

Correspondencia
E-mail labneumo@lanari.fmed.uba.ar

Relación entre la saturación de oxígeno medida y calculada

Autores FA Pessolano, M Pérez, AM Queral, EL De Vito
Instituto de Investigaciones Médicas "Alfredo Lanari"
Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires

Resumen

Objetivo Analizar la relación entre la SatHb medida (SatHb-M) y la calculada (SatHb-C) con la fórmula de Siggaard-Andersen. Establecer el grado de concordancia entre ambas variables y en que medida puede usarse la SatHb-C como dato aislado. **Material y Método** Se analizaron en forma retrospectiva (regresión lineal, Bland y Altman) un total de 500 determinaciones de gases en sangre de pacientes ambulatorios e internados durante un período de 60 días (466 determinaciones arteriales y 34 venosas). **Resultados** La relación entre la SatHb-M y SatHb-C. fue lineal directa ($r 0.97$, $p < 0.001$) pero no siguió la línea de identidad (pendiente = 0.69). Los valores bajos de saturación muestran una mayor dispersión de los datos y desplazamiento hacia arriba de la línea de identidad. El promedio de las diferencias fue de -0.54 ± 3.88 (DS). Hubo un 6% de los puntos fuera de ese intervalo de concordancia. El análisis global de los datos arrojó una diferencia de 7.6% (DS de las diferencias * 1.96) entre la SatHb-M y la SatHb-C. La distribución de las diferencias entre la SatHb-M y la SatHb-C fue continua, pero no siguió la morfología de una distribución normal. En términos generales la saturación venosa mixta calculada sobreestimó en un 9.3 % la medida. Los pacientes que presentaron un aumento de la diferencia (a-v) con SatHb-M, tuvieron una diferencia (a-v) con SatHb-C normal, aumentada o disminuida y ningún punto cayó sobre la línea de identidad. **Conclusión** El reemplazo de la SatHb-M por la Sat Hb-C no es aceptable. Las discrepancias entre la diferencia (a-v) calculada a partir de SatHb-M y SatHb-C tienen implicancia clínicas.

Palabras clave > hemoglobina, Siggaard-Andersen, Bland y Altman

Abstract

Relationship between calculated and measured hemoglobin saturation

Objective To analyze the relation between the measured SatHb (SatHb-M) and the calculated (SatHb-C) with the Siggaard-Andersen equation. To establish the degree of agreement between both variables and to analyze if SatHb-C can be used as isolated data. **Material and Method** We analyzed retrospectively (linear regression, Bland and Altman) a total of 500 blood gas sampling of ambulatory patients during a period of 60 days (466 arterial and 34 venous). **Results** The relation between the SatHb-M and SatHb-C was linear and direct ($r 0.97$, $p < 0.001$) but did not follow the line of identity (slope 0,69). The low values of saturation showed a greater dispersion of the data and displacement from the line of identity. The average of the differences was $-0,54 \pm 3,88$ (SD). There was a 6% of the points outside the agreement interval. The global analysis the data showed a difference of 7,6% (SD of differences * 1,96) between the SatHb-M and SatHb-C. In general terms the calculated mixed venous saturation overestimated in a 9,3% the measured. The distribution of the differences between the SatHb-M and the SatHb-C was continuous, but it did not follow the morphology of a normal distribution. Patients who presented an increase of the (a-v) difference with SatHb-M, showed a normal, increased or diminished (a-v) difference with SatHb-C. **Conclusion** the replacement of the SatHb-M by the Sat Hb-C is not acceptable. The discrepancies between the (a-v) difference calculated from SatHb-M and SatHb-C have clinical consequences.

Key words > hemoglobin, Siggaard-Andersen, Bland y Altman

La Saturación de la Hemoglobina (SatHb) es un parámetro que permite inferir el grado de oxigenación de la sangre y ciertos aspectos de la oxigenación tisular. Con ella se pueden obtener otros valores como el contenido de O_2 de la sangre, la diferencia arterio-venosa de O_2 , el transporte de O_2 , etc¹.

El interés en parámetros tales como el consumo de O_2 (VO_2) y el transporte de O_2 (TO_2) para orientar al diagnóstico y tratamiento de diversas condiciones en pacientes críticos plantea también diversos problemas metodológicos: adecuada técnica de extracción de la muestra², calibración y control de calidad de los equipos, variabilidad de los valores de una misma muestra, número de determinaciones en función del tiempo, etc. Además, debido a que un mismo valor se puede hallar en más de una fórmula, los errores pueden amplificarse y generar asociaciones biológicamente inexistentes e interpretaciones clínicamente equivocadas³.

La incorporación de nuevas tecnologías de medición (más precisas, más rápidas, menos invasivas, etc) plantea la validación del nuevo método respecto de los preexistentes. Por otro lado, es conocido el intento de proponer fórmulas o nomogramas en reemplazo de mediciones directas o procedimientos invasivos. Este aspecto también requiere la correspondiente validación.

Siggaard-Andersen^{4,5} desarrolló las ecuaciones para cálculo de la Saturación de la Hb considerando la morfología de la curva de disociación de la Hb y sus desplazamientos causados por cambios en el pH y la PCO_2 . ¿En qué medida puede ser reemplazada la medición directa de la SatHb con las fórmulas propuestas?

Bland y Altman⁶ han propuesto un método específico para comparar una nueva técnica de medición respecto de otra ya establecida. La pregunta de interés clínico es si hay suficiente concordancia con el viejo método como para ser reemplazado por el nuevo sin afectar las decisiones terapéuticas.

Presentamos un análisis de la relación entre la SatHb medida (SatHb-M) y la calculada (SatHb-C) con la fórmula de Siggaard-Andersen. El objetivo fue establecer el grado de concordancia entre ambas variables y en que medida puede usarse la SatHb-C como dato aislado. Además, con el objeto de estudiar las diferencias en fórmulas que incluyen la SaO₂, las discrepancias en las SatHb-M y

SatHb-C se analizaron en función de otro parámetro como la diferencia arterio venosa de O_2 que incluye el cálculo de los contenidos de O_2 .

Material y Método

Se analizaron en forma retrospectiva un total de 500 determinaciones de gases en sangre de pacientes ambulatorios e internados pertenecientes al Instituto de Investigaciones Médicas Alfredo Lanari, durante un período de 60 días del año 1992; 466 determinaciones fueron tomadas en sangre arterial y 34 en sangre venosa.

La pO_2 y el pH fueron medidas con analizador de gases en sangre AVL 939 a 37 °C. El control de calidad se efectuó según los parámetros habituales. La saturación se midió con un Oxímetro Radiometer OSM2b. La calibración fue efectuada con agua como patrón de saturación 0, y en intervalos regulares con sangre tratada con ditionito para desaturarla. La saturación de la Hb fue calculada mediante la fórmula de Siggaard-Andersen^{4,5}. El cálculo de los contenidos de O_2 de la sangre (CaO_2) y de la diferencia (a-v), fue realizado de acuerdo a las ecuaciones convencionales^{1,7}.

El análisis estadístico fue efectuado mediante correlación y regresión lineal, y mediante el método de Bland y Altman⁶. Una $p < 0.05$ fue considerada como estadísticamente significativa.

Resultados

La figura 1 muestra la relación entre la SatHb-M y SatHb-C. Se observa una correlación lineal directa altamente significativa entre ambas variables ($r = 0.97$, $p < 0.001$). Se trata de un hallazgo esperado, considerando que ambas variables cambian en el mismo sentido. Sin embargo, esta relación no sigue la línea de identidad (pendiente = 0.69). Los valores bajos de saturación muestran una mayor dispersión de los datos y desplazamiento hacia arriba de la línea de identidad.

La figura 2 permite apreciar con más precisión las diferencias entre la SatHb-M y la SatHb-C, en función de la SatHb-M. Las diferencias aumentan con el descenso de la saturación medida ($r = 0.69$; $p < 0.001$). El promedio de las diferencias fue de -0.54 ± 3.88 (DS). La figura muestra los límites superior e inferior (intervalos de concordancia) por arriba y por debajo del promedio de las diferencias,

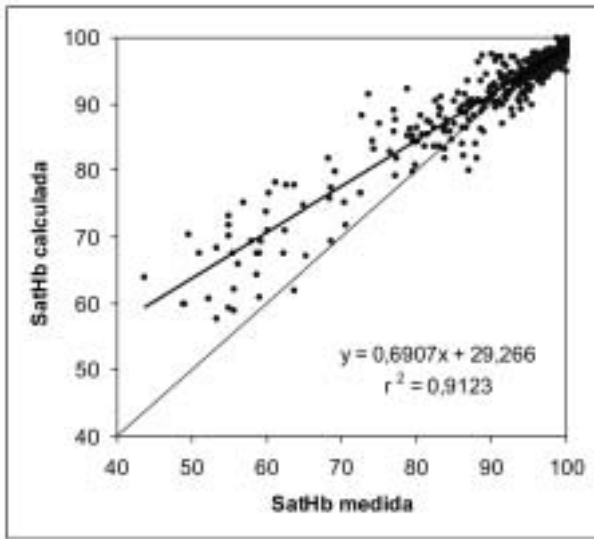


Fig. 1: Relación entre la SatHb medida y la SatHb calculada. Conforme la saturación disminuye, los puntos se alejan de la línea de identidad. En análisis de regresión y correlación solo es válido como una primera aproximación visual al problema. Ambas variables son independientes.

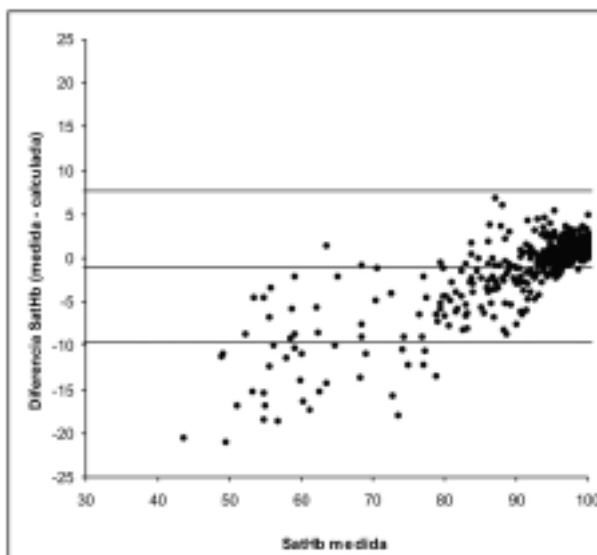


Fig. 2: El promedio de las diferencias es de 7.6%. Por debajo de 80% de saturación medida, la diferencia aumenta en forma apreciable. El 6% de los datos quedan fuera del intervalo de concordancia.

(DS * 1.96). Hay un 6% de los puntos que están fuera de ese intervalo de concordancia. El análisis global los datos arroja una diferencia de 7.6% (DS de las diferencias * 1.96) entre la SatHb-M y la SatHb-C.

La distribución de las diferencias entre la SatHb-M y la SatHb-C fue de tipo continua, pero no siguió

la morfología de una distribución normal. Este hecho sugiere que desde el punto de vista estadístico no hay concordancia entre los dos métodos de análisis.

Si se considera una saturación mayor del 90%, no hay sesgo debido a que el promedio de las diferencias es de 0.722, solo el 3.5% de los datos caen por fuera de los intervalos de concordancia, esto sugiere que la distribución de las diferencias es normal. La variación promedio entre la SatHb-M y la SatHb-C es de 3.3%. Si se considera una saturación menor de 90%, el sesgo es mayor debido a que el promedio de las diferencias es de -5, el 5.5% de los datos caen por fuera de los intervalos de concordancia y la variación promedio entre la SatHb-M y la SatHb-C es de 11%.

En términos generales la saturación venosa mixta calculada sobreestimó en un 9.3% la medida. Los pacientes que presentaron un aumento de la diferencia (a-v) con SatHb-M, tuvieron una diferencia (a-v) con SatHb-C normal, aumentada o disminuida y ningún punto cayó sobre la línea de identidad.

Discusión

La Saturación M y C estuvieron correlacionadas (Figura 1). Sin embargo, la pendiente de regresión no siguió la línea de identidad. Sería llamativo que estos dos métodos destinados a obtener la saturación no lo fueran. Nuestros datos incluyen un amplio rango de saturación, de manera que la presencia de una alta correlación está virtualmente garantizada. Es evidente que el análisis de correlación y regresión es insuficiente para el propósito de comparación de 2 métodos.

El análisis de Bland y Altman permite apreciar mejor la real magnitud de las diferencias entre dos métodos. La falta de identidad se puede apreciar mejor en la figura 2 donde es más evidente la mayor dispersión de las diferencias entre ambos métodos. El 94.6% de todos los datos se ubicaron dentro del intervalo de concordancia (DS * 1.96) en lugar del 95% (uno de los criterios de distribución normal). El intervalo de concordancia de 7.6% hace que ambos métodos no sean intercambiables desde el punto de vista clínico. La figura también muestra que el promedio de las diferencias (SatHb M-C) con saturaciones menores de 80 % de SatHb-M es de -7.95 ± 5.07 .

Como era de esperar, la distribución de las diferencias no fue normal. La distribución de las frecuencias tiene sesgo (media -0.54 , mediana 0.51). Además, la asimetría refleja la mayor dispersión de las diferencias (SatHb M-C) hacia valores negativos; es decir, la SatHb-C sobrestima la SatHb-M. De este análisis, se puede concluir que el reemplazo de la SatHb-M por la Sat Hb-C no es aceptable.

Las discrepancias entre la diferencia (a-v) calculada a partir de SatHb-M y SatHb-C tienen implicancia clínicas. Una diferencia (a-v) aumentada con SatHb-M puede sugerir hipovolemia, pero si se considera la diferencia (a-v) con la SatHb-C, hay un sustancial número de determinaciones que arrojan diferencias normales y aún bajas, sugiriendo estado hiperdinámico. De manera que no se puede utilizar la SatHb-C para obtener los contenidos y trasladarlos a la diferencia (a-v) debido a que pueden generar notables errores de interpretación y afectar las decisiones terapéuticas.

Bibliografía

1. Bates DV, Macklem PT, Christie RV. Respiratory function in disease. The normal lung: physiology and methods of study. WB Saunders second edition, 1971, Chapter 2, pages 10- 95.
2. Mottram CD. Percutaneous Arterial Blood Sampling. Chapter 14, American Thoracic Society. Pulmonary Function Laboratory, Management and Procedure Manual. American Thoracic Society, 2002. Editors Wanger JT, Crapo RO, Irvin CG.
3. Phang PT, Cunningham KF, Ronco JJ, Wiggs BR, Russell JA. Mathematical coupling explains dependence of oxygen consumption on oxygen delivery in ARDS. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 150: 318-23.
4. Kelman GR, Nunn JF. Nomograms for correction of blood P_{O_2} , P_{CO_2} , pH, and base excess for time and temperature. *J Appl Physiol*. 1966; 21: 1484-90.
5. Siggaard-Andersen O. Oxygen saturation. *Scand J Clin Lab Invest Suppl*. 1967; 100: 62.
6. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet*. 1986; i: 307-10.
7. Shoemaker WC. Oxygen transport and oxygen metabolism in shock and critical illness. Invasive and noninvasive monitoring of circulatory dysfunction and shock. *Crit Care Clin*. 1996; 12: 939-69.