



Determinación de las características físicas, contaminación y estado de coagulabilidad de la sangre autotransfundida en pacientes con trauma

HUMBERTO CANO TORO*, HERNANDO VELEZ ROJAS*, LEONOR ÁLVAREZ PELAEZ**,
MAURICIO CORRALES SANTA***

Palabras clave: preservación de la sangre, transfusión sanguínea, autotransfusión, heridas y traumatismos, análisis químico de la sangre

Resumen

En la Universidad de Antioquia, desde 1984 se practica rutinariamente la autotransfusión de salvamento en pacientes quirúrgicos de urgencia. Se realiza manualmente con métodos aún “rudimentarios”, lo que genera temores en el equipo quirúrgico respecto a la posible contaminación y cambios del estado morfológico y fisiológico de esta sangre (hemólisis y riesgo de embolia o lesiones renales) y por el desconocimiento de su estado de coagulabilidad. Sin embargo, continúa practicándose con base en los buenos resultados observados; sólo durante 1995 se autotransfundieron en este centro 1.480 litros de sangre. Esta investigación midió los parámetros morfológicos, fisiológicos y bacteriológicos de esta sangre y demostró que los componentes sanguíneos

y su morfología se conservan dentro de límites perfectamente tolerables, sin presencia de hemólisis importante. Esta sangre se encuentra en estado de fibrinólisis severa, con déficit de fibrinógeno y plaquetas, y rica en productos de la degradación de la fibrina (dímero D), por lo cual prácticamente no coagula. No obstante, al mezclarla con plasma normal, recupera toda su capacidad de coagulación. En consecuencia, la autotransfusión de salvamento se puede considerar un procedimiento fácil, seguro y de bajo costo.

Introducción

La autotransfusión se define como el acto por medio del cual se rescata y se regresa a la circulación la sangre que ha perdido un paciente por una lesión traumática o espontánea, recuperada de una cavidad corporal^(2, 3, 7).

Usualmente esta sangre se desecha por la presunción de alteraciones en la fisiología de la coagulación, morfología de sus componentes (lisis de los eritrocitos), posibilidad de embolia o de contaminación bacteriana durante el trauma o la manipulación para rescatarla y reinfundirla.

Durante 150 años se han realizado varios intentos para rescatar y reinfundir esta sangre⁽⁴⁻⁶⁾, pero

* Profesor Departamento de Cirugía, Sección de Cirugía General. Universidad de Antioquia.

** Profesor departamento de Hematología, sección Medicina Interna. Universidad de Antioquia.

*** Residente de Cirugía, Universidad de Antioquia.

Fecha de recibo: Diciembre 15 de 2004
Fecha de aprobación: Abril 10 de 2005

por diferentes razones no se ha popularizado esta práctica: accidentes durante los ensayos (embolismos aéreos y trombóticos), desconfianza en la forma “rudimentaria” y manual como hasta ahora se ha realizado, que la agrupan entre los “procedimientos de alto riesgo”⁽⁸⁾. Además, la optimización de los servicios y confiabilidad en los bancos de sangre por parámetros de calidad, ha contribuido a olvidar esta posibilidad de recuperación de la sangre del mismo paciente.

El desarrollo tecnológico ofrece en el mercado equipos de diferente complejidad para recolectar, filtrar y “lavar” mediante procesos de centrifugación, la sangre rescatada en estas circunstancias, entregan como producto final el paquete de eritrocitos (*Cell-Savers*)^(3,7), pero aunque son productos confiables, son máquinas costosas, de operación compleja y muy lenta para las situaciones de urgencia que requieren autotransfusión.

En el San Vicente de Paúl, que durante mucho tiempo tuvo el único servicio de urgencias de la ciudad de Medellín, Colombia, en una época epidémica de violencia, la poca disponibilidad de sangre (inclusive ahora sigue siendo insuficiente para la demanda) obligó a la práctica del procedimiento de autotransfusión “de rescate”. Si bien se inició esporádicamente desde 1948, se fue haciendo cada vez más frecuente por los buenos resultados observados⁽¹⁾ hasta imponerse como manejo rutinario. Aparece normatizado y recomendado en el “Manual de procedimientos en trauma”, liderado por la Escuela Quirúrgica de la Universidad de Antioquia desde 1984⁽⁹⁾. El método utilizado es un sencillo equipo que consta de un pocillo, un recipiente recolector y un cedazo (éste último puede ser remplazado por gasas estériles). Luego de la recolección y filtración de la sangre, se envasa en un equipo de suero y se reinfunde de nuevo al paciente por una vena periférica.

Sin embargo, el proceso aún no tiene total aceptación y se aducen diferentes motivos, por ejemplo, que la sangre recuperada en esta forma tan “artesanal” puede tener alteraciones morfológicas, fisiológicas o de contaminación que podrían hacer peligrosa su reutilización.

El objetivo de esta investigación consistió en identificar las condiciones morfológicas, fisiológicas, físicas y bacteriológicas que presenta la sangre “rescatada” autotransfundida durante intervenciones urgentes en el San Vicente de Paúl. Igualmente, se pretende responder a dos preguntas: ¿en qué condiciones se encuentra la sangre que se está autotransfundiendo?, y, ¿qué ocurre cuando esta sangre “rescatada” se mezcla de nuevo con la sangre circulante “normal”?

Materiales y métodos

Se realizó un estudio descriptivo, prospectivo y de cohorte.

La población de referencia estuvo compuesta por pacientes que ingresaron al Servicio de Policlínica de Urgencias de adultos del Hospital San Vicente de Paúl, entre los meses de febrero y julio del año 2000, sometidos a cirugía y a quienes se les practicó autotransfusión de salvamento por criterio del cirujano tratante.

La investigación se hizo con 40 muestras de sangre recuperada para autotransfusión obtenidas en forma consecutiva durante operaciones por trauma torácico o abdominal; 20 muestras fueron tomadas de la cavidad torácica y 20 de la cavidad abdominal. En los casos de trauma toracoabdominal se tomó la muestra de la cavidad donde la cantidad de sangre fue mayor y se consideró como una sola unidad de análisis.

Una vez obtenida la muestra sanguínea, se rotuló con fecha, nombre del paciente, número de historia y se envió para ser procesada por el laboratorio del Hospital y por la Unidad de Hematología de la Facultad de Medicina.

Cada unidad de análisis se dividió en tres muestras diferentes, así:

1. Un tubo de ensayo con EDTA, 5 cc para estudio de morfología: hemograma, leucograma, sedimentación, extendido de sangre periférica y recuento de plaquetas.
2. Un tubo específico para hemocultivo con 5 cc de sangre.

3. Un tubo de ensayo con citrato al 3,8% en dilución 1:10; es decir, una parte de citrato por nueve partes de sangre para estudio de: tiempo de protrombina (TP), tiempo de tromboplastina parcialmente activada (TTPa), tiempo de trombina (TT) y se midió la actividad de ocho factores de coagulación: fibrinógeno (FI) - FV - FVII - FVIII - FIX - FX - FXI - FXII.

Los primeros resultados demostraron de manera uniforme que la sangre se encontraba seriamente lesionada por fibrinólisis severa; se decidió realizar a algunas de las muestras (13) que presentaron alteración total de los tiempos de coagulación, una medición del dímero D (producto de la degradación de la fibrina que mide la intensidad del proceso de fibrinólisis) y pruebas de corrección, mezclándola con plasma fresco normal en proporción 1:1 y se midieron de nuevo los tiempos (TP-TTPa y TT).

En el estudio no se incluyó ninguna muestra de sangre contaminada macroscópicamente ni de pacientes con lesiones de vísceras huecas.

En el análisis, las variables cualitativas se informaron como proporciones y porcentajes, para las cuantitativas se calcularon: el promedio, la desviación estándar (DS) y los percentiles 25, 50 y 75.

Resultados

Análisis morfológico de las muestras

En los extendidos de sangre se reportaron algunas anomalías morfológicas como hipocromía: una cruz de cuatro posibles (+/++++) en catorce casos (35%), macrocitosis: una cruz en diez casos (25%), microcitos: una cruz en diez casos (25%) y anisocitosis: una cruz en cinco casos (12,5%).

Sólo se encontraron crenocitos en cuatro de las 40 muestras (10%) y fueron reportados con sólo una cruz por el examinador.

No se hallaron diferencias morfológicas ni fisiológicas significativas entre la sangre del tórax y la del abdomen.

Los resultados en el número de leucocitos y su recuento diferencial, el número de eritrocitos, la con-

centración de hemoglobina, la medición del hematocrito, la sedimentación y el número de plaquetas se presentan en la tabla 1.

Análisis bacteriológico de las muestras

Se obtuvieron hemocultivos positivos en dos muestras (5%): los gérmenes aislados fueron *Acinetobacter* y *Escherichia coli*.

Análisis fisiológico de las muestras

Actividad de los factores de coagulación: (se considera normal entre 50 y 150%).

Se observó que la actividad de los factores V y X estaba disminuida en la mayor parte de las muestras: en el FV se encontró normal en nueve de las muestras (22,5%), pero muy reducida su actividad en 77,5%. Igualmente en el FX fue normal en 39,4% pero estuvo disminuida en 57,8%.

Los factores VII, IX, XI y XII por el contrario presentaron aumento en el promedio de su actividad.

El FVIII se encontró con actividad normal en 37,5%, disminuida en 35% y aumentada en 27,5% (tabla 2).

Los TP, TTPa y TT, se encontraron muy prolongados uniformemente (tabla 3). Al medir el TP, sólo tres muestras lograron coagular aunque en forma aumentada; las 37 restantes no habían coagulado pasados 50 segundos y en este punto se consideraron no-coagulables. En el TTPa, sólo coagularon cuatro muestras, también aumentadas (una de ellas demoró 90 segundos). El resto no había coagulado a los tres minutos. Y en el TT, sólo en cuatro muestras se logró medir el tiempo en coagular (también aumentado) pero el resto (36) no habían coagulado en un minuto y se consideró este límite como de no-coagulación (tabla 3).

El fibrinógeno (factor I) sólo se encontró normal en uno de los 37 casos medidos; muy disminuido en otras siete muestras y no alcanzó siquiera a ser medible (<10 mg) en las restantes 29 (78%) (tabla 1).

El dímero D (DD) se encontró notoriamente elevado en todas las muestras. (389.466 ng/ml en promedio) (tabla 1).

En las trece muestras en las que se hicieron pruebas de corrección con plasma fresco, los resultados fueron los siguientes: los TP medidos previamente y todos mayores de 50 segundos, corrigieron en su

totalidad y regresaron cerca al valor normal (15 seg.), coagulando entre 17 y 20,5 segundos.

Los TTPa (todos alterados en las mediciones iniciales) también corrigieron completamente.

Los TT mejoraron hasta valores por debajo de los 30 segundos, sin corregir totalmente. (tabla 3).

TABLA 1
Sangre rescatada para autotransfusión

Variabl	V. Normal	Promedio	Desv. Stand.	Percentiles		
				25	50	75
Leucocitos	5-10 X10 ³	10,77	12.933	4,53	7,65	12,13
Neutrófilos %	55-70%	59,26	19,96	45,3	59,1	73,6
Linfocitos	25-35%	34,16	19,72	20	33,55	50,4
Hemoglobina	12-16 g/dl	10,90	2.867	8,77	11,45	13,05
Hematócrito	35-50%	31,85	8,33	27	33,3	37,52
Eritrocitos	4-6 M/ul	3.538	0,88	3,13	3.635	4,09
Vel. Sedim.	0-20 mm/h	1,7				
Plaquetas	250 x 10 ³	75,925	85,31	23	37	84,25
Nº Neutrófilos	5-10 X10 ³	7.688	11,81	1.975	4.750	7.575
TP	15 segundos	>50 seg				
TTPa	35 segundos	>180 seg				
TT	17 segundos	>60 seg				
Fibrinógeno	150-300 mg%	15 mg%				
Dímero-D (DD)	< 500 ng/ml	389.466	200.283	256.000	512.000	512.000
F V	50-150%.	17,03	24.246	2,10	2,55	24,3
F VII	50-150%.	227,33	312.378	60,25	178	238
F VIII	50-150%	309,99	611.075	28,10	97,50	233,75
F IX	50-150%	1.415,12	1.171.576	484,75	1.009,50	2.308,50
F X	50-150%	88,02	114.229	30,5	51	96,2
F XI	50-150%	775,34	893.985	182	531	776
F XII	50-150%	1174,39	1.860.105	213,50	776	

TABLA 2
Medición de la actividad de los factores de coagulación

Factores % de actividad	VIII	IX	XI	XII	X	V	VII
Normal entre (50 - 150%)	15 (37,5%)	7 (17,5%)	10 (25%)	8 (20%)	15 (39,4%)	9 (22,5%)	12 (30,7%)
Disminuido (<50%)	14 (35%)	1 (2,5%)	2 (5%)	2 (5%)	22 (57,8%)	31 (77,5%)	5 (12,8%)
Aumentado (>150%)	11 (27,5%)	32 (80%)	28 (70%)	30 (75%)	1 (2,6%)	0	22 (56,4%)
Totales (N)	40	40	40	40	38	40	39

TABLA 3
Pruebas de corrección con plasma fresco N= 13 casos

Caso N°	TP inicial Normal: 15 seg	TPPa inicial Normal: 35 seg	TT inicial Normal: 17 seg	TP corregido	TPPa correg.	TT correg.
5	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	20,5	30	24,6
6	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	19	35	26
9	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	18	29	25
13	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	18	28	23
18	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	19	32	24
22	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	18	28	28
24	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	17	27	21
26	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	18	23	25
28	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	17	20	27
30	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	18	31	22
32	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	18	23	25
37	> 50 seg	>180 seg	>60 seg	19	26	31

Discusión

Los resultados de los exámenes practicados a la sangre recuperada para autotransfusión muestran que muchas variables morfológicas y fisiológicas se encuentran alteradas, algunas de ellas notoriamente disminuidas y otras muy aumentadas, pero los valores promedio se conservaron dentro de rangos normales. La importancia de esta variabilidad de resultados amerita el análisis de cada una de ellas por separado:

Las anomalías morfológicas encontradas, (hipocromía, macrocitosis, microcitosis y anisocitosis no se pueden relacionar con el proceso hemorrágico

ni con la recolección de la sangre, sino probablemente con compromisos patológicos previos al trauma de los pacientes (anemias, malnutrición, etc.) y su uso no implica ningún riesgo para autotransfusión.

Los crenocitos encontrados demuestran un proceso hemolítico mínimo. Aunque se trata de una medición subjetiva que depende de la observación personal de quien lo reporta, desde el punto de vista cualitativo es tranquilizador ante el posible riesgo de falla renal aguda por obstrucción glomerular que podría ser causado por esta sangre que se presupone debía estar muy "hemolisada" para reinfundirse al paciente. De todas maneras, la reutilización de la sangre se realiza en un tiempo más o menos inme-

diato al momento del trauma, y se presume que el lapso no es suficiente para que ocurra hemólisis significativa. Debe investigarse la relación entre el tiempo después de la hemorragia y el grado de hemólisis.

El recuento plaquetario presentó en 90% de los casos (36/40) notable disminución, lo cual muestra que esta sangre ha “gastado” la mayor parte de sus plaquetas en un proceso de coagulación durante la hemorragia causada por el trauma y que éstas serían insuficientes (o por lo menos muy deficitarias) para la coagulación “normal” al reutilizarse de nuevo como autotransfusión. Y obliga a pensar en el requerimiento complementario de este componente sanguíneo.

La hemoglobina, aunque un poco baja en el promedio (10,9 mg/dl), se mantiene en un rango aceptable que resulta útil para el transporte del oxígeno.

El estudio demuestra que la actividad de los factores de coagulación se mantiene en la sangre rescatada incluso se encuentra aumentada para casi todos. La excepción está en los factores V y X que presentan actividad disminuida (se explica por el gran consumo de ellos en la vía común de la coagulación), y la menor actividad el factor VII que se ha consumido al activarse la vía extrínseca por lesión tisular.

El fibrinógeno (FI) se encontró en promedio en una décima parte del valor normal, mostrando que éste prácticamente “se agota” durante la fase inicial de la coagulación desencadenada por el trauma, lo que obligaría a pensar que esta sangre rescatada no tendría la capacidad de producir más coágulos. Según estos resultados, uniformes desde las primeras muestras, se debía suponer que la reinfusión de esta sangre tan lesionada en sus propiedades de coagulación NO debiera ser recomendable, pero con base en la experiencia observada en el Hospital San Vicente de Paúl, que ha asegurado la utilidad y seguridad de la autotransfusión durante tantos años, se plantearon dos nuevas preguntas: ¿qué tan severo es el proceso de fibrinólisis de la sangre rescatada? Y, ¿qué ocurre cuando esta sangre (tan lesionada en su capacidad de coagulación) se mezcla con la sangre circulante “normal”?

Después de las pruebas de corrección con plasma normal se pudo demostrar que: los TP medidos

previamente regresaron en su totalidad cerca al valor normal, coagularon en menos de 20 segundos y mostraron que la vía extrínseca de la coagulación tiende a normalizarse en la sangre rescatada, al mezclarse con plasma normal.

Los TTPa (todos alterados en las mediciones iniciales) corrigieron completamente, demostrando que la vía intrínseca de la coagulación también se normaliza con la mezcla.

Los TT (que miden la cantidad y calidad del fibrinógeno y que fueron todos mayores de un minuto) mejoraron sin corregir totalmente, y aunque se agrega de nuevo fibrinógeno al mezclarla con plasma fresco, la acción de los productos de la degradación de la fibrina (DD), que se encontró tan elevado en las muestras y son potentes inhibidores de la polimerización del fibrinógeno a fibrina, logran bloquearlo parcialmente.

En conclusión: la sangre “rescatada” para autotransfusión:

1. Se encuentra en una fase muy aumentada de fibrinólisis.
2. Tiene muy “agotados” el fibrinógeno y las plaquetas.
3. Conserva actividad normal o aumentada de casi todos sus factores de coagulación.
4. Las pruebas de coagulación se normalizan en presencia de plasma fresco.
5. Conserva una “carga útil” de eritrocito y de hemoglobina.
6. Conserva una carga útil de leucocitos, especialmente los neutrófilos.
7. El riesgo de contaminación de la sangre durante el procedimiento es bajo: (5% en este caso).
8. La hemólisis es baja: 10% de los casos con crenocitos (y sólo una cruz sobre cuatro).
9. La autotransfusión “de rescate” es un procedimiento de disponibilidad rápida, de bajo costo y

se considera seguro si se realiza con las adecuadas medidas de asepsia.

10. Se requieren más estudios controlados que midan la lisis de la sangre con referencia al tiempo transcurrido entre el trauma y el momento de su rescate y los posibles daños que pueda sufrir ésta con la automatización del proceso.

Asimismo, esta investigación permitiría sugerir algunas recomendaciones al procedimiento que ya se realiza en forma más o menos rutinaria en algunos servicios de cirugía de urgencia:

La sangre rescatada se encuentra “tan anticoagulada” por la fibrinólisis que parecería inconveniente el uso de anticoagulantes de cualquier tipo durante la recolección, filtración o almacenamiento en bolsas de banco para autotransfusión.

Por el contrario, ante este estado de fibrinólisis tan aumentada que presenta parecería recomendable el uso de antifibrinolíticos durante la reinfusión de esta sangre rescatada (ácido tranexámico, aprotinina o ácido épsilon aminocaproico).

También parecería recomendable con el procedimiento la adición de plasma fresco y/o plaquetas, cuando sea posible.

Igualmente debería ser considerada la indicación de antibióticos sistémicos de amplio espectro.

El grupo de investigación de Trauma y Cirugía de la universidad que realizó este trabajo con el auspicio del Hospital San Vicente de Paúl, desde tiempo atrás ha laborado en conjunto con un segundo grupo de investigación en Ciencia y Tecnología Biomédica de la Universidad con el objetivo de diseñar y producir un equipo para facilitar, automatizar y hacer más seguro el proceso de la autotransfusión de rescate.

Los investigadores consideran que este estudio permitió encontrar algunas respuestas a los interrogantes respecto al tema y da tranquilidad a temores que siempre ha generado el procedimiento realizado hasta ahora en forma “artesanal”, al tiempo que allana el camino para seguir trabajando en este desarrollo tecnológico.

Abstract

Since 1984, at the University of Antioquia we have routinely used salvage autotransfusion in surgical patients with major emergency conditions. The procedure is performed manually and with rudimentary methods; this causes fear of possible contamination and changes in the morphological and physiological conditions of this autotransfused blood (hemolysis and risk of embolism or renal damage) and preoccupation about its state of coagulability. However, it goes on, based on the observed good results; in 1995 there were 1,480 liters of autotransfused blood given to our patients. This investigation measured the morphologic, physiologic and bacteriologic parameters of autotransfused blood, and demonstrated that the blood components and morphology are preserved within well tolerable limits, without important hemolysis. This type of blood is in a state of severe fibrinolysis, with deficit of fibrinogen and platelets, and is rich in products of fibrin degradation (D dimer) and therefore, it does not clot. Nonetheless, when mixed with normal plasma it regains its full coagulation capacity. In conclusion, salvage autotransfusion can be considered a simple procedure, secure, and of low cost.

Key words: blood preservation, blood transfusion, autotransfusion, wounds and injuries, blood chemical analysis.

Referencias

1. VÉLEZ ROJAS H. La autotransfusión en 110 pacientes urgentes. *Anales Academia de Medicina* 1989; 2: 3-5.
2. VÉLEZ ROJAS H. Autotransfusión. En: Olarte F, Aristizábal H, Echavarría E, Restrepo J. *Cirugía. Principios básicos*. Medellín 1ª Ed. Ed. Universidad de Antioquia 1996; 1: 308-333.
3. Medtronic Electromedics Elmd-500. Protocolo para la máquina de autotransfusión, 1998; 1-21.
4. ALUJAS SOTOLONGO G, PINO SANTIESTEBAN M, FLEITES G. Desarrollo de la autotransfusión en el INOR. *Revista Cubana de Oncología*, enero-julio, 1995; 1-5.
5. OZMEN VAITH, MCSWAIN NORMAN, NICHOLS R. Autotransfusion of potentially culture positive blood (CPB) in abdominal trauma: preliminary data from a prospective study. *J Trauma* 1992; 1: 36-39.
6. BRENER BJ, RAINES JK, DARLING RC. Intraoperative autotransfusion in abdominal aortic resections. *Arch Surg* 1973; 107: 78-84.
7. GLOVER JL, BRODIE TA. Intraoperative autotransfusion. *World J Surg* 1987; 11: 60-69.
8. MOORE EE, DUNN EL, BRESLICH DJ, GALLOWAY WB. Platelet abnormalities associated with massive autotransfusion. *J Trauma* 1980; 20: 1.052-1.056.
9. GERVIN AS. General management of the trauma patient transfusion, autotransfusion and blood substitute 1987; 169: 171.
10. CANO H, VÉLEZ H, GIRALDO J. Transfusión y autotransfusión en trauma. En: Jaime M, Restrepo J. *Manual de normas y procedimientos en trauma*. Medellín. Universidad de Antioquia 2001; 89-106.

Correspondencia:
HUMBERTO CANO TORO, MD.
Departamento de Cirugía
Facultad de Medicina
Universidad de Antioquia
hcanot@cis.net.co
Medellín, Colombia