

ANÁLISIS DE MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DEL  
VOLUMEN SANGUÍNEO CIRCULANTE

\*J. ANTONIO ALDRETE

\*\*LUIS MANUEL FRANCO-GUTIÉRREZ

## RESUMEN

La estimación del volumen sanguíneo circulante puede efectuarse por varios métodos que se basan en la afinidad de sustancias conocidas y cuantificables (plomo, cromo y fosfato radioactivos) con los eritrocitos o yodo radioactivo y colorantes con el plasma sanguíneo.<sup>1</sup> Estas estimaciones del volumen sanguíneo circulante son complejas por el hecho de que el porcentaje de eritrocitos y plasma de las muestras venosas o arteriales es mayor que el porcentaje de células y plasma en el volumen sanguíneo circulante total.<sup>2</sup> Bajo estas circunstancias, el volumen obtenido debe procesarse con adecuadas correcciones que tratan de aproximar los cálculos obtenidos a la individualidad de cada paciente.<sup>3</sup>

El presente análisis compara los métodos de estimación de volumen sanguíneo circulante más comúnmente utilizados en la práctica clínica con predicciones basadas sobre varios índices fisiológicos materiales.

**Palabras clave:** Volumen sanguíneo circulante. Métodos de estimación.

## SUMMARY

Blood volume in human can be predicted by several methods based in the affinity of known and quantified substances (plome, chrome and radioactive phosphate) with erythrocytes or radioactive iodine and colorants in blood plasma. This prediction of blood volume is complex, because the erithrocyte and plasma percentage in the venous or arterial samples is greater than the plasma and blood cells percentage in the whole blood volume. In this conditions the volume obtained must be indit with adequate correlation to determine the approximate calculation in each patient. This paper compared several methods to predict whole blood volume, used in daily clinical work and based in physiological index.

**Key words:** Blood volume, predictive methods.

**Antecedentes.** La predicción del volumen sanguíneo circulante se ha tratado de obtener a partir de parámetros antropométricos entre los cuales el peso corporal ha sido uno de los índices más utilizados, se han reportado diferentes valores cuyo rango oscila entre 64 a 79.3 ml/kg con un promedio de 75 ml/kg en el hombre, y de 66 ml/kg en la mujer.<sup>3</sup>

En 1957, Baker y su grupo obtuvieron una fórmula de predicción del volumen sanguíneo a partir de mediciones utilizando yodo,<sup>131</sup> determinando estadísticamente el valor 2.68 lit. Multiplicado por el área de

superficie corporal como el más aproximado a los valores reales.<sup>4</sup>

En 1956, Allen et al, tomaron como base de su predicción del volumen sanguíneo circulante, una combinación del peso corporal y de la altura al cubo.<sup>5</sup> Nadler, en 1962, basado en las fórmulas de Allen efectuó correcciones computarizadas que mejoraron la aproximación de la predicción del volumen circulante. Sus fórmulas son:

$$\text{Hombres VS} = 0.3669 A^3 + 0.03219 P + 0.6041$$

$$\text{Mujeres VS} = 0.3561 A^3 + 0.03308 P + 0.6041$$

\*Médico Jefe. Departamento de Anestesiología y Cuidados Críticos. Hospital de Cook County, Chicago, Illinois, 60612, EEUU.

\*\*Médico Residente Anestesiología. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Recibido: 15 de Enero de 1987. Aceptado: 12 de abril de 1987.

Sobretiros: Luis Manuel Franco Gutiérrez. Josefa Ortiz de Domínguez Núm. 105, Norte Depto. 1, Toluca, Edo. de México.

En donde VS = volumen sanguíneo. A = estatura y. P = peso.<sup>3</sup>

## METODO

Efectuamos una comparación de los métodos de predicción de volumen sanguíneo a partir de 75 ml/kg y  $m^2 \times 2.68$  (método de Baker<sup>4</sup>) con las predicciones efectuadas con las fórmulas de Nadler<sup>3</sup> utilizando el peso desde 10 hasta 100 kg. El análisis estadístico se efectuó por medio del proceso de coeficiente de correlación. (Cuadro I).

CUADRO I

kg	Nadler <sup>3</sup>		ml/kg		Baker <sup>4</sup> $m^2 \times 2.68$
			75 ml/kg	66 ml/kg	
100	5650	5250	7500	6600	5896
90	5100	4700	6750	5940	5413
80	4600	4180	6000	5280	4877
70	4100	3600	5250	4620	4341
60	3490	3000	4500	3960	3805
50	2880	2350	3750	3300	3296
40	2290	1750	3000	2640	2948
30	1600	1000	2250	1980	2117
20	1582	1593	1500	1320	1956
10	1026	1031	750	660	1098

## RESULTADOS

El análisis de los diferentes valores de predicción entre el cálculo de 75 ml/kg en hombres y  $m^2 \times 2.68$ , muestra que a excepción de los datos encontrados a los 20 kg, la correlación con  $m^2 \times 2.68$  es acertada ( $r = .99758$ ) comparada con la predicción 75 ml/kg ( $r = .99535$ ). Conforme el peso aumenta, el cálculo 75 ml/kg da como resultado predicciones del volumen sanguíneo muy aumentadas, siendo el aumento más patente a partir de 60 kg. (figura 1).

En la comparación, entre 66 ml/kg en mujeres y  $m^2 \times 2.68$  con las fórmulas de Nadler,<sup>3</sup> observamos que el cálculo por 66 ml/kg en el rango entre 20 y 40 kg. presenta su mayor aproximación ( $r = .97883$ ); con pesos mayores de 50 kg. las predicciones del volumen sanguíneo son cada vez mayores. Por otra parte, el cálculo con  $m^2 \times 2.68$ , a partir de los 50 kg., la predicción del volumen ( $r = .98664$ ) es lineal (figura 2).

En general, los coeficientes de correlación muestran valores de R más altos con la fórmula  $m^2 \times 2.68$  lo que implica su mayor exactitud como método de predicción del volumen circulante.

## DISCUSION

Las fórmulas de Nadler<sup>3</sup> basadas en la correlación, entre la determinación del volumen sanguíneo por la dilución del plasma con I<sup>131</sup> y la utilización de la estatura

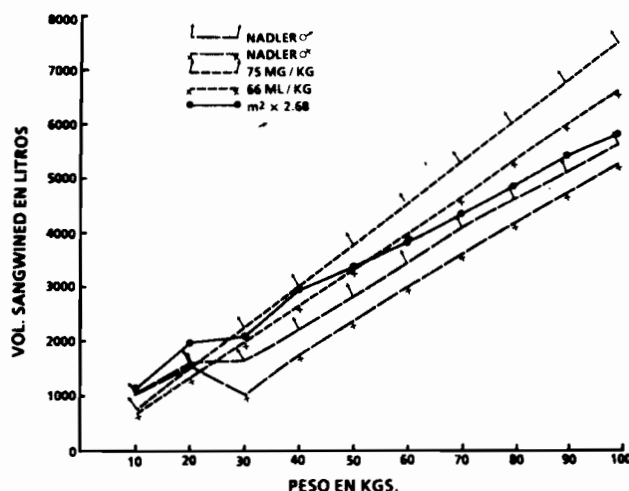


Figura 1. Coeficiente de correlación entre varios métodos propuestos. Con excepción de valores a los 20 kg., el cálculo usando la superficie corporal  $\times 2.68$  la más acertada predicción.

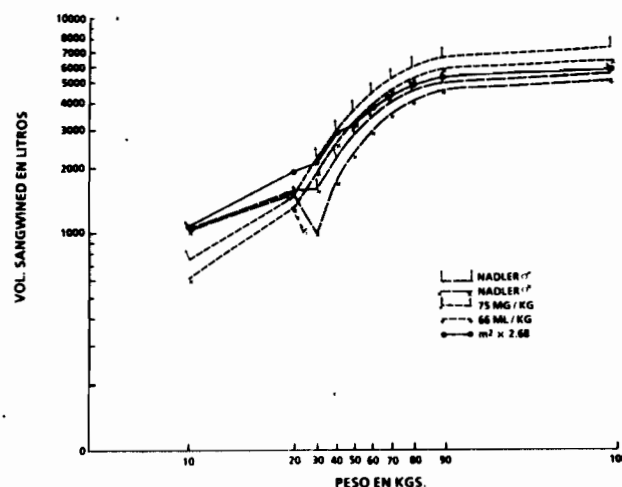


Figura 2. Usando una escala logarítmica la mejor correlación se notó en el índice resultante al multiplicar 66 ml/kg., en mujeres y la  $m^2 \times 2.68$ , sobre todo por arriba de 50 kg.

al cubo y el peso, dan una confiable predicción del volumen sanguíneo circulante.<sup>3</sup> Teniendo este procedimiento un margen de dificultad para la ejecución de sus cálculos en la práctica clínica, su comparación con métodos que pudieran tener una exactitud aproximada y mayor facilidad en su obtención, redundaría en una rápida y correcta valoración del volumen sanguíneo circulante. En procesos como de hipovolemia, o técnicas clínicas como la hemodilución facilitará las decisiones en lo que a la conducta terapéutica se refiere. Estudios anteriores<sup>6</sup> concluyen que en base al peso corporal la predicción del contenido sanguíneo es mayor en los pacientes ectomórficos que en los endomórficos a consecuencia de la poca irrigación del tejido graso. Es-

tudios de volumen sanguíneo circulante a partir de 80 ml/kg determinan que solo es confiable en pacientes con pesos menores de 56 kg.<sup>2</sup> La determinación del volumen sanguíneo en infantes entre 10 a 30 kg. se ha efectuado concluyendo que en promedio, el contenido sanguíneo de los sujetos estudiados corresponde a 75.4 ml/kg.<sup>7</sup> Nadler considera que el cálculo basado en 75 ml/kg condiciona inexactitud en la predicción del volumen sanguíneo. Por lo que sugiere abandonar la fórmula en base al peso corporal.

Nuestros datos muestran una mala aproximación de la predicción del volumen sanguíneo tomando como ba-

se la fórmula de 75 ml/kg para el sexo masculino. Para el cálculo en mujeres, a 66 ml/kg se encontró una adecuada aproximación entre los 20 y 40 kg pero se notó inadecuada en pesos mayores. La predicción del contenido sanguíneo en base a  $m^2 \times 2.68$  mostró una mayor aproximación a las fórmulas de Nadler. Siendo factible mejorar la predicción en base al área de superficie corporal, pudieran mejorarse las fórmulas como sugieren otros autores.<sup>6</sup> De tal forma que consideramos adecuada su utilización como un método práctico y confiable de predicción del volumen sanguíneo circulante en la práctica clínica.

## REFERENCIAS

1. GUYTON A C. *Textbook of Medical Physiology*. WB Saunders Co.: Philadelphia, 1986.
2. MOLLISON P L: *Blood Transfusion in Clinical Medicine*, 7th ed. FA Davis Company: Philadelphia, 1983, pp. 78-89.
3. NADLER S B, HIDALGO J U, BLOCH T: *Prediction of blood volume in normal human adults*. *Surgery* 1962; 51:224.
4. BAKER R J, KOZOLL D D, MEYER K A: *The use of surface area as a basis for establishing normal blood volume*. *Surg Gynecol Obstet* 1957; 104:183.
5. ALLEN T H, PENG M T, CHEN K P, HUANG T F, CHANG C, FANG H S: *Prediction of blood volume and adiposity in man from body weight and cube of height*. *Metabolism* 1956; 5:328.
6. GREGERSEN M I, NICKERSON J L: *Relation of blood volume and cardiac output to body type*. *J Appl Physiol* 3:329, 1950.
7. RUSSELL, SHEENAH J M: *Blood volume studies in healthy children*. *Arch Dis Child* 1949; 24:88.