

A. Valenzuela
A. Muñoz
E. Narbona
A. Bonillo
J. Uberos
J.A. Molina

Cálculo del volumen de la exanguinotransfusión en función de la hemoglobina deseada

Dr. J.A. Molina Ferrer

Correspondencia:
Dr. A. Valenzuela Ruiz
Departamento de Pediatría
Hospital Clínico Universitario
Avenida de Madrid, s/n.
18012 Granada.

RESUMEN

Se facilitan dos fórmulas con cuyo empleo podrá calcularse el volumen de sangre necesario para realizar una exanguinotransfusión, que obtenga en el paciente una hemoglobina final previamente deseada.

Sólo será necesario conocer el peso del paciente (para calcular la volemia), su hemoglobina inicial, y el contenido en hemoglobina de la sangre utilizada para la exanguinotransfusión.

PALABRAS CLAVE

Exanguinotransfusión; Anemia.

ABSTRACT

We can know the amount of transfused blood of exchange transfusion for normalizing newborn's hemoglobin levels using two mathematics formulas. Weight, initial hemoglobin level in newborn blood and hemoglobin level in transfused blood cells are data necessary for this calculation.

KEY WORDS

Exchange transfusion; Anemia

98 INTRODUCCIÓN

Las dos indicaciones más precisas de la exanguinotransfusión (ET) son el tratamiento de la hiperbilirrubinemia, y la corrección rápida de la anemia en situaciones de eritroblastosis severa⁽¹⁾.

Sirviéndose de los dos efectos principales de la ET (depuración y aporte), su empleo no se ha limitado sólo al ya clásico tratamiento de la enfermedad hemolítica del recién nacido, sino que con un criterio más amplio, se ha utilizado en el tratamiento de otros procesos patológicos como el hidrops fetalis no inmune, la sepsis neonatal o la coagulación intravascular diseminada⁽²⁻⁴⁾, situaciones en las que es conveniente depurar sustancias del plasma (bilirrubina, toxinas, productos de degradación de la fibrina) o aportar otras (hematíes, albúmina, proteínas, factores de coagulación, etc.), sin alterar la volemia.

El cálculo del volumen de sangre necesario para realizar la ET está bien fundamentado en la ecuación teórica para la dilución de un volumen cerrado⁽⁵⁾:

$$V = 1 - e^{-x}$$

siendo:

V= fracción del líquido original recambiado
 X= número de volúmenes intercambiados
 e= 2,71828 (constante)

Para simplificar su manejo, suele utilizarse la siguiente tabla⁽¹⁾:

X	V
0,5 volemias	40%
1,0 volemias	63%
2,0 volemias	87%
3,0 volemias	95%

En la que el número de volúmenes intercambiados (X) se expresa en múltiplos del volumen sanguíneo del paciente (0,5 - 1 - 2 o 3 volemias), y la fracción del líquido original recambiado (V) como porcentaje del volumen sanguíneo del paciente eliminado y reemplazado. La volemia se calcula en el recién nacido como término medio en 80 ml/kg.

Cuando se emplea la ET persiguiendo su efecto depurador, estos cálculos son suficientes, puesto que en igual proporción que se realiza el recambio san-

guíneo, se depura la sustancia deseada. Lo más habitual es emplear un volumen de sangre igual a dos volemias del paciente, para conseguir un recambio del 87%.

Sin embargo, cuando lo que se persigue es un efecto de aporte, particularmente de hematíes, el contenido en hemoglobina (Hb) de la sangre empleada para realizar la ET jugará un papel tan importante como el porcentaje de volemia recambiado, resultando de ambos la cifra final de Hb con la que quede el paciente.

Es fundamental conocer el contenido en Hb de la sangre a emplear para la ET. Se recomienda que su hematocrito no sea superior a 50%, para evitar provocar poliglobulia e hiperviscosidad⁽⁶⁾; esto tiene un gran interés cuando se realiza la ET con ánimo de depurar. Sin embargo, es lógico pensar que cuando la indicación sea reponer hematíes, en situaciones de anemia muy severa, el empleo de concentrados de hematíes, con alto contenido en Hb puede ser incluso beneficioso, ya que disminuye el volumen de recambio, obviándose el riesgo de provocar poliglobulia si previamente se fija la Hb final que quiere obtenerse.

FÓRMULAS

En un intento de facilitar el cálculo del volumen necesario para realizar una ET, que consiga una cifra final de Hb previamente deseada, sugerimos el empleo de las fórmulas que se desarrollan a continuación, junto con su fundamento.

Con la primera fórmula se va a calcular la fracción (V) del volumen sanguíneo del enfermo, que será necesario recambiar para que finalizada la ET quede con la Hb deseada, que se habrá fijado según criterio.

El planteamiento inicial es que la volemia total del paciente (que se considera 1), una vez realizada la ET será la suma de la sangre recambiada (V) más la que queda sin recambiar propia de él (1 - V). Por tanto, la Hb final será la aportada por el volumen recambiado, que se calcula multiplicando el volumen (V) por su contenido en Hb (C), más la que queda propia del enfermo, que se calcula igualmente multiplicando el volumen (V - 1) por su hemoglobina (P). La ecuación de partida sería pues:

$$D = VC + (1 - V)P$$

La incógnita V es fácilmente calculable en función de los valores de C, D y P que son conocidos, resolviendo la ecuación se obtiene la primera fórmula:

$$V = \frac{D - P}{C - P}$$

donde

V= fracción de la volemia del paciente a recambiar.

D= Hb final deseada (g/dl).

P= Hb del paciente (g/dl).

C= Hb de la sangre o concentrado de hematíes a emplear (g/dl).

Una vez conocido el volumen (V) que es preciso recambiar para obtener la Hb deseada (D), mediante la segunda fórmula se puede calcular el volumen de sangre o concentrado de hematíes (con Hb C) que se precisa intercambiar para obtener el recambio deseado. El punto de partida aquí es la ecuación teórica para la dilución de un volumen cerrado expuesta al principio:

$$V = 1 - e^{-X}$$

Como el valor de V es conocido porque se calculó por la fórmula anterior, la incógnita X puede hallarse resolviendo la ecuación, con lo que se obtiene la segunda fórmula:

$$X = \ln \frac{1}{1 - V}$$

donde:

V= fracción de la volemia a recambiar.

X= número de volúmenes a intercambiar (expresados como múltiplos de la volemia del paciente)

ln= logaritmo neperiano.

Ejemplo:

Se quiere realizar una ET a un recién nacido de 3.200 g de peso (volemia 80 ml/kg), que tiene una Hb de 4 g/dl, a causa de una transfusión fetofetal, deseando obtener una Hb final de 14 g/dl. Para ello se dispone de concentrado de hematíes cuya Hb es de 23 g/dl.

Los datos a tener en cuenta son:

$$\text{Volemia: } 3,2 \times 80 = 256; P = 4; D = 14; C = 23$$

En primer lugar, se calcula el volumen (V) o fracción de la volemia que se precisa recambiar:

$$V = \frac{D - P}{C - P} = \frac{14 - 4}{23 - 4} = \frac{10}{19} = 0,52$$

Después se calcula X:

Una vez conocida la fracción de la volemia que se ha de recambiar, se calcula el número de volúmenes (X) que deben emplearse para conseguir ese recambio:

$$V = \ln \frac{1}{1 - V} = \ln \frac{1}{1 - 0,52} = \ln \frac{1}{0,48} = \ln 2,08333 = 0,73$$

Es necesario, pues, para realizar la ET un volumen de concentrado de hematíes de 0,73 volemias (0,73 x 256) que equivale a 186 ml.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Avery GB. *Neonatología: fisiología y manejo del recién nacido*. 3ª ed. Buenos Aires. Panamericana, 1990; 602-607.
- 2 Gutiérrez Jaimez S. Manejo postnatal del Hidrops fetal no inmunológico. En: Brines Solanes J, Monleón Alegre J. *XII Reunión Nacional de Medicina Perinatal*. Valencia. Ed. Servicio de Publicaciones Puleva, 1990; 320.
- 3 Muñoz Hoyos y cols. Empleo precoz de la exanguinotransfusión en el tratamiento de la sepsis neonatal. *Acta Pediatr Esp* 1982; 91-96.
- 4 Cruz Hernández M. *Tratado de Pediatría*. 6ª ed. Barcelona. Espaxs, 1988; 150.
- 5 Sproul A, Smith I. Bilirubin equilibration during exchange transfusion in hemolytic disease of the newborn. *J Pediatr* 1964; 65:12. En: Avery GB. *Neonatología*, 3ª ed. Buenos Aires. Ed. Médica Panamericana, 1990; pp. 605.
- 6 Sotelo-Ávila C y cols. The hematocrit of reconstituted blood for exchange transfusion in newborn infants. *J Pediatr* 1982; 100:971-972.