

DETERMINACION DEL VOLUMEN SANGUINEO EN LACTANTES

Por los Dres. OSCAR CORREA B. e IGNACIO DUQUE

Hospital L. Calvo Mackenna, Cátedra de Pediatría del Prof. Aníbal Ariztia.

La aplicación día a día más frecuente de procedimientos quirúrgicos al tratamiento de diversas malformaciones cardíacas congénitas, así como el interés por el estudio de las perturbaciones del metabolismo del agua en diversos cuadros clínicos, han hecho que en el último tiempo adquiriera alta importancia el conocimiento del volumen sanguíneo. Como se sabe, en un mismo individuo y en condiciones normales, el volumen sanguíneo está sujeto a ligeras fluctuaciones, dependientes del ingreso líquido, vaciamiento de reservorios sanguíneos, etc., las que, en general, dado el equilibrio existente entre líquido circulante y de los tejidos, no exceden del 5 %. En circunstancias patológicas, como enfermedades infecciosas febriles, afecciones del corazón, sangre o riñones, intoxicaciones, deshidratación, etc., ellas son más pronunciadas y corrientemente sobrepasan el margen antes señalado, esto no obstante los diversos recursos que el organismo pone en juego para evitarlas.

En el adulto el volumen sanguíneo ha sido materia de intenso estudio desde hace algún tiempo y a la fecha es abundante la literatura con que se cuenta. En el niño, por el contrario, sobre todo en el sano, tal no ha sucedido, de donde no son numerosas las referencias bibliográficas a este respecto^{1 2 3 4}. De las investigaciones hasta ahora llevadas a cabo se sabe que el volumen sanguíneo guarda una relación definida con la talla, peso y área de superficie corporal. Si se le considera en relación al peso es mayor en los niños que en los adultos y, por contrario, lo inverso resulta si se le compara con la superficie corporal, sa-

bido que ésta, en relación al peso, es mayor en aquellos que en éstos. El volumen sanguíneo existente al nacimiento aumenta en forma gradual y sostenida durante el primer año, después del cual sigue un progreso lento hasta la pubertad, período en el que se establecen diferencias definidas entre ambos sexos, con cifras más altas para el hombre que mujer.

Como es de conocimiento general, el volumen sanguíneo puede determinarse por métodos directos e indirectos, estos últimos, como se comprende, los únicos de aplicación clínica. Ellos incluyen dos procedimientos, uno basado en la dilución de un componente normal de la sangre, por ejemplo, proteínas, hemoglobina, glóbulos, etc. y otro en la introducción a la corriente sanguínea de sustancias extrañas con determinación posterior de su grado de dilución. Entre estas últimas se han empleado gases, entre los principales, CO, y colorantes variados, rojo vital, rojo congo y azul de Evans, para sólo nombrar los más importantes. De los estudios sobre esta materia realizados en el último tiempo en el niño enfermo destacan, por su transcendencia, los de Valdés y Sosa Gallardo⁵, Nelson⁶, Cassels y Morse⁷ y Gottheiner y Robinson⁸.

Material y métodos.

Nuestro estudio comprende 32 casos, todos lactantes, de edad entre 1 a 23 meses, de los diferentes servicios del Hospital de Niños Luis Calvo Mackenna. Como método de determinación del volumen sanguíneo se empleó el de Hill⁹,

basado en los cambios provocados por la transfusión en la concentración de hemoglobina de la sangre del receptor. En atención a este hecho no nos fué posible extender el estudio a lactantes normales y el material para él debió necesariamente colectarse entre niños enfermos o convalecientes, quienes, por razones varias, de las corrientemente consideradas para indicar este recurso terapéutico, recibían sangre. Como puede apreciarse en la tabla 1, el material de niños del estudio comprendió lactantes con afecciones diversas o convalecientes de ellas, parte de ellos en buen estado nutricional y el resto distróficos.

El volumen sanguíneo se calculó según la siguiente fórmula, propuesta por Hill:

$$BV^x = \frac{X (Hb_2 - Hb_3)}{Hb_3 - Hb_1}$$

en la que

BV^x representa el volumen sanguíneo antes de la transfusión.

X el volumen de sangre transfundida.

Hb_1 la concentración de hemoglobina del receptor antes de la transfusión.

Hb_2 la concentración de hemoglobina de la sangre a inyectar.

Hb_3 la concentración de hemoglobina del receptor después de la transfusión. Lo siguiente aclara la derivación de la fórmula:

Antes de la transfusión:

$$Hb \text{ en paciente} = BV^x \times Hb_1$$

$$Hb \text{ en sangre a transfundir} = X \times Hb_2$$

Después de la transfusión:

$$Hb \text{ en paciente} = (BV^x + X) \times Hb_3$$

$$(BV^x \times Hb_1) + (X \times Hb_2) = (BV^x + X) \times Hb_3$$

La hemoglobina se determinó por método colorimétrico con lecturas en el aparato fotoeléctrico de Evelyn. Con el fin de asignar a éste la mayor exactitud posible en cada una de las muestras practicamos cuatro determinaciones de hemoglobina, con tres lecturas cada vez, derivando del promedio de estos doce va-

lores la cifra para el cálculo. En el deseo de conocer las fluctuaciones de esta media, en varios casos determinamos su desviación standard y obtuvimos cifras que variaban de 0.07 a 0.2. En cuanto a las extracciones de sangre, en todas ellas se hicieron a escasos minutos de la transfusión, ya antes o después, según el caso.

Resultados y comentario.

Los resultados se presentan en la tabla 1. Como puede verse en ella, de cada niño, sea cual fuere su estado nutricional o de salud, se registran dos cifras, una correspondiente al volumen sanguíneo calculado según el método antes descrito y la otra al que cabía esperar, éste deducido del monograma de Brines, Gibson y Kunkel¹⁰. Estos autores, en estudios realizados en niños de diferente edad y sexo, encontraron que existía una estrecha relación entre volumen sanguíneo y algunas medidas antropométricas, entre las principales, talla, peso y área de superficie, lo que no ocurría con otros factores, entre éstos, edad. Este hecho los indujo a preparar gráficos de predicción a base de las tres variedades antes nombradas, los que permiten, con relativa exactitud, calcular el volumen sanguíneo de un caso dado. En atención a que el peso y, por ende, el área de superficie corporal, están más sujetos que la talla a cambios bruscos derivados de pérdidas o retenciones hídricas repentinas, ellos recomiendan como standard de elección el basado en esta última.

Como se aprecia en la tabla citada, en la mayor parte de los niños se comprobó una marcada diferencia entre los valores de volumen sanguíneo obtenidos y los esperados, la que, como no podía ser menos, es altamente significativa en el terreno del cálculo estadístico. Esto vale para los distintos grupos de lactantes, sea cual fuere su estado nutricional o de salud, lo que plantea, relativo a su explicación, una interrogante difícil de contestar. Es indudable que la infección, presente en muchos niños, no puede, a este respecto, ser la responsable, ya que

de ocurrir así se habrían encontrado diferencias marcadas en gran número de ellos. Esto no sólo por aparecer lactantes con afecciones importantes en evolución al lado de otros convalecientes de ellas, sino, sobre todo, por figurar niños cuyo único diagnóstico constituían procesos a todas luces sin repercusión sobre el rubro en estudio, lo que resalta en la revisión de la tabla. En efecto, si bien en los primeros podría haberse llegado a comprobar disminución del volumen sanguíneo, no cabía, como parece obvio desde un punto de vista fisiopatológico general, esperar lo mismo en los segundos. Hace aún meternos verosímil tal posibilidad el hecho de que la reducción del volumen sanguíneo

Tabla I.

N°	Obs.	Edad m	Talla cm	Diag. al momento de la transfusión	Volumen sanguíneo cc		
					Encontrado	Esperado	
1.	49/2705	6	64	Eutróficos	Coqueluche (conv.)	120.3	215
2.	49/2132	1	53		Sepsis	111.6	220
3.	49/3291	1	55		"	123.1	235
4.	49/2433	2	54		Diát. exud. Anemia	137.4	225
5.	49/728	4	56		Dispepsia	117.9	230
6.	49/1440	6	60		Meningitis pur. (en trat.)	206	300
7.	48/5492	3	55	Distróficos	Sarna	103.5	235
8.	49/2116	15	64		Neumonía	188.7	340
9.	48/4564	15	64		Diát. exud.	155.4	340
10.	49/3705	9	55		" "	108.1	235
11.	49/2948	16	70		Empiema pleural	190.8	410
12.	49/2118	1	53		Sepsis	128.6	220
13.	49/1760	5	53		Meningitis pur.	117.1	215
14.	48/1339	6	60		Disenteria bacilar	232.8	310
15.	48/5051	7	60		" "	176.6	300
16.	47/1712	23	75		Coqueluche	131.6	485
17.	48/5690	6	57		" (conv.)	90.7	262
18.	48/4224	5	57		" "	107.4	262
19.	48/6107	9	60		" "	195.9	300
20.	49/1641	3	55		Dispepsia	121.1	220
21.	49/59	7	64		"	278	340
22.	48/1896	13	64		"	155.4	340
23.	49/213	5	57		"	119.5	250
24.	49/3378	9	67		Bronconeumonia	150.1	380
25.	49/2825	2	55		"	127.5	235
26.	48/610	13	63	"	198.6	328	
27.	48/4655	11	64	"	226.8	340	
28.	49/1568	4	59	"	141.1	245	
29.	48/6135	11	62	"	106.4	320	
30.	49/1055	2	45	Prematuro, Sepsis	93.1	150	
31.	49/2038	2	46	" Anemia	100	160	
32.	48/5515	6	58	"	113.2	275	
Promedio						144.8	284.5

X

= 9

6

haya alcanzado, lo que claramente destaca en la tabla, a casi el 50 % de los valores esperados.

Ante los resultados anteriores, surge naturalmente la pregunta, ¿cuál o cuáles son sus causas? Inneceario es decir que no estamos en condiciones de responder a esto y sólo cabría, en este sentido, adelantar hipótesis. Así, creemos, podría no ser totalmente improbable que la transfusión despertara en el aparato cardiovascular del niño reflejos de naturaleza tal que condujeran a o una disminución del líquido vascular o contracción de reservorios sanguíneos, esto en forma más o menos rápida, posiblemente durante la transfusión misma, con la consiguiente repercusión en la segunda determinación de hemoglobina del receptor. Nos apoyamos para avanzar esta posibilidad en el hecho de haber comprobado en gran número de casos después de la transfusión un aumento en la concentración de hemoglobina de la sangre del receptor mayor que el matemáticamente esperado. En cualquiera de las dos direcciones antes indicadas que los fenómenos supuestos llegaran a producirse, se originaría una hemoconcentración relativa, que daría por resultado un error en el cálculo, conocida, como se expuso, la forma en que éste procede. Finalmente, otro hecho que a este propósito no conviene perder de vista es que si bien la fórmula es exacta en el terreno matemático y para el caso de operar con tubos cerrados, en el organismo, dada la constitución osmótica de las paredes, ella probablemente no es aplicable.

Resumen.

Se relata un estudio sobre determinación de volumen sanguíneo en 32 lactantes de 1 a 23 meses, pertenecientes a los diferentes servicios del Hospital Luis Calvo Mackenna. El material lo componían niños de diferente estado nutricional y afectados o convalecientes de variados cuadros mórbidos. El volumen sanguíneo se calculó según fórmula propuesta por Hill, la que se basa en los cambios provocados por la transfusión en la con-

centración de hemoglobina de la sangre del receptor. La hemoglobina se determinó por método colorimétrico con lecturas en el aparato fotoeléctrico de Evelyn.

En la totalidad de los lactantes se obtuvieron cifras de volumen sanguíneo muy por debajo de las esperadas. Hecho digno de hacer notar fué la aparentemente ninguna influencia del estado nutricional o de salud de los lactantes sobre dichos resultados.

Los autores comentan los hechos antes expuestos.

Summary.

A study on the determination of total blood volume in infants is reported. The work included 32 infants of various nutritional and clinical conditions. Blood volume values were obtained from Hill's formula, which is based on the transfusion changes in the hemoglobin concentration of the recipient's blood. Hemoglobin was determined by colorimeter method, using the Evelyn photoelectric colorimeter.

As compared to the expected blood volume values in all cases very low figures were found. It is of interest that no relationship could be established between blood volume level and nutritional or clinical status of patients.

Bibliografía.

- 1.—LUCAS, W. y DEARING, B. — *Am. J. Dis. Child.* 21: 96, 1921.
- 2.—DARROW, D.; SOULE, H. y BUCKMAN, T. — *J. Clin. Investigation* 5: 243, 1928.
- 3.—SCHLUTZ, F.; MORSE, M.; CASSELS, D. y IOE, V. — *J. Pediat.* 17: 467, 1940.
- 4.—ROBINOW, M. y HAMILTON, W. — *Am. J. Dis. Child.* 60: 827, 1940.
- 5.—VALDES, J.; SOSA GALLARDO, J.; PIANTONI, C. y CAPUTTO, B. — *Arch. de Pediat. del Uruguay* 16: 593, 1945.
- 6.—NELSON, W.; MAYERSON, H.; CLARK, J. y LYONS, C. — *J. Clin. Investigation* 26: 860, 1947.
- 7.—CASSELS, D. y MORSE, M. — *J. Pediat.* 31: 485, 1947.
- 8.—GOTTHEINER, V. y ROBINSON, P. — *Ann. Paediat.* 176: 1, 1951.
- 9.—HILL, D. — *Lancet* 1: 177, 1941.
- 10.—BRINES, J.; GIBSON, J. y KUNKEL, B. — *J. Pediat.* 18: 447, 1941.