

Donación preoperatoria de sangre autóloga asociada con hemodilución normovolémica aguda en cirugía cardíaca electiva: ensayo clínico aleatorizado

RAUL A. BORRACCI*, MIGUEL RUBIO*, RUBÉN DAYAN, ALEJANDRA H. FARRAS[†], RODOLFO A. AHUAD GUERRERO*, JULIO BALDI

RESUMEN

Objetivos

Desarrollar un programa simple de donación autóloga en cirugía cardíaca electiva capaz de minimizar los costos de desperdicio y de procesamiento de la muestra y comparar la eficacia de la hemodilución normovolémica aguda asociada o no con predonación autóloga en un ensayo clínico controlado de pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

Material y métodos

Se incluyeron 80 pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva en un ensayo clínico controlado con aleatorización por bloques (b = 4) y estratificado por patología (coronario, aórtico o mitral), que fueron asignados a un grupo experimental (E) (n = 40) tratado con donación preoperatoria de sangre autóloga más hemodilución normovolémica aguda precirculación extracorpórea *versus* un grupo control (C) (n = 40) tratado sólo con dicha hemodilución.

Resultados

Los requerimientos posoperatorios de sangre homóloga fueron $0,27 \pm 0,08$ U por paciente para el grupo E y $1,79 \pm 0,98$ U para el grupo C ($p < 0,005$). Sólo el 22,5% (9/40) de los pacientes del grupo E necesitó transfusión homóloga, mientras que fue necesaria en el 95% (38/40) de los pacientes del grupo C (RR: 0,24, IC_{95%} 0,13 - 0,42, $p < 0,001$). El análisis de costo-minimización demostró una reducción del 20% en el costo total de hemoterapia cuando se combinaban hemodilución aguda y autodonación quirúrgica.

Conclusiones

La cirugía cardíaca electiva puede realizarse en forma segura con un programa simple de predonación autóloga más hemodilución normovolémica aguda, con lo que se disminuye el requerimiento de transfusión homóloga en un 76%. Por tratarse de un programa simple de predonación para una cirugía de alto consumo de hemoderivados, el costo de desperdicio fue bajo y originó un ahorro neto de \$ 80 por paciente a favor del grupo con donación combinada. REV ARGENT CARDIOL 2004;72:186-191.

Recibido: 1/2004

Aceptado: 3/2004

Dirección para separatas:

Raúl A. Borracci, La Pampa 3030

-1°B (1428) Buenos Aires,

Argentina - e-mail:

borracci@universia.com.ar

Palabras clave

> Transfusión sanguínea - Autóloga - Hemodilución - Cirugía cardíaca - Estenosis aórtica

INTRODUCCIÓN

La donación preoperatoria de sangre autóloga tuvo un auge en los ochenta y ha declinado en la última década, (1) especialmente a partir de los estudios publicados que consideraron esta práctica muy poco efectiva en relación con el costo (hasta U\$S 500.000 por año de vida ajustado por calidad). (2, 3) Así, el costo de una autotransfusión podía llegar a ser entre el 36 y el 80% mayor que el costo de una transfusión homóloga (4). Estos análisis económicos consideran que esta diferencia se debe fundamentalmente al costo del proceso de extracción y conservación, y al llamado "costo de desperdicio" ya que, con dependencia

del tipo de cirugía, el descarte de sangre autóloga por no necesidad de uso puede llegar al 80%. (5) De la misma forma, la selección rigurosa de donantes y de sangre homóloga hace que el riesgo de transmisión de enfermedades virales sea actualmente despreciable (1 en 100.000 para hepatitis y 1 en 750.000 para SIDA), lo cual limita en consecuencia el beneficio potencial de la transfusión autóloga en lo referente a la reducción de dicho riesgo. (6) Pero más allá del análisis de costo-efectividad, se ha demostrado que la donación preoperatoria autóloga reduce la necesidad de transfusiones extras en múltiples procedimientos quirúrgicos. (7) Asimismo, el uso de sangre autóloga podría disminuir el riesgo de transmisión de nuevos

agentes infecciosos (virus SEN y priones), (6) la inmunosupresión mediada por transfusión homóloga, (8) la injuria pulmonar aguda postransfusional (9) y la ansiedad del paciente que no desea recibir sangre que no sea la propia. Además, la donación preoperatoria autóloga podría ser efectiva respecto del costo en aquellos pacientes con alta probabilidad de requerir una transfusión perioperatoria, como es el caso de la cirugía cardíaca, lo cual reduciría el "costo de desperdicio". (10)

En base a esto, y a la efectividad de los programas de predonación de sangre autóloga para minimizar la transfusión homóloga, se ha incrementado nuevamente el interés en esta técnica y en la hemodilución normovolémica aguda para la cirugía electiva. En el caso de la cirugía cardíaca, aún no existe consenso en cuanto a las indicaciones, la cantidad de sangre que se debe donar y a los riesgos relacionados con la donación preoperatoria autóloga y la hemodilución. Algunos estudios de hace una década han establecido que la donación ideal sería de 3 ó 4 U por paciente, lo cual requeriría un período libre de por lo menos 3 semanas previo a la cirugía para la donación preoperatoria. (11) Actualmente, en la mayoría de los países, la cirugía cardíaca funciona como un sistema de respuesta rápida, y este período de espera para la predonación podría constituir un obstáculo importante para la aceptación de la donación autóloga. Por otra parte, tampoco se ha definido aún el valor de la hemodilución aguda intraoperatoria como técnica de conservación de

sangre, ni la indicación de predonación en pacientes con estenosis aórtica severa. (12)

El objetivo de este trabajo fue 1) desarrollar un programa simple de donación autóloga en cirugía cardíaca electiva capaz de minimizar los costos de desperdicio y de procesamiento y conservación de la muestra y 2) comparar la eficacia de la hemodilución normovolémica aguda asociada o no con predonación autóloga en un ensayo clínico controlado de pacientes sometidos a cirugía coronaria, reemplazo aórtico o reemplazo mitral.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron 80 pacientes sometidos a cirugía cardíaca electiva en un ensayo clínico controlado con aleatorización por bloques ($b = 4$) y estratificado por patología (coronario, aórtico o mitral), que fueron asignados a un grupo experimental (E) ($n = 40$) tratado con donación preoperatoria de sangre autóloga más hemodilución normovolémica aguda precirculación extracorpórea *versus* un grupo control (C) ($n = 40$) tratado sólo con dicha hemodilución (Figura 1). El programa de conservación de sangre incluyó la intención de limitar el uso preoperatorio de aspirina, la autotransfusión por donación prequirúrgica y/o hemodilución y la aceptación de un nivel mínimo de hemoglobina de 9,0 g/dl para decidir una transfusión homóloga en el posoperatorio de una paciente estable. El plan de donación preoperatoria para el grupo E consistió en la extracción de una unidad de sangre entera (450 ml = 1U) 24 horas antes de la cirugía durante la internación prequirúrgica. Cuando la superficie corporal era superior a 2,0 m², se realizaba una primera donación la se-

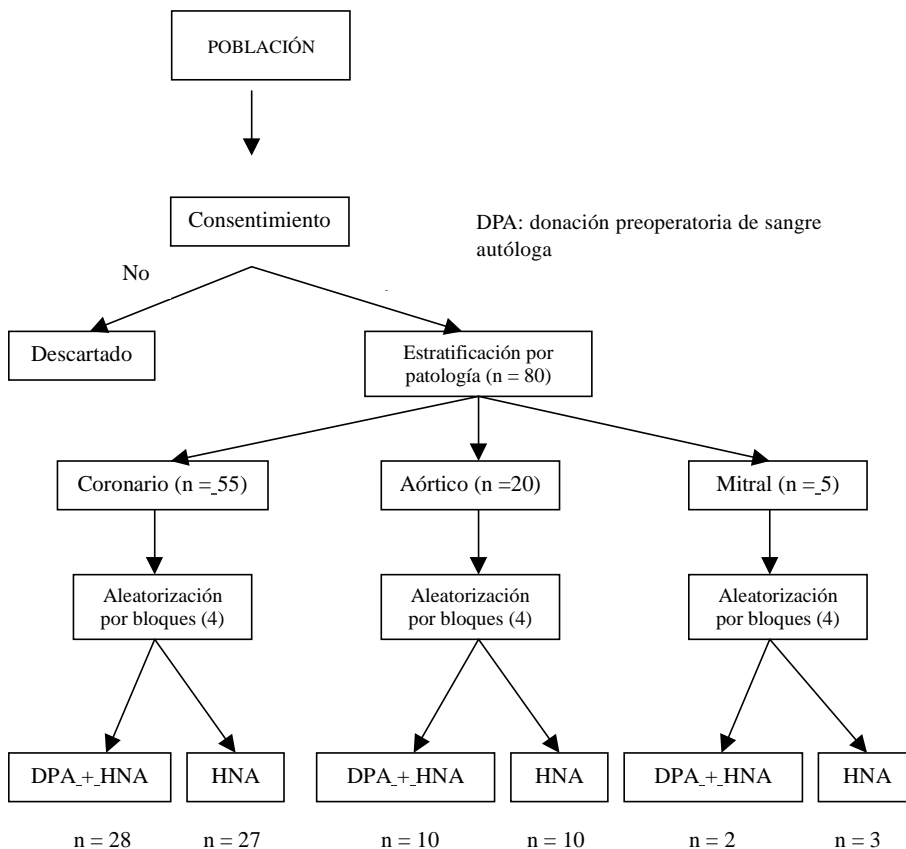


Fig. 1. Diseño del estudio y aleatorización.

mana previa a la cirugía y una segunda extracción 24 horas antes, siempre y cuando el hematocrito no hubiese descendido por debajo de 35%. No se realizaron reposiciones de volumen después de cada donación y la sangre se recolectó en bolsas con preservantes y anticoagulantes (Baxter Travenol®) y se guardó a 6°C. A todos los pacientes (grupos E y C) se les realizó hemodilución normovolémica aguda previo al comienzo de la circulación extracorpórea, por medio de la extracción de 1U de sangre entera. La sangre se mantuvo en el quirófano a temperatura ambiente y se refundió después de la neutralización de la heparina al finalizar la perfusión. La reposición de volumen durante la hemodilución se efectuó con soluciones cristaloides. La autotransfusión de la sangre donada en el preoperatorio se realizó dentro de las primeras 48 horas posquirúrgicas y de acuerdo con las pérdidas y los requerimientos. La recuperación de sangre intraoperatoria bajo el efecto heparínico se efectuó en forma habitual recolectándola en el reservorio del oxigenador y reinfundiéndola en forma continua. La sangre residual del oxigenador se reinyectó totalmente a cada paciente después de la salida de bomba. No se realizó recuperación de sangre del campo quirúrgico en los períodos preperfusión ni posperfusión; tampoco se recuperaron para reinfusión las pérdidas sanguíneas de los drenajes en el posoperatorio. El uso de sangre homóloga en el posoperatorio dependió de la decisión individual del cardiólogo a cargo de la recuperación posoperatoria.

Los criterios de inclusión de pacientes fueron: cirugía coronaria electiva con circulación extracorpórea, cirugía valvular aórtica en pacientes con estenosis severa sin disfunción ventricular izquierda, cirugía valvular mitral, hematocrito inicial normal y aceptación por parte del paciente. Los criterios de exclusión exceptuaron: cirugía de urgencia o emergencia, reoperaciones, cirugía combinada, pacientes con lesión crítica de tronco de coronaria izquierda o con angina inestable, paciente con anemia preoperatoria o transfusión reciente. Las variables intervinientes incluyeron edad, sexo, tipo de cirugía, cantidad de sangre donada y transfundida, pérdidas hemáticas, nivel de hematocrito y hemoglobina y morbimortalidad.

Los puntos finales primarios consideraron la tolerancia de la donación preoperatoria, la mortalidad posoperatoria a los 30 días y los requerimientos de sangre homóloga. El nivel final de hematocrito alcanzado y la relación costo-efectividad de la donación preoperatoria autóloga estuvieron entre los puntos finales secundarios.

Análisis estadístico

El tamaño de la muestra se determinó considerando los probables requerimientos de sangre homóloga medidos en unidades (U) y la proporción de pacientes en cada grupo que requerirían transfusión homóloga, de acuerdo con los siguientes valores: error alfa 0,05, poder 80%, varianza del requerimiento de sangre homóloga 0,7 U, diferencia a detectar 0,5 U (o probabilidad 0,5 para el caso de proporciones) y probabilidades de requerir transfusión homóloga $p_E = 0,25$ y $p_C = 0,75$, de acuerdo con estimaciones obtenidas de una muestra piloto ($n = 10$). Se usó igual número de casos en cada grupo con el fin de disminuir la importancia de la diferencia entre varianzas y de la normalidad al seleccionar la prueba estadística para comparar las variables continuas de los grupos. De todas formas, se determinó la normalidad de las distribuciones de las variables métricas con la prueba de Kolmogorov-Smirnov y en este caso los datos se expresan como media \pm DE. Por su lado, las proporciones se muestran como porcentajes, riesgo relativo (RR) e $IC_{95\%}$ de la diferencia.

En el grupo E se evaluaron la tolerancia a la donación preoperatoria y el desperdicio de sangre autóloga. Los gru-

pos E y C se compararon con respecto a los requerimientos de sangre homóloga, el nivel de hematocrito alcanzado (y la concentración de hemoglobina), las pérdidas sanguíneas y los resultados posoperatorios. Se utilizó ANOVA de un factor, chi cuadrado o prueba de probabilidad exacta de Fisher según correspondiera. El ensayo fue ciego para quienes decidían la transfusión homóloga posoperatoria en la Unidad de Recuperación. Por su parte, el análisis final de los datos fue abierto y a dos colas, con un nivel de significación de 0,05. Para el análisis comparativo de costos se eligió el modelo de costo-minimización. (13)

RESULTADOS

Ambos grupos (E y C) fueron comparables para la edad ($65,0 \pm 6,2$ versus $64,3 \pm 6,35$ años), la proporción de sexos (3,5:1 versus 3,0:1, masculino/femenino), el tipo de operación (Figura 1) y el hematocrito inicial ($42,8 \pm 2,96\%$ versus $41,7 \pm 2,54\%$). En el grupo E el volumen medio donado fue de $2,14 \pm 0,9$ U, mientras que en el grupo C fue de $1,07 \pm 0,8$ U ($p < 0,01$). Dos pacientes del grupo con donación preoperatoria presentaron taquicardia e hipotensión durante la extracción y uno de ellos requirió expansión con soluciones cristaloides. Ningún paciente con estenosis aórtica en este mismo grupo presentó cambios hemodinámicos ni síntomas cardiológicos durante la donación.

Las pérdidas hemáticas por los drenajes en las primeras 24 horas fueron $5 \pm 2,3$ ml/kg de peso para el grupo E y $5 \pm 2,5$ ml/kg de peso para el grupo C ($p = NS$). Los requerimientos posoperatorios de sangre homóloga fueron $0,27 \pm 0,08$ U por paciente para el grupo E y $1,79 \pm 0,98$ U para el grupo C ($p < 0,005$). Sólo el 22,5% (9/40) de los pacientes del grupo E necesitó transfusión homóloga, mientras que fue necesaria en el 95% (38/40) de los pacientes del grupo C (RR: 0,24, $IC_{95\%}$ 0,13-0,42, $p < 0,001$).

Los niveles de hematocrito durante el procedimiento quirúrgico y después de él se muestran en la Figura 2. Para el análisis de los valores de hematocrito alcanzados en el posoperatorio se debe tener en cuenta la cantidad de sangre homóloga administrada en cada grupo. La mortalidad a los 30 días fue igual para cada grupo (5%) y la morbilidad global en el posoperatorio alcanzó el 15% para el grupo E y el 17,5% para el grupo C ($p = NS$). No hubo reoperaciones por sangrado en ninguno de los grupos.

Con este programa, el 95% de las unidades de sangre autodonadas se transfundieron en el posoperatorio. Para el cálculo de costo-minimización se consideró un costo por extracción de \$ 200, tanto para la sangre autóloga como para la homóloga, y de \$ 50 (el costo de la bolsa Travenol® y de la solución salina expansora) para la hemodilución normovolémica aguda en el quirófano (Tabla 1). Este análisis de minimización de costos presumió de antemano resultados iguales de morbimortalidad para cada práctica y desprecó los riesgos de transmisión de enfermedades, infecciones bacterianas y reacciones alérgicas con la autotransfusión o con la transfusión homóloga.

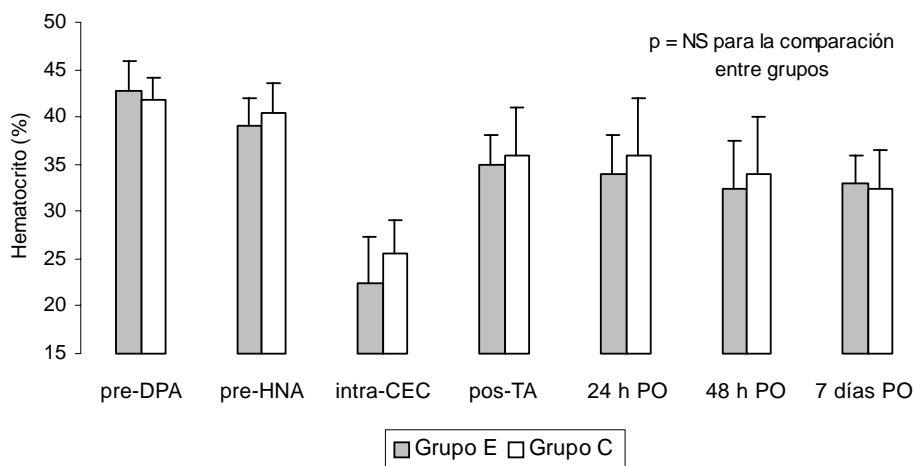


Fig. 2. Niveles de hematocrito previos a la donación autóloga (DPA) y a la hemodilución normovolémica aguda (HNA), durante la circulación extracorpórea (intra-CEC), posterior a la retransfusión autóloga (pos-TA) y en el posoperatorio (PO) (media \pm DE)

Tabla 1
Análisis de costo-minimización entre las dos técnicas de autotransfusión.
Cálculo realizado en base a los valores promedio por paciente de: extracción autóloga, desperdicio y consumo de sangre homóloga de acuerdo con las dos técnicas

	Grupo E (DPA + HNA)	Grupo C (HNA)
DPA	1,07 U * \$ 200	-
HNA	1,07 U * \$ 50	1,07 U * \$ 50
Desperdicio *	0,05 U * \$ 200	-
Transfusión homóloga	0,27 U * \$ 200	1,79 U * \$ 200
Total	\$ 331	\$ 411

DPA: Donación preoperatoria autóloga. HNA: Hemodilución normovolémica aguda.

* Se refiere al costo de desperdicio.

\$ 200 = costo de extracción y conservación de una unidad homóloga o autóloga.

\$ 50 = costo de una extracción durante la HNA.

DISCUSIÓN

La donación preoperatoria de sangre autóloga asociada con hemodilución normovolémica aguda redujo en un 76% la necesidad de transfusión de sangre homóloga con respecto a la hemodilución aislada, en el posoperatorio de cirugía cardíaca electiva. Por tratarse de un programa simple de predonación para una cirugía de alto consumo de hemoderivados, el costo de desperdicio fue bajo y originó un ahorro neto de \$ 80 por paciente a favor del grupo con donación combinada.

Los pacientes sometidos a cirugía cardíaca se encuentran entre los mayores consumidores de sangre, de ahí la importancia dada por la mayoría de los grupos quirúrgicos al problema de la conservación y la reducción del consumo de sangre homóloga. Por su parte, el análisis de los costos se ha convertido en un factor decisivo en la planificación de los cuidados en salud. Dentro de esta perspectiva, la simplicidad y la accesibilidad deberían ser las condiciones sobresalientes de un buen programa de predonación. Un programa simple que incorpore un volumen de predonación mínimo e inmediato, que no requiera un almacena-

miento congelado y que combine hemodilución aguda normovolémica podría ser aceptado fácilmente por los pacientes y los servicios de hemoterapia.

Las prácticas transfusionales en cirugía cardíaca tienen mucha variabilidad entre las distintas instituciones. Así, dos estudios de hace una década mostraban que en algunos hospitales se transfundían cerca del 100% de los pacientes, mientras que en otros solamente el 17%. (14, 15) Estas diferencias dependen del uso previo de aspirina, del protocolo de neutralización heparina-protamina, de la hipotermia alcanzada durante la perfusión, de la reinfusión del volumen residual del oxigenador, del nivel de hemoglobina mínimo aceptado, de la educación médica con respecto al problema de la transfusión y, también, del uso de autotransfusión y hemodilución durante la circulación extracorpórea. Aunque en los últimos 20 años la tasa de transfusión en cirugía cardíaca cayó desde cerca del 100% hasta cifras de entre el 27 y el 92%, se observa que aún existe una amplia variabilidad. (16) Sin embargo, en la actualidad, esta reducción también se debe a otros factores, como al mejoramiento de las técnicas quirúrgicas y a la reducción de los tiempos de

perfusión, y en algunos casos a su exclusión, como en la revascularización coronaria sin circulación extracorpórea.

En este estudio, los pacientes estables con coronariopatía severa pudieron realizar autodonación preoperatoria en forma segura. A pesar de tratarse de una muestra pequeña, este trabajo mostró que un grupo de pacientes con estenosis aórtica crítica y buena función ventricular pudo participar del programa de predonación sin inconvenientes. Independientemente del volumen minuto cardíaco fijo que tienen estos pacientes, la donación autóloga preoperatoria podría realizarse sin complicaciones con un monitoreo hemodinámico cuidadoso.

Por su parte, 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 *bypass* 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. (17) En este protocolo no se usaron la recuperación de sangre del campo quirúrgico en los períodos de perfusión y posperfusión ni la recolección de las pérdidas sanguíneas de los drenajes en el posoperatorio por considerar a estas técnicas contaminantes bacteriológicos potenciales y tal vez porque incrementan innecesariamente el costo de la operación. (18, 19) De todas formas, algunos trabajos han demostrado que la aspiración y la reinfusión de la sangre del lecho pericárdico con los aspiradores del sistema de circulación extracorpórea podría ser una fuente importante de microembolia grasa al sistema nervioso central y originar así complicaciones neuropsicológicas en el posoperatorio. En este sentido, el recupero de sangre con centrifugación y reinfusión de glóbulos rojos (*cell saver*) podría disminuir la carga de grasa en un 45% y reducir la tasa de disfunción cerebral, aunque no la de requerimientos transfusionales en el posoperatorio. (20) De cualquier manera, cuando no se tiene en cuenta este posible efecto sobre la embolización grasa, la transfusión directa de lo aspirado del lecho pericárdico sería más efectiva en relación con el costo que el uso de la centrifugación o la ultrafiltración. (21)

Entre las desventajas de la donación preoperatoria se han resaltado la dificultad de mantener la sangre autodonada cuando se posterga la fecha de cirugía, la necesidad de realizar terapia supletoria con hierro y/o eritropoyetina cuando se extrae más de 1 U, las deficiencias que ocurren en la función plaquetaria, el factor VIII y el 2,3-difosfoglicerato durante el almacenamiento de la sangre por más de 24 horas y el volumen de sangre desperdiciado por falta de uso en el posoperatorio. En contraposición, el programa de autotransfusión aquí presentado responde a las características básicas de eficacia clínica, seguridad y cos-

to-eficacia. Al reducir la donación preoperatoria a 1 ó 2 U, una de ellas efectuada el día previo a la cirugía, se reduce el tiempo de almacenamiento y el riesgo de postergación de la cirugía y prácticamente se elimina el desperdicio. También disminuye el riesgo de reacciones transfusionales y el de incompatibilidad, además del de transmisión de enfermedades infecciosas, habida cuenta de que en los últimos 60 años de terapia transfusional se ha descubierto un nuevo agente contaminante cada 10 a 16 años. (22) Otro aspecto de la seguridad del programa es la baja incidencia de reacciones posdonación (5%) que es similar a las tasas encontradas en dadores sanos. (23) Por su parte, la relación costo-eficacia queda demostrada por la reducción neta del costo total, sobre todo a expensas de la disminución del costo de desperdicio, conservando por lo menos el mismo nivel de eficiencia. Aunque pueda parecer exiguo, un ahorro de \$ 80 por paciente sobre un total estimado de 6.000 cirugías cardíacas al año en la Argentina, representarían un ahorro de \$ 480.000 para el sistema financiador. Un análisis de costos más profundo podría incluir el uso cada vez más frecuente de drogas para optimizar la hemostasia como la aprotinina, y desde una perspectiva social, el costo originado por la pérdida parcial de la jornada laboral del donante homólogo. De todas formas, la limitación más importante de este programa es que a pesar de reducir el consumo de sangre homóloga, no lo elimina totalmente. Además, aún quedarían por discutir algunos aspectos de la seguridad del método, desde que los pacientes con coronariopatía serían más susceptibles a los efectos de la anemia generada por la donación preoperatoria. (24)

En conclusión, la cirugía cardíaca electiva puede realizarse en forma segura con un programa simple de predonación autóloga más hemodilución normovolémica aguda, disminuyendo el requerimiento de transfusión homóloga en un 76%. Si bien no se elimina la necesidad de sangre homóloga, el bajo costo de desperdicio con la donación preoperatoria origina una mejor relación de costo-eficacia al compararlo con la hemodilución como procedimiento aislado. Aunque se requiere un estudio más amplio, los pacientes con estenosis aórtica severa y función ventricular conservada podrían participar de este mismo programa de autodonación.

SUMMARY

Preoperative autologous blood donation plus acute normovolemic hemodilution in elective cardiac surgery: Randomized controlled trial

Study objective

The aim of this study was to develop a simple program of autologous blood donation in elective cardiac surgery in order to minimize wastage costs and sample blood procurement, and additionally to compare the effectiveness of acute normovolemic hemodilution alone or associated to autologous pre-donation in a controlled clinical trial of patients undergoing cardiac surgery.

Research design and methods

Eighty patients undergoing elective cardiac surgery were included in a block randomized (n = 4) controlled trial and stratified by pathology (coronary, aortic or mitral surgery), assigned either to an experimental group (E) (n = 40) treated with preoperative autologous blood donation plus acute normovolemic hemodilution previous to extracorporeal circulation or to a control group (C) (n = 40) treated with hemodilution only.

Results

Postoperative requirements of homologous blood were 0.27 ± 0.08 U per patient for group E and 1.79 ± 0.98 U for group C ($p < 0.005$). Only 22.5% (9/40) of patients from group E needed homologous transfusion, which was necessary in 95% (38/40) of patients in group C (RR: 0.24, CI 95% 0.13 – 0.42, $p < 0.001$). Cost analysis showed a decrease of 20% in hemotherapy total cost when acute hemodilution and preoperative blood auto-donation were combined.

Conclusions

Elective cardiac surgery can be done safely with a simple program including autologous blood pre-donation plus acute normovolemic hemodilution. This method could decrease homologous transfusion requirements nearby 76%. Being a simple predonation program for a high hemoderivates consuming surgery, the wastage cost was low and generated a net saving of \$80 per patient favoring the combined donation group.

Key words: Blood transfusion - Autologous - Hemodilution - Heart surgery - Aortic stenosis

BIBLIOGRAFÍA

- Brecher ME, Goodnough LT. The rise and fall of preoperative autologous blood donation. *Transfusion*. 2001 Dec;41(12):1459-62. No abstract available. Corrected and republished in: *Transfusion* 2002;42:1618-22.
- Etchason J, Petz L, Keeler E, Calhoun L, Kleinman S, Snider C, et al. The cost effectiveness of preoperative autologous blood donations. *N Engl J Med* 1995;332:719-24.
- Birkmeyer JD, AuBuchon JP, Littenberg B, O'Connor GT, Nease RF Jr, Nugent WC, et al. Cost-effectiveness of preoperative autologous donation in coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1994;57:161-8.
- Forbes JM, Anderson MD, Anderson GF, Bleecker GC, Rossi EC, Moss GS. Blood transfusion costs: a multicenter study. *Transfusion* 1991;31:318-23.
- Renner SW, Howanitz PJ, Bachner P. Preoperative autologous blood donation in 612 hospitals. A College of American Pathologists' Q-Probes study of quality issues in transfusion practice. *Arch Pathol Lab Med* 1992;116:613-9.
- Chamberland ME. Emerging infectious agents: do they pose a risk to the safety of transfused blood and blood products? *Clin Infect Dis* 2002;34:797-805.
- Forgie MA, Wells PS, Laupacis A, Fergusson D. Preoperative autologous donation decreases allogeneic transfusion but increases exposure to all red blood cell transfusion: results of a meta-analysis. International Study of Perioperative Transfusion (ISPOT) Investigators. *Arch Intern Med* 1998;158:610-6.
- Vamvakas EC, Blajchman MA. Deleterious clinical effects of transfusion-associated immunomodulation: fact or fiction? *Blood* 2001;97:1180-95.
- Popovsky MA. Transfusion-related acute lung injury. *Curr Opin Hematol* 2000;7:402-7.
- Sonnenberg FA, Gregory P, Yomtavian R, Russell LB, Tierney W, Kosmin M, et al. The cost-effectiveness of autologous transfusion revisited: implications of an increased risk of bacterial infection with allogeneic transfusion. *Transfusion* 1999;39:808-17.
- Owings DV, Kruskall MS, Thurer RL, Donovan LM. Autologous blood donations prior to elective cardiac surgery. Safety and effect on subsequent blood use. *JAMA* 1989;262:1963-8.
- Karkouti K, McCluskey S. Preoperative autologous blood donation has a role in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17:121-5.
- Borracci RA, Arribalzaga EB, Insúa JT. Análisis de costes en cirugía. *Rev Argent Cirug* 2003;84:197-210.
- Goodnough LT, Johnston MF, Toy PT. The variability of transfusion practice in coronary artery bypass surgery. *Transfusion Medicine Academic Award Group. JAMA* 1991;265:86-90.
- Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH, Hao SH, Chapman RH, Collins JJ Jr. Red cell transfusions in coronary artery bypass surgery (DRGs 106 and 107) *Transfusion* 1992;32:458-64.
- Stover EP, Siegel LC, Parks R, Levin J, Body SC, Maddi R, 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.
- Parris WC, Kambam JR, Blanks S, Dean R. The effect of intentional hemodilution on P50. *J Cardiovasc Surg* 1988;29:550-62.
- Bland LA, Villarino ME, Arduino MJ, McAllister SK, Gordon SM, Uyeda CT, et al. Bacteriologic and endotoxin analysis of salvaged blood used in autologous transfusions during cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992;103:582-8.
- Ezzedine H, Baele P, Robert A. Bacteriologic quality of intraoperative autotransfusion. *Surgery* 1991;109:259-64.
- Jewell AE, Akowuah EF, Suvarna SK, Braidley P, Hopkinson D, Cooper G. A prospective randomised comparison of cardiomy suction and cell saver for recycling shed blood during cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2003;23:633-6.
- Eichert I, Isgro F, Kiessling AH, Saggau W. Cell saver, ultrafiltration and direct transfusion: comparative study of three blood processing techniques. *Thorac Cardiovasc Surg* 2001;49:149-52.
- Muirhead B. Con: Preoperative autologous donation has no role in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2003;17:126-8.
- Kruskall MS, Glazer EE, Leonard SS, Willson SC, Pacini DG, Donovan LM, et al. Utilization and effectiveness of a hospital autologous preoperative blood donor program. *Transfusion* 1986;26:335-40.
- Zindrou D, Taylor KM, Bagger JP. Preoperative haemoglobin concentration and mortality rate after coronary artery bypass surgery. *Lancet* 2002;359:1747-8.