad de transfundir concentrados de plaquetas o plasma fresco alogénico y, a su vez, minimiza u obvia las necesidades transfusionales de concentrados de glóbulos rojos homólogos.¹⁵⁻¹⁷

Se concluye que la hemodilución normovolémica aguda limitada en pacientes expuestos a cirugía de revascularización coronaria, logra mantener un nivel tolerable del hematocrito, sin que se afecte la oxigenación miocárdica, con pocos cambios hemodinámicos y gasométricos, de manera que esta es una técnica que no ocasiona complicaciones, disminuye las necesidades de sangre alogénica y evita los efectos adversos a este tipo de transfusión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Gonzalo Cardemil H. Cirugía, perioperatorio y sangre. Rev Chilena Cir. 2003; 55(3):216-24.
2. Salas J. Transfusión y cirugía cardiovascular. Cir Cardiovasc. 2003;10(1):7-16.
3. Baron JF. Hemodilución normovolémica aguda. Alternativas al uso de la sangre y derivados. Rev Hosp Clin Univ Chile. 2000;11:283-6.
4. Miller R. Anestesia. 7 ed. Madrid: Elsevier; 2010.p.1834 –5.
5. Rojas Jaimes RA, Ortiz Ramírez EM, Medina Barrera R. Hemodilución normovolémica aguda en pacientes sometidos a revascularización coronaria. Rev Mex Anest. 2003 [citado 6 Ene 2014];26(1). Disponible en: <http://new.medigraphic.com/cgi-bin/resumen.cgi?IDREVISTA=37& IDARTICULO=16820&IDPUBLICACION=1714>
6. Dávila Cabo de Villa E, Saíñz Cabrera HP, Fleitas Salazar CR, Álvarez Bárzaga M, Muñoz Cerero M, Ojeda González JJ, *et al.* Anestesiología clínica. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2006. p.519- 56.
7. Maldonado RN, González Chon O, Cisneros RJ, Maldonado RN, González Chon O, Cisneros RJ. Eficacia de la hemodilución aguda y la recuperación celular intraoperatoria en la cirugía de corazón. Rev Mex Enfermer Cardiol. 2002;10(1): 5-14.
8. Hidalgo Menéndez PA, González Alfonso O, Hernández Ortega R, Méndez Martínez J, Rodríguez Álvarez JM, Fuentes Herrera L. Efectos de la hemodilución normovolémica con autodonación de bajo volumen sobre varios parámetros hematológicos en la cirugía cardiovascular con circulación extracorpórea. CorSalud. 2011;3(3):124-33.
9. 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.

10. 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.
11. 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.
12. Matruhu M, Cleinman B, Blackman B. Cardiovascular adjustments and gas exchange during restreme dilution in humans. *Crit Care Med*. 1991;19:700-5.
13. Fernández Suárez LM, Leal Monjiotti Z. Hemodilución normovolémica intencional alternativa práctica para la transfusión homóloga de sangre en cirugía general y especializada. *Rev Cubana Cir*. 2000;39(2):152-9.
14. Borracci RA, Rubio M, Dayan M, Farras AH, Ahuad Guerrero, Baldi J. Donación preoperatoria de sangre autóloga asociada con hemodilución normovolémica aguda en cirugía cardíaca electiva: ensayo clínico aleatorizado. *Rev Argentina Cardiol*. 2004 [citado 14 Feb 2013];72(3). Disponible en: <https://www.sac.org.ar/wp-content/uploads/2014/04/623.pdf>
15. Epstein NE. Bloodless spinal surgery: a review of the normovolemic hemodilution technique. *Surg Neurol*. 2008;70(6):614-8.
16. 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.
17. 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.

Recibido: 22 de agosto de 2015.

Aprobado: 5 de noviembre de 2015.

Michel Vinent Oduardo. Hospital Provincial Docente Clínicoquirúrgico "Saturnino Lora Torres", avenida de los Libertadores s/n, entre calles 4ta y 6ta, reparto Sueño, Santiago de Cuba, Cuba