

## ORIGINAL

# Pérdidas sanguíneas diagnósticas en pacientes con trauma grave

R. Vinagre Gaspar\*, C. Cornejo Bauer, A. Murillo Pérez, E. Molano Álvarez, O. Muñoz López, C. Morales Sánchez, C. López López, A.I. Cabrero Cabrero, M. Cuenca Solanas, C. García Fuentes, M. Chico Fernández y E. Alted López

UCI de Trauma y Emergencias, Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid, España

Recibido el 23 de octubre de 2009; aceptado el 6 de abril de 2010

Disponible en Internet el 6 de julio de 2010

### PALABRAS CLAVE

Traumatismo grave;  
Pérdida de sangre  
diagnóstica;  
Anemización

### Resumen

**Objetivo:** Examinar el perfil de pérdidas sanguíneas diagnósticas (extracciones analíticas) e iatrogénicas (técnicas de depuración extracorpórea [TDE]) en pacientes con trauma grave.

**Método:** Estudio descriptivo observacional prospectivo durante un año. Incluimos aquellos pacientes mayores de 15 años ingresados por trauma grave con Injury Severity Score (ISS) superior o igual a 16 puntos. Excluimos a aquellos pacientes a los que se hubiera indicado limitación del esfuerzo terapéutico. De 225 pacientes, con 1.619 días de evolución, analizamos volumen perdido/día/paciente, tipo de extracción, evolución clínica y presencia o no de TDE. Las variables se expresan como media  $\pm$  SD comparadas con la prueba de la t de Student.

**Resultados:** El promedio de pérdidas hemáticas/paciente/día ha sido de  $55,5 \pm 32,2 \text{ cm}^3$ . Encontramos diferencias estadísticamente significativas en el volumen sanguíneo extraído, comparando el primer día respecto al segundo ( $73,5 \pm 32,2$  vs.  $56,3 \pm 21,9 \text{ cm}^3$ ;  $p < 0,001$ ); evolución clínica (alta o éxitus) ( $54,8 \pm 33$  vs.  $60,7 \pm 24,9$ ;  $p < 0,05$ ); gravedad (Injury Severity Score  $< 31$  o  $\geq 31$ ) ( $54,65 \pm 20$  vs.  $61,5 \pm 28,5$ ;  $p < 0,001$ ) y sin TDE/TDE ( $50,9 \pm 18,9$  vs.  $97,2 \pm 72,6$ ;  $p < 0,001$ ).

**Conclusiones:** La mayor pérdida de sangre diagnóstica se produce en la fase de resucitación, en los pacientes que fallecen, en aquellos con mayor gravedad y los sometidos a TDE.

© 2009 Elsevier España, S.L. y SEEIUC. Todos los derechos reservados.

### KEYWORDS

Severe trauma;  
Diagnostic blood loss;  
Anemia

### Diagnostic blood losses in severe trauma patients

### Abstract

**Objective:** To analyze diagnostic (blood drawings) and iatrogenic (Continuous Renal Replacement Therapy, CRRT) blood losses (BL) in severe trauma patients.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [raquelvinagregaspar@gmail.com](mailto:raquelvinagregaspar@gmail.com) (R. Vinagre Gaspar).

**Method:** A one-year descriptive, prospective and observational study. We included patients over 15 years of age, admitted with severe trauma and who had a score of  $\geq 16$  on the Injury Severity Index (ISS). Those patients in whom limitation of therapeutic effort had been indicated were excluded. A total of 225 patients with 1619 days of evolution were analyzed for volume of BL/day/patient, type of diagnostic test, clinical outcome and utilization of CRRT. The variables were described as mean  $\pm$  standard deviation with the Student's T test.

**Results:** Average blood loss of patient per day was  $55.5 \pm 32.2$  cc. Statistically significant differences were found between the blood volume drawn when the first day was compared to the second day,  $73.5 \pm 32.2$  vs.  $56.3 \pm 21.9$  ( $p < 0.001$ ); clinical outcome (alive vs death)  $54.8 \pm 33$  vs.  $60.7 \pm 24.9$  ( $p < 0.05$ ); severity (ISS  $< 31$  or  $\geq 31$ )  $54.65 \pm 20$  vs.  $61.5 \pm 28.5$  ( $p < 0.001$ ), No RRT vs RRT:  $50.9 \pm 18.9$  vs.  $97.2 \pm 72.6$  ( $p < 0.001$ ).

**Conclusions:** The greatest diagnostic BL occurs during the resuscitation phase, in the patients who die, in those with greater severity and those undergoing CRRT.

© 2009 Elsevier España, S.L. and SEEIUC. All rights reserved.

## Introducción

Uno de los problemas más comunes en el paciente crítico es la anemia, que contribuye a un aumento de la morbilidad y a la necesidad de transfusión de hemoderivados<sup>1-5</sup>.

Diferentes estudios destacan, entre las causas agudas más frecuentes, el sangrado gastrointestinal, las intervenciones quirúrgicas, las lesiones traumáticas y las alteraciones de la coagulación<sup>1,6,7</sup>. Además, los pacientes críticos sufren a diario otras pérdidas sanguíneas, adicionales a las del proceso patológico, que pueden derivar en lo que se ha venido a denominar *anemia nosocomial*<sup>2,8,9</sup>. Nos referimos a aquellas producidas por las continuas extracciones analíticas con fines diagnósticos. Su frecuencia depende de la práctica de cada institución, la gravedad del paciente y la facilidad para obtenerlas por la presencia de catéteres<sup>9,10</sup>. Se incluyen también las producidas de forma iatrogénica, ligadas al soporte terapéutico, por la coagulación o fugas de los circuitos extracorpóreos que se utilizan en los pacientes sometidos a terapias de reemplazo renal.

Sería interesante establecer una relación entre las pérdidas sanguíneas adicionales y la disminución de la hemoglobina y del hematocrito, con el fin de ahorrar en la administración de hemoderivados a los pacientes. Esta analogía ha sido demostrada en personas sanas<sup>11</sup>, pero en el caso de los pacientes críticos existen factores añadidos que hacen más complejo este análisis, como los balances hídricos positivos o el cambio de volumen de distribución del agua corporal secundario a la ventilación mecánica. Von Asher et al<sup>7</sup>, con muestras de pacientes con patología medicoquirúrgica, recogen hasta un 17% (rango: 10-28) de pérdidas hemáticas diagnósticas. En los pacientes con enfermedad traumática grave no hemos encontrado referencias al respecto, probablemente por sus peculiaridades (sangrados activos internos y externos, cirugías frecuentes o coagulopatías).

Asumiendo que las pérdidas sanguíneas derivadas del mecanismo lesional traumático son difíciles de evitar, el propósito de nuestro trabajo es examinar el perfil de las pérdidas sanguíneas adicionales potencialmente evitables. A partir de este análisis, los profesionales de enfermería podemos adoptar medidas para contribuir a la gestión de ahorro de sangre de los pacientes con trauma grave.

## Método

### Diseño y muestra

Estudio descriptivo, observacional y prospectivo, realizado en una unidad monográfica de pacientes con trauma grave, en el Hospital Terciario Universitario 12 de Octubre del Servicio Madrileño de Salud.

Se reclutaron 225 pacientes durante el período de octubre de 2006 a septiembre de 2007, que generaron un total de 1.619 días de evolución. Los criterios de inclusión fueron ser mayor de 15 años y presentar trauma grave definido por una puntuación en la escala Injury Severity Score (ISS) superior o igual a 16. Se excluyeron aquellos pacientes en los que se decidió adoptar limitación del esfuerzo terapéutico.

### Instrumento y proceso de recogida de datos

Para la recogida de datos se creó un registro que incluía las variables de interés: edad, sexo, antecedentes personales, día de evolución, mecanismo lesional, tipo de trauma, ISS, evolución clínica (hacia el alta o éxitus), volumen de sangre perdido por paciente y día, presencia de terapias de depuración extracorpórea y, en ese caso, número de filtros no retornados, asegurando su actualización diaria con la gráfica de evolución clínica.

También se analizó el número de extracciones y el tipo de test sanguíneo por paciente y día, especificando si era gasometría, bioquímica, hemograma, estudio de coagulación, hemocultivos u otras (perfil férrico, niveles de fármacos, serología, pruebas cruzadas, hormonas, etc.). Se incluyó además como extracción aquellas glucemias plasmáticas monitorizadas a pie de cama (con medidor Accu-Chek® Aviva) no coincidentes con las analíticas convencionales, extraídas según el protocolo de insulinoterapia establecido en la unidad.

Todos los pacientes incluidos en el estudio portaban catéter arterial (tipo Arrow®, número 20 Ga, 4,45 cm) con equipo de monitorización de presión (Edwards Lifesciences), purgado con suero salino y/o catéter venoso central (tipo Arrow®, 7Fr, 20cm), de donde se extrajeron las distintas muestras. El volumen de desecho en cada extracción fue de

4 cm<sup>3</sup> (3 cm<sup>3</sup> más espacio muerto). Las muestras sanguíneas se obtuvieron con el sistema a vacío tipo Vacuette®.

El volumen sanguíneo requerido para cada determinación analítica fue de 1 cm<sup>3</sup> para la gasometría, 3 cm<sup>3</sup> para el hemograma, 5 cm<sup>3</sup> en la bioquímica, 3,5 cm<sup>3</sup> en las coagulaciones, 10 cm<sup>3</sup> en los hemocultivos y 10 cm<sup>3</sup> para otras extracciones.

En los pacientes con terapias de depuración extracorpórea se estimó un promedio de pérdida sanguínea de 135 cm<sup>3</sup> por cada circuito coagulado, ya que suponía no poder retornar la sangre al paciente. Los equipos utilizados para estos tratamientos fueron máquina tipo Prisma® (filtro M100, AN 69) y Kimal® (línea arterial KH205, venosa KH 215, filtro HF1200).

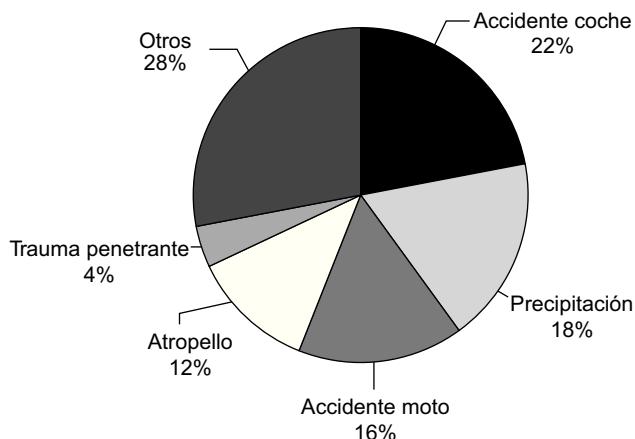


Figura 1 Mecanismo lesional traumático.

## Consideraciones éticas

No efectuamos ninguna modificación en el cuidado de los pacientes, ni realizamos procedimientos experimentales, por lo que no se requirió autorización por parte del paciente o sus familiares, acorde a las normas internacionales estipuladas en la declaración de Helsinki y en su última revisión.

## Análisis de datos

Se utilizó la estadística descriptiva: las variables cualitativas fueron expresadas como frecuencia absoluta y relativa, y las variables cuantitativas se expresaron como media  $\pm$  SD. Las comparaciones se realizaron con la prueba de la t de Student, considerándose el nivel de significación estadística para  $p < 0,05$ .

Los cálculos fueron realizados con el programa estadístico Stadistical Package for Social Science en su versión 11.0.

## Resultados

La edad media de los pacientes incluidos en el estudio fue de  $41 \pm 19$  años, de los cuales el 81% (182) eran hombres. Los mecanismos traumáticos que causaron el ingreso se recogen en la figura 1.

El 90% (203) presentaba trauma multisistémico. El traumatismo craneoencefálico grave (TCG) apareció en el 36% (81) de los pacientes. La estancia media en la UCI fue de  $8 \pm 10$  días. La gravedad media expresada a través del ISS fue de  $31,2 \pm 13,7$ , con una mortalidad global del 26%.

El valor medio de pérdidas hemáticas diagnósticas e iatrogénicas por paciente y día fue de  $55,5 \pm 32,2$  cm<sup>3</sup> (mediana

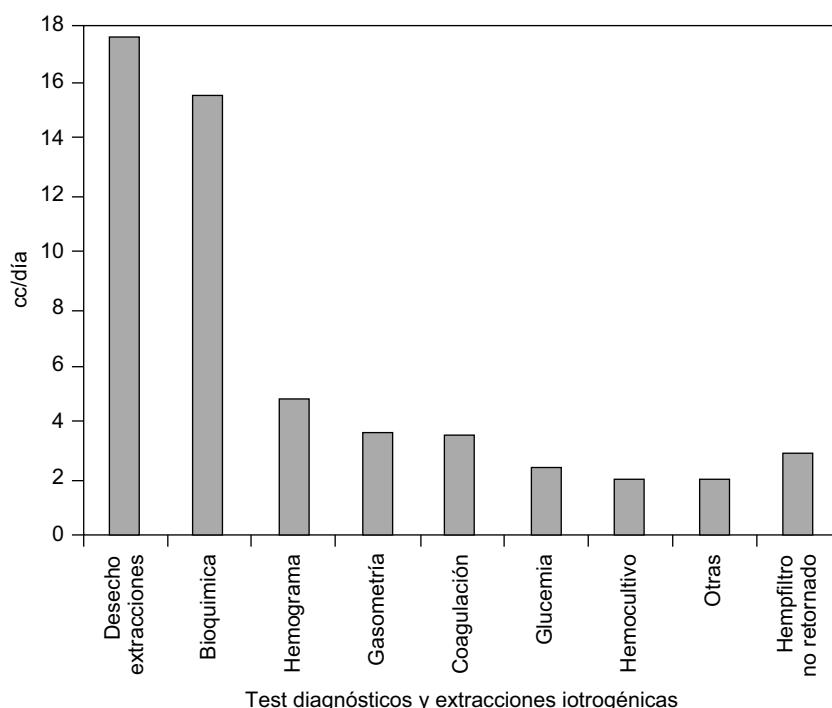


Figura 2 Pérdidas hemáticas iatrogénicas y diagnósticas/paciente/día.

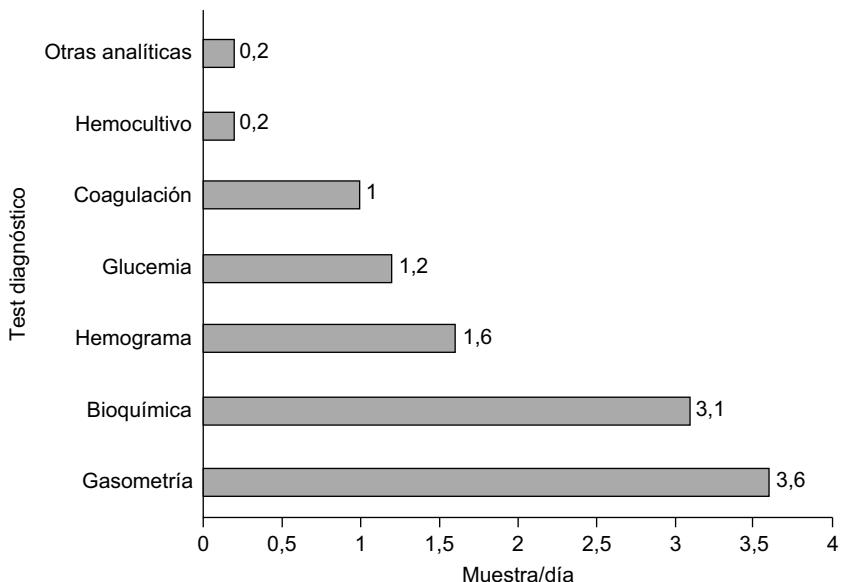


Figura 3 Frecuencia diaria de determinaciones diagnósticas.

Tabla 1 Variables con significación estadística

| Pérdidas sanguíneas, $\text{cm}^3/\text{día}$ ( $\mu \pm \sigma$ ) | Primer día      | Segundo día     |             |
|--|-----------------|-----------------|-------------|
| Volumen extraído   | $73,5 \pm 32,2$ | $56,3 \pm 21,9$ | $p < 0,001$ |
| Evolución clínica  | <i>Alta</i>     | <i>Éxitus</i>   | $p < 0,05$  |
| Gravedad   | $54,8 \pm 33$   | $60,7 \pm 24,9$ |             |
| Incluidas pérdidas por sistema de HF                               | $ISS < 31$      | $ISS \geq 31$   | $p < 0,001$ |
|  | $54,65 \pm 20$  | $61,5 \pm 28,5$ |             |
| No incluidas pérdidas por sistema de HF                            | <i>Sin TDE</i>  | <i>Con TDE</i>  | $p < 0,001$ |
|  | $50,9 \pm 18,9$ | $97,2 \pm 72,6$ |             |
|  | <i>Sin TDE</i>  | <i>Con TDE</i>  | $p < 0,001$ |
|  | $50,8 \pm 18,9$ | $64,3 \pm 21,1$ |             |

HF: hemofiltración; ISS: Injury Severity Score; TDE: técnicas de depuración extracorpórea.

de  $49 \text{ cm}^3$  y rango intercuartílico de  $40,5\text{--}62,5 \text{ cm}^3$ ). La media de pérdida total por paciente durante toda la estancia fue de  $396 \text{ cm}^3$ .

Las pérdidas sanguíneas de los distintos test diagnósticos se recogen en la figura 2. El volumen desecharido por extracciones supuso una pérdida del 31%, seguido del volumen sanguíneo requerido para las determinaciones bioquímicas que representó el 27,9%. La media de extracciones diarias fue de  $4,41 \pm 1,54$ . La frecuencia diaria de las distintas determinaciones diagnósticas se recoge en la figura 3.

Los pacientes que recibieron terapias de depuración extracorpórea fueron 18 y el número de filtros no retornados fue de 2,05 por paciente/tratamiento, produciendo una pérdida media de  $2,7 \text{ cm}^3/\text{día}$  con una frecuencia de 0,02 veces/día.

Encontramos diferencias estadísticamente significativas en las siguientes variables: el volumen sanguíneo extraído el primer día de estancia respecto al segundo día ( $73,5 \pm 32,2$  vs.  $56,3 \pm 21,9 \text{ cm}^3$ ;  $p < 0,001$ ); la frecuencia de extracciones del primer día respecto al segundo ( $5,13 \pm 2,09$  vs.  $4,83 \pm 1,43$ ;  $p < 0,001$ ); el volumen sanguíneo extraído según la evolución clínica (alta o éxitus) ( $54,8 \pm 33$  vs.  $60,7 \pm$

$24,9 \text{ cm}^3$ ;  $p < 0,05$ ); en función de la gravedad ( $ISS < 31$  o  $\geq 31$ ) ( $54,65 \pm 20$  vs.  $61,5 \pm 28,5$ ;  $p < 0,001$ ) durante los 7 primeros días; también observamos diferencias significativas entre los pacientes que recibieron terapias de depuración extracorpórea y los que no, tanto al tener en cuenta las pérdidas iatrogénicas por coagulación del filtro como sin considerar dichas pérdidas (tabla 1).

No encontramos diferencias estadísticamente significativas en los pacientes con TCG respecto a los que no lo presentaban ( $55,6 \pm 34,9$  vs.  $55,5 \pm 24,9$ ).

## Discusión

Las pérdidas sanguíneas diagnósticas en el paciente crítico han sido bien estudiadas a lo largo de décadas<sup>12-27</sup>. Sin embargo, en el grupo específico de pacientes con enfermedad traumática grave no se han especificado. Tampoco hemos encontrado referencias bibliográficas que añadan, a estas pérdidas diagnósticas, las que hemos venido a denominar como iatrogénicas, derivadas de terapias

**Tabla 2** Pérdidas sanguíneas diagnósticas en paciente crítico

| Autor y referencia      | Año  | n     | Pérdidas diarias         | Patología              | Características                 |
|-------------------------|------|-------|--------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Eyster <sup>12</sup>    | 1973 | 93    | 54 cm <sup>3</sup> /día  | Coronaria y pulmonar   |                                 |
| Lanuza <sup>13</sup>    | 1976 | 253   | 50 cm <sup>3</sup> /día  | Cirugía cardiaca       |                                 |
|                         |      |       | 20 cm <sup>3</sup> /día  | Patología médica       |                                 |
| Hashimoto <sup>14</sup> | 1982 |       | 26 cm <sup>3</sup> /día  | Patología médica       |                                 |
| Henry <sup>15</sup>     | 1986 | 20    | 377 cm <sup>3</sup> /día | Cirugía cardiotorácica | Sólo las primeras 24 h          |
|                         |      |       | 240 cm <sup>3</sup> /día | Cirugía general        |                                 |
| Smoller <sup>8</sup>    | 1986 | 50    | 74 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Con arteria                     |
|                         |      |       | 41 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Sin arteria                     |
| Smoller <sup>16</sup>   | 1989 | 41    | 56 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Sin tubo pediátrico             |
|                         |      |       | 32 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Tubo pediátrico                 |
| Foulke <sup>17</sup>    | 1989 | 151   | 63 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Sin tubo pediátrico             |
|                         |      |       | 44 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Tubo pediátrico                 |
| Ellstrom <sup>18</sup>  | 1989 | 28    | 102 cm <sup>3</sup> /día | Respiratoria           |                                 |
| Tarpey <sup>19</sup>    | 1990 | 26    | 66 cm <sup>3</sup> /día  |                        |                                 |
| Dale <sup>20</sup>      | 1993 | 14    | 79 cm <sup>3</sup> /día  | Médica                 |                                 |
| Low <sup>21</sup>       | 1995 | 50    | 71 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Con arteria                     |
|                         |      |       | 42 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Sin arteria                     |
| Alazia <sup>22</sup>    | 1996 | 50    | 62 cm <sup>3</sup> /día  | No sangrado            |                                 |
| Andrews <sup>23</sup>   | 1999 | 65    | 46 cm <sup>3</sup> /día  | Medicoquirúrgica       | Pérdidas por gasometría de VM   |
| Von Asher <sup>7</sup>  | 1999 | 96    | 23 cm <sup>3</sup> /día  | Mediana                | Medicoquirúrgica                |
| Takao <sup>24</sup>     | 2000 | 184   | 45 cm <sup>3</sup> /día  |                        | Medicoquirúrgica                |
| Vincent <sup>4</sup>    | 2002 | 1.136 | 41 cm <sup>3</sup> /día  | Medicoquirúrgica       | Multicéntrico                   |
| Wisser <sup>25</sup>    | 2003 | 277   | 40 cm <sup>3</sup> /día  | Cirugía cardiovascular |                                 |
|                         |      |       | 26 cm <sup>3</sup> /día  | Cirugía general        |                                 |
|                         |      |       | 13 cm <sup>3</sup> /día  | Mediana                |                                 |
| Chant <sup>26</sup>     | 2006 | 155   | 13 cm <sup>3</sup> /día  | Medicoquirúrgica       | A partir del día 21             |
| Shaffer <sup>27</sup>   | 2007 | 43    | 16 cm <sup>3</sup> /día  | Medicoquirúrgica       | Sistema reservorio de VM > 24 h |

VM: ventilación mecánica.

extracorpóreas, acercándonos así a las pérdidas reales extras de nuestros pacientes.

En la [tabla 2](#) se describen los datos reflejados en distintos estudios publicados desde 1973 hasta la actualidad, donde se cuantifican las pérdidas sanguíneas diagnósticas. Los resultados obtenidos en nuestro estudio se asemejan a estos datos, aunque podríamos considerarlos en un rango superior. Creemos que puede ser debido a los elevados índices de gravedad de nuestros sujetos, a la inclusión de las pérdidas iatrogénicas e incluso a la no utilización de sistemas de ahorro.

Las determinaciones más frecuentes han sido las gasometrías y las bioquímicas. Suponemos que es por el control exhaustivo de equilibrio ácido-base, iones y CPK, entre otros, que requieren los pacientes traumáticos graves, en concreto los traumatismos craneales y ortopédicos, que son los más incidentes en nuestra muestra. Wisser et al<sup>25</sup>, Chant et al<sup>26</sup> y Shaffer<sup>27</sup> recogen datos similares en pacientes medicoquirúrgicos.

Nuestras pérdidas por volumen desecharido son similares a lo reflejado en la literatura médica, variando entre el 27<sup>22</sup> y el 30%<sup>15</sup>. Respecto a la cantidad descartada en cada extracción, consideramos que estamos en un rango superior a lo publicado, lo que nos ha hecho plantearnos el volumen mínimo ideal para obtener resultados fiables<sup>28,29</sup>.

La mayor pérdida de sangre diagnóstica se produce en la fase de resuscitación (primeras horas tras el traumatismo,

según el Advanced Trauma Life Support), tanto en volumen como en número de test diagnósticos. Estos valores son comparables a los de otras unidades de pacientes críticos medicoquirúrgicos<sup>10,19,22,30</sup>.

También hemos apreciado pérdidas mayores cuando el desenlace ha sido el fallecimiento del paciente. Asimismo, los pacientes más graves, en nuestro caso los de mayor ISS y en otros casos los de mayor APACHE o SOFA, son los que más pierden por extracciones<sup>4,10,19,26,30</sup>.

En nuestra muestra se realizan más extracciones en pacientes con terapias de depuración extracorpórea, posiblemente relacionado con que poseen índices de gravedad más elevados. Andrews et al<sup>23</sup> encuentran un mayor número de determinaciones, pero lo asocian a los controles frecuentes de heparina. Nuestro protocolo de técnicas de hemofiltración no contempla el análisis de anticoagulación del circuito, sino la del paciente, por lo que no aumenta las determinaciones de este tipo respecto a otros pacientes.

La diferencia de pérdidas sanguíneas en los pacientes con TCG, a pesar del estrecho control gasométrico e iónico al que son sometidos, no resulta estadísticamente significativo frente a los que no lo presentan. Este hallazgo nos ha sorprendido y ha hecho que nos planteemos si existe exceso de prescripción en algunos pacientes.

Con el diseño de nuestro trabajo no hemos podido determinar si todos los test diagnósticos se correlacionan con un cambio en el manejo diario de tratamiento de los

pacientes, lo que nos habría permitido, en un futuro, racionalizarlas en función de la situación clínica, evitando extracciones sanguíneas innecesarias.

Deberíamos haber considerado la necesidad de contabilizar otras pérdidas sanguíneas por iatrogenia, como las que se producen durante técnicas invasivas u otros procedimientos terapéuticos (cateterismos, inserción de tubos torácicos, entre otros), para acercarnos, aún más, a todo lo que el paciente pierde de forma extraordinaria. Además, no hemos podido determinar si ser portador de catéteres arteriales o venosos aumenta el número de extracciones, como sugieren algunos autores<sup>8-10,21</sup>.

A partir de los resultados hemos establecido un grupo de trabajo para valorar la eficacia de técnicas de ahorro, cambio en la política de prescripciones y concienciar a los profesionales implicados de la importancia de la economía del volumen desecharo.

## Conclusiones

- En nuestros pacientes con trauma grave, el volumen sanguíneo diagnóstico e iatrogénico es similar al de otros pacientes, aunque se acerca al límite superior. Los test diagnósticos más frecuentes fueron las gasometrías y las bioquímicas y la mayor pérdida se produce con el volumen de desecho.
- Se producen más extracciones en la fase de resucitación, en los pacientes que fallecen, en aquellos con índice de gravedad más altos y en los sometidos a terapias de depuración extracorpórea.
- Las pérdidas sanguíneas de los pacientes con TCG fueron similares a los que no lo presentaban.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Napolitano LM. Scope of the problem: Epidemiology of anemia and use of blood transfusions in critical care. *Crit Care*. 2004;8: S1-S8.
2. Muñoz M, Leal-Naval SR, García-Erce JA, Naviera E. Prevalencia y tratamiento de la anemia en el paciente crítico. *Med Intensiva*. 2007;31:388-98.
3. Nguyen BV, Bota NP, Melot C, Vincent JL. Time course of haemoglobin concentrations in nonbleeding intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 2003;31:406-10.
4. Vincent JL, Baron JF, Reinhart K, Gattinoni L, Thijs, Webb A, et al. Anemia and blood transfusion in critically ill patients. *JAMA*. 2002;288:1499-507.
5. Corwin HL, Gettinger A, Pearl RG, Fink MP, Levy MM, Abraham E, et al. The CRIT study: Anemia and blood transfusion in the critically ill: Current clinical practice in the United States. *Crit Care Med*. 2004;32:39-52.
6. Fink MP. Pathophysiology of intensive care unit-acquired anemia. *Crit Care*. 2004;8:S9-10.
7. Von Asher N, Muller C, Serke S, Frei U, Eckardt KU. Important role of nondiagnostic blood loss and blunted erythropoietic response in the anemia of medical intensive care patients. *Crit Care Med*. 1999;27:2630-9.
8. Smoller BR, Kruskall MS. Phlebotomy for diagnostic laboratory tests in adults. Pattern of use and effect on transfusion requirements. *N Engl J Med*. 1986;314:1233-5.
9. Fowler RA, Berenson M. Blood conservation in the intensive care unit. *Crit Care Med*. 2003;31:S715-20.
10. Ezzie ME, Aberegg SK, O'Brien JM. Laboratory testing in the intensive care unit. *Crit Care Clin*. 2007;23:435-65.
11. Cortinez LI, Somma J, Robertson KM, Keifer JC, Wright DR, Hsu YW, et al. Changes in hematocrit based on incremental blood sampling: Mathematical models perform poorly. *Can J Anesth*. 2005;52:374-8.
12. Eyster E, Bernene J. Nosocomial anemia. *JAMA*. 1973;223: 73-74.
13. Lanuza DM, Jennrich JA. The amount of blood withdrawn for diagnostic tests in critically ill patients. *Heart Lung*. 1976;5: 933-938.
14. Hashimoto F. Bleeding less for diagnostics. *JAMA*. 1982;248:171.
15. Henry ML, Garner WL, Fabri PJ. Iatrogenic anemia. *Am J Surg*. 1986;151:362-3.
16. Smoller BR, Kruskall MS, Horowitz GL. Reducing adult phlebotomy blood loss with the use of pediatric-sized blood collection tubes. *Am J Clin Pathol*. 1989;91:701-3.
17. Foulke GE, Harlow DJ. Effective measures for reducing blood loss from diagnostic laboratory tests in intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 1989;17:1143-5.
18. Ellstrom K. Blood loss associated with phlebotomy in the ICU. *Heart Lung*. 1989;18:307-8.
19. Tarpey J, Lawler PG. Iatrogenic anemia? A survey of venesection in patients in the intensive therapy unit. *Anaesthesia*. 1990;45:396-8.
20. Dale JC, Pruitt SK. Phlebotomy: A minimalist approach. *Mayo Clin Proc*. 1993;68:249-55.
21. Low LL, Harrington GR, Stoltzfus DP. The effect of arterial lines on blood-drawing practices and costs in intensive care units. *Chest*. 1995;108:216-9.
22. Alazia M, Colavolpe JC, Botti G, Corda N, Ramero C, Francois G. Spoliations sanguines liées aux prélevements en réanimation. Étude préliminaire. *Ann Fr Anesth Reanim*. 1996;15:1004-7.
23. Andrews T, Waterman H, Hillier V. Blood gas analysis: A study of blood loss in intensive care. *J Adv Nurs*. 1999;30:851-7.
24. Takao FJ, Reyes EJ, Hernández F. Pérdida de volumen sanguíneo con la toma de estudios hematológicos rutinarios en pacientes de la unidad de terapia intensiva del Hospital Central Militar. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2000;14:5-11.
25. Wisser D, Van Ackern K, Knoll E, Wisser H, Bertsch T. Blood loss from laboratory tests. *Clin Chem*. 2003;49:1651-5.
26. Chant C, Wilson G, Friedrich JO. Anemia, transfusion, and phlebotomy practices in critically ill patients with prolonged ICU length of stay: A cohort study. *Crit Care*. 2006;10:R140.
27. Shaffer C. Diagnostic blood loss in mechanically ventilated patients. *Heart Lung*. 2007;36:217-22.
28. Rickard CM, Couchman BA, Schmidt SJ. A discard volume of twice the deadspace ensures clinically accurate arterial blood gases and electrolytes and prevents unnecessary blood loss. *Crit Care Med*. 2003;31:1654-8.
29. Clapham M, Willis N, Mapleson W. Minimum volume of discard for valid blood sampling from indwelling arterial cannulae. *Br J Anesth*. 1987;59:232-5.
30. Zimmerman JE, Seneff MG, Sun X, Wagner DP, Knaus WA. Evaluating laboratory usage in the intensive care unit: Patient and institutional characteristics that influence frequency of blood sampling. *Crit Care Med*. 1997;25:737-48.