

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA

Concordancia del hematocrito preoperatorio de sangre venosa reportado en la biometría hemática comparado con el hematocrito perioperatorio determinado por gasometría en sangre arterial de pacientes sometidos a cirugía mayor

TESIS
PARA OBTENER EL GRADO DE

ANESTESIÓLOGO

PRESENTA:

DR. MARIO MIGUEL MARTINEZ NAVA

ASESORES:

DR. JUAN JOSÉ DOSTA HERRERA
DRA. MARTHA EULALIA CRUZ RODRIGUEZ
DRA. BERTHA LETICIA MORALES SOTO

MÉXICO, DF

2011.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. JESÚS ARENAS OSUNA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

DR. JUAN JOSÉ DOSTA HERRERA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO UNIVERSITARIO DE
ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA

DR. MARIO MIGUEL MARTINEZ NAVA
RESIDENTE DE TERCER AÑO DE ANESTESIOLOGÍA

NO. DE PROTOCOLO: R-2010-3501-99

ÍNDICE

I. RESUMEN.....	4
II. ABSTRACT.....	5
III. INTRODUCCIÓN.....	6
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	10
V. RESULTADOS.....	12
VI. DISCUSIÓN.....	18
VII. CONSLUSIÓN.....	21
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	22
IX. ANEXOS.....	25

RESUMEN

Objetivo: Determinar la concordancia entre el valor de hematocrito preoperatorio de sangre venosa reportado en la biometría hemática y el valor del hematocrito perioperatorio determinado por gasometría arterial de pacientes sometidos a cirugía mayor.

Material y métodos: 92 pacientes sometidos a cirugía mayor bajo anestesia general balanceada, ASA II – IV con biometría hemática preoperatoria de 10 días previos al evento quirúrgico. En quirófano se instauró línea arterial con toma de gasometría de sangre arterial basal. Se registraron los valores de hemoglobina y hematocrito reportados tanto en biometría hemática como por la gasometría arterial.

Se realizó correlación por método de Pearson para variables continuas. Valores > 0.90 concordancia muy buena, $0.71-0.90$ concordancia buena, $0.51-0.70$ concordancia moderada, $0.31-0.50$ concordancia mediocre, < 0.30 concordancia nula. Un valor de $p \leq 0.05$ se consideró significativo.

Resultados: Se encontró un valor de concordancia $r = 0.75$ con $p < 0.001$ con valores de hematocrito reportados por biometría hemática de $39.9 \pm 7 \%$ comparado con los valores de hematocrito determinado por gasometría arterial de $36.6 \pm 6.8 \%$. Las diferencias entre los valores del hematocrito fue de $3.3 \pm 4.9 \%$ IC 95 % (2.3 – 4.3) $p < 0.001$.

Conclusiones: La concordancia entre los valores de hematocrito es buena por lo que ambos métodos pueden ser intercambiables entre sí, permitiendo en situaciones de urgencia tomar con seguridad los valores reportados en la gasometría arterial en ausencia de biometría hemática preoperatoria.

Palabras clave: hematocrito, sangre venosa, sangre arterial, biometría hemática, gasometría arterial.

ABSTRACT

Objective: To determine the existing concordance between preoperative venous blood hematocrit values reported in complete blood counts and the perioperative hematocrit values determined by arterial blood gasometry in major surgery patients.

Material and methods: 92 patients who underwent major surgery under general anesthesia, ASA II to IV with preoperative blood count 10 days before surgical event. In the operating room, an arterial line with arterial blood basal gasometry sampling and processed. Were recorded hemoglobin and hematocrit values reported in both blood count as arterial blood gases

The Pearson method for continuous variables were used. Values > 0.90 represent very good concordance; $0.71-0.90$, a good concordance; $0.51-0.70$, a moderate concordance; values between $0.31 - 0.50$ a mediocre concordance; and values below 0.30 represent no concordance. A p-value less than or equal to 0.05 was considered significant.

Results: Using Pearson's method, a concordance value of $r = 0.75$, $p < 0.001$ was found with hematocrit values reported in complete blood counts ($39.9 \pm 7\%$) in comparison with the hematocrit values determined by arterial gasometry ($36.6 \pm 6.8\%$). The difference between the values was of $3.3 \pm 4.9\%$, IC 95% ($2.3 - 4.3$).

Conclusions: Concordance between preoperative hematocrit values reported in complete blood counts and perioperative hematocrit values determined by arterial gasometry is good. Therefore, both methods may be interchangeable, allowing the use of arterial gasometry values in emergency situations with a degree of certainty in the absence of a preoperative complete blood count.

Keywords: hematocrit, venous blood, arterial blood, complete blood count, arterial gasometry.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el monitoreo invasivo del paciente sometido a cirugía mayor incluye entre otros la inserción de catéter intra arterial que permite la medición continua de presión arterial y la toma de muestra sanguínea arterial para determinación de gases en sangre y otros parámetros dentro de los cuales se encuentra el hematocrito. (1, 2, 3)

Los glóbulos rojos transportan la hemoglobina en la circulación, son discos bicóncavos formados en la medula ósea que pierden su núcleo antes de entrar a la circulación y en humanos sobreviven en la circulación durante un promedio de 120 días. La cuenta promedio normal de eritrocitos es de 5.4 millones / dL en varones y 4.8 millones / dL en mujeres y cada uno contiene aproximadamente 29 pg de hemoglobina. (4) (5)

La definición de hematocrito (hemato del griego haima = sangre y crito del griego krinein = separar) es la relación que existe en el volumen de eritrocitos y el volumen sanguíneo total. Dicho de otra manera, el análisis del hematocrito es la medición in vitro de la fracción del volumen de la sangre entera, venosa, arterial o capilar ocupada por los hematíes expresada en valores porcentuales. Siendo su rango de referencia de 38-51% incluyendo dentro de estos valores la población masculina como la femenina. (6).

El hematocrito es la relación que existe en el volumen de eritrocitos y el volumen sanguíneo total y es el factor determinante principal de la viscosidad sanguínea y, por tanto, una disminución del mismo disminuirá la viscosidad de la sangre. (2)

Dentro de las utilidades de la medición del hematocrito es sospecha de anemia, sangrado, deshidratación, control de hemodilución aguda normovolémica, calculo de sangrado permisible preoperatorio y como factor determinante de necesidad de trasfusión sanguínea.

Los niveles de hematocrito son usados como el mayor indicador de transfusión de glóbulos rojos, aun cuando no es capaz de identificar estados hipovolémicos en pacientes con valores de hematocrito normales o ligeramente disminuidos que tienen reducción significativa de volúmenes eritrocitarios y esto puede resultar en que pacientes anémicos hipovolémicos no sean adecuadamente trasfundidos. (7)

Los métodos de medición de hematocrito actualmente utilizados son: 1. determinación por medio de centrifugación (microhematocrito) catalogado como estándar de oro para medición del hematocrito, 2. Cuenta completa de células sanguíneas (Biometría Hemática), 3. Determinación por conductividad en analizador de gases sanguíneos, 4. Hematocrito calculado.

Biometría Hemática: Debido a su membrana lipídica no conductiva, las células sanguíneas poseen alta resistencia y por lo tanto proveen la mayor contribución a la resistencia de la sangre. Los eritrocitos representan la mayor fracción de volumen y la contribución de otro tipo de células para la determinación del hematocrito puede ser ignorada en pacientes sanos. Los cambios de potencial entre los electrodos utilizados para su medición se correlacionan con el volumen del eritrocito al pasar por el orificio al mismo tiempo que son contabilizados. El hematocrito es por lo tanto derivado del volumen celular medio, contabilidad de los eritrocitos y el factor de dilución. Al fundamento que rige esta determinación se le conoce como principio de coulter. (8)

En muestras normales, el hematocrito por centrifugación (catalogado como el estándar de oro) y el hematocrito medido electrónicamente (mediante tecnología Cell-Dyn 3500) varía en +/- 3%. (10)

Pueden ocurrir cifras elevadas falsas de hematocrito a causa de presencia de reticulocitos de gran tamaño o cuentas de leucocitos elevadas al interferir con la cuenta de número de eritrocitos. Autoglutinación donde dos o más células son contadas como una sola pueden guiar a resultados falsamente disminuidos, la hemólisis destruye la pared celular y puede arrojar resultados falsamente disminuidos, niveles disminuidos de volumen globular medio debido a microcitos pueden guiar a resultados falsamente disminuidos por que tales

eritrocitos pueden ser reconocidos como leucocitos.

A diferencia de los métodos por centrifugación y por conductividad (analizador de gases sanguíneos) el valor del hematocrito permanece constante con cambios en la osmolaridad por aumentos de concentraciones de sodio y glucosa habiendo una disminución de 0.02% de hematocrito por cada 100 mosm/kg incrementado en la osmolaridad por aumento de sodio y una disminución de 0.9% de hematocrito por cada 100 mosm/kg incrementado en la osmolaridad por aumento de glucosa. Los resultados son expresados junto con otros parámetros hematológicos necesitando una sola muestra, (8)

Analizador de Gases Sanguíneos: La evolución de la tecnología ha llevado a la incorporación en los analizadores de gases sanguíneos la determinación del hematocrito por medición de conductividad eléctrica derivada de la concentración de iones conductores en la muestra

Recientemente se han desarrollado una amplia variedad de analizadores que proveen la medición del hematocrito en combinación con análisis comúnmente solicitados como son sodio (Na), potasio (K), Cloro (Cl), calcio ionizado, glucosa, gases sanguíneos y variables calculables. Estos instrumentos requieren solo un pequeño volumen de muestra sanguínea y son frecuentemente usados cerca del paciente en situaciones como cuidados intensivos, quirófano y sala de urgencias. La localización de estos analizadores en dichas áreas asegura la disponibilidad inmediata de resultados en situaciones críticas, evitando la transportación de la muestra y disminuyendo el tiempo de espera de resultados. La medición eléctrica del hematocrito radica en el efecto de las partículas en la medición de la resistencia de un líquido. La adición de partículas que tienen mayor resistencia que el medio en la que están suspendidas causa un incremento en la resistencia medida entre los electrodos (disminución de la conductividad) (8)

En contraste con el contador de partículas eléctrico utilizado en la biometría hemática, este analizador no diluye la muestra y por lo tanto no puede controlar directamente la resistencia de la matriz por dilución en solución salina, en cambio estos analizadores arrojan un valor de conductividad esperado por

medición de cationes plasmáticos (8)

Tres factores además de la cantidad de eritrocitos son cruciales para la determinación del hematocrito cuando se emplea el método de conductividad eléctrica: Electrolitos, temperatura y proteínas. (8, 12)

Un estudio realizado por Burnat y cols en el cual se comparo la concordancia entre el método de medición de hematocrito por analizador de gases Gem premier 3000 y el método estándar de oro de medición de hematocrito mediante centrifugación, reporto una estrecha concordancia entre ambos métodos con coeficientes de correlación intraclase entre 0.91 y 0.99. (13)

En pacientes con osmolaridad plasmática la concentración de proteínas ya no es constante por lo que la determinación de hematocrito puede dar valores falsamente disminuidos. (8)

La determinación de hematocrito por gasometría cuenta con las siguientes ventajas: pequeño volumen de muestra, tiempo corto en la espera de resultados, el parámetro de hematocrito es registrado junto con resultados de pH, gases sanguíneos, electrolitos y metabolitos necesitando una sola muestra sanguínea, sin necesidad de dilución de muestra.

No existen estudios previos que correlacionen los valores de hematocrito preoperatorio de sangre venosa reportado en la biometría hemática con el hematocrito perioperatorio de sangre arterial determinado por gasometría.

Debido a la urgencia que representa en algunas ocasiones la necesidad del conocimiento del hematocrito aunada con el mayor tiempo de espera para el reporte del resultado de la biometría hemática en comparación con la gasometría arterial surge la inquietud de comparar ambos métodos para demostrar su concordancia y así disminuir el tiempo de espera de resultados para tomar decisiones prontas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio cuyo objetivo fue comparar 2 metodologías diferentes de cuantificación del valor del hematocrito para determinar la concordancia que existe entre el hematocrito preoperatorio de sangre venosa reportado en la biometría hemática comparado con el hematocrito perioperatorio determinado por gasometría en sangre arterial de pacientes sometidos a cirugía mayor electiva, el estudio fue prospectivo observacional, transversal, comparativo, y analítico

Se incluyeron pacientes mayores de edad, derechohabientes, de ambos sexos, ASA II-IV programados electivamente a cirugía mayor (cirugía cardiotorácica, neurocirugía, cirugía de trasplante renal y cirugía vascular), con monitoreo invasivo perioperatorio de la presión arterial y que aceptaran participar en el estudio bajo firma de consentimiento informado.

Se excluyeron pacientes sometidos a cirugía de urgencia, con instauración de catéter intra arterial previo a su ingreso al quirófano, pacientes en estado de choque al inicio de la cirugía, trastornos hidroelectrolíticos, extracción mayor de 20 ml diarios a partir de la toma de muestra de biometría hemática, ayuno de más de 12 horas, uso de diuréticos en el preoperatorio y pacientes sometidos a diálisis peritoneal o hemodiálisis.

Para realizar la comparación fue necesario contar con resultados preoperatorios de biometría hemática de sangre venosa considerados como vigentes por lo estipulado en la NOM para la práctica de la anestesiología y que no excedan los 10 días a partir de la toma de muestra al evento quirúrgico. Dicha muestra venosa fue tomada en el área de hospitalización en tubo de ensayo con EDTA y procesada por personal de laboratorio en autoanalizador para determinación de biometría hemática completa por impedancia eléctrica marca CELL-DYN 3500 R y reportado en el expediente clínico.

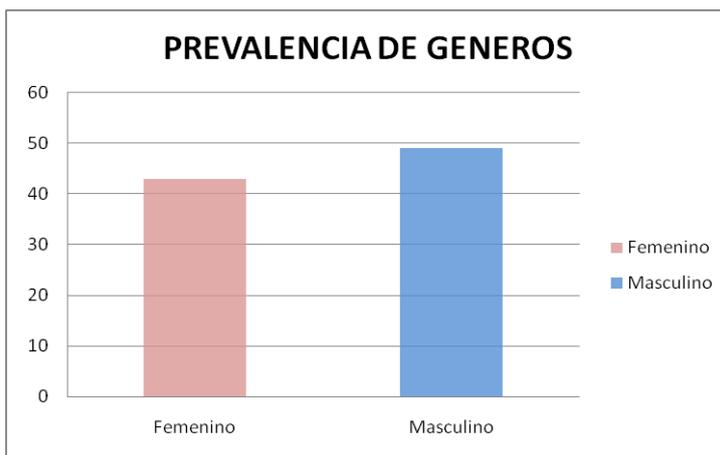
Los valores de hemoglobina y hematocrito determinados por biometría hemática junto con la edad, sexo, estado físico de los pacientes, cirugía programada como también el tiempo transcurrido desde el reporte de resultados de biometría hemática hasta el día del evento quirúrgico fueron anotados en la hoja de recolección de datos previo al inicio del evento quirúrgico.

Una vez que el paciente se encontró en la sala de quirófano, con medicación a base de fentanilo calculada a 2 mcg / kg e infusión de soluciones cristaloides por vías periféricas con velocidad de infusión máxima 3 ml por minuto se realizó la canulación arterial intentando inicialmente en la arteria radial de mano no predominante, de no lograrse en ese sitio se continuara a la arteria radial mano dominante, arteria pedis izquierda o arteria pedis derecha, sucesivamente hasta lograr la monitorización de presión arterial invasiva funcional, se colocó llave de tres vías y previo a la heparinización del catéter arterial se tomó muestra arterial en jeringa heparinizada con 0.01 cc de heparina sódica para un total de volumen de 1 cc para posteriormente procesarla en analizador de gases arteriales GEM Premier 3000 para determinación de gasometría arterial y análisis de analitos (Na, K y Ca) y hemoglobina (Hb), hematocrito (Hto) calculado con medición de hematocrito; ($Hb = Hto \times 0.31$) y glucemia plasmática, por conductancia eléctrica transmembrana y refractometría. Los resultados de hemoglobina y hematocrito arteriales así como también la arteria canulada fueron anotados en la hoja de recolección. El análisis descriptivo se realizó mediante medidas de tendencia central. La evaluación de la concordancia entre los valores del hematocrito se realizó mediante coeficiente de correlación por método de Pearson para variables continuas; concordancia muy buena: valores mayores de 0.90, concordancia buena: 0.71-0.90, concordancia moderada: 0.51-0.70, concordancia mediocre: 0.31-0.50, concordancia mala o nula <0.30 . Un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo.

RESULTADOS

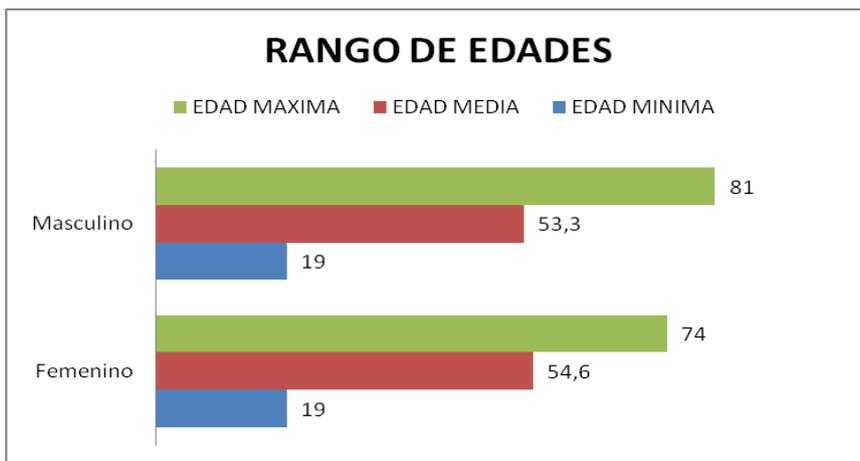
Se incluyeron a 92 pacientes de los cuales ninguno fue excluido del estudio. 43 pacientes (46.7%) del sexo femenino y 49 (53.3%) del sexo masculino. La edad promedio fue de 53.9 años \pm 14.2 DS. (Cuadro 1 y 2)

Cuadro 1



Prevalencia de Géneros: Femenino 43 (46.7%) Masculino: 49 (53.3%)

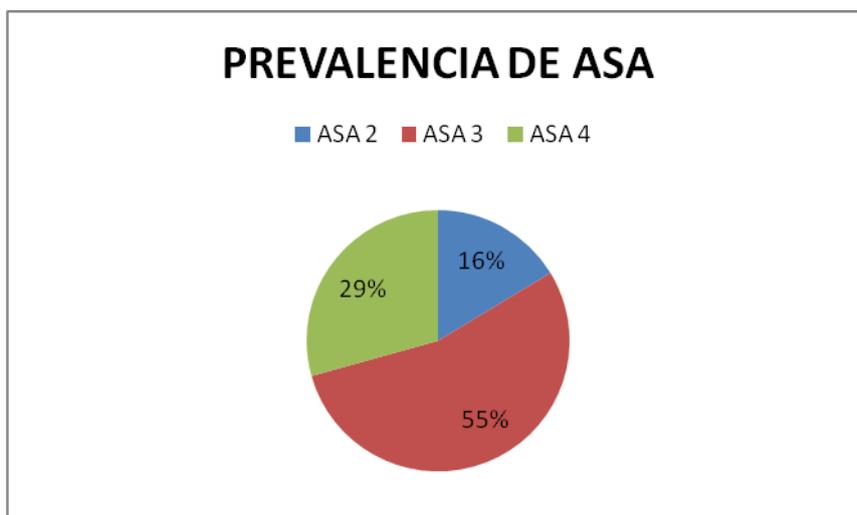
Cuadro 2



Rango de Edades según sexo; edad expresada en años, (edad máxima, media y mínima)

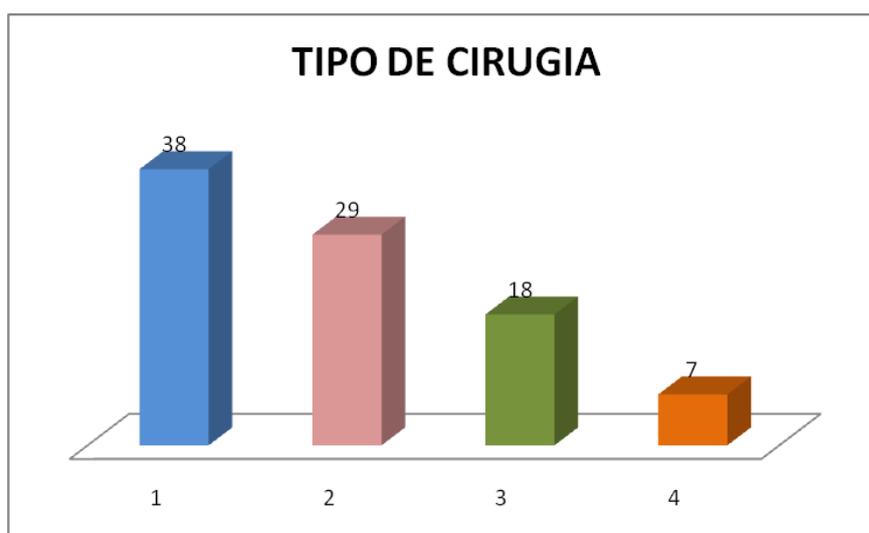
15 pacientes (16.3%) fueron ASA 2, 50 (54.3%) fueron ASA 3 y 27 (29.3%) fueron ASA 4. De los 92 procedimientos quirúrgicos 38 (41.3%) fueron cirugía cardiotorácica, 29 (31.5%) neurocirugía, 18 (19.6%) cirugía vascular y 7 (7.6%) de trasplante renal. (Cuadro 3 y 4)

Cuadro 3



ASA: Asociación americana de anestesiología por sus siglas en inglés. Los datos expresados en porcentaie

Cuadro 4



Tipo de cirugía: 1 cirugía cardiotorácica 2: neurocirugía, 3: vascular, 4: trasplante renal

Los valores de hematocrito y hemoglobina reportados en la biometría hemática fueron $39.9 \pm 7.0 \%$ y $13.5 \pm 2.5 \text{ g/dl}$ respectivamente en comparación con los valores de hematocrito y hemoglobina reportados en la gasometría arterial de $36.5 \pm 6.9 \%$ y $11.5 \pm 2.3 \text{ g/dl}$ respectivamente.

Las diferencias entre los valores de hematocrito reportados por biometría hemática y los reportados por gasometría arterial fueron de $3.3 \pm 4.9\%$ IC 95% (2.3 – 4.3) $p < 0.001$.

Las diferencias entre los valores de hemoglobina reportados por biometría hemática y los reportados por gasometría arterial fueron de $1.94 \pm 1.6 \%$ IC 95% (1.6 – 2.2) $p < 0.001$.(tabla 1 y 2)

Tabla 1

PARAMETRO	Valor reportado		Diferencia entre valores		P
	Media	Desv st.	media	Desv st.	
Hto Bh	39.9	7.0	3.3	4.9	< 0.001
Hto Gasa	36.5	6.9			

Valores de hematocrito expresados medias y desviación estándar, los valores se expresan en porcentajes. Hto BH: hematocrito reportado en biometría hemática, Hto Gasa: hematocrito reportado en gasometría arterial. $P < 0.05$ considerado estadísticamente significativo.

Tabla 2

PARAMETRO	Valor reportado		Diferencia entre valores		P
	Media	Desv st.	media	Desv st.	
Hb Bh	13.5	2.5	1.9	1.6	< 0.001
Hb Gasa	11.5	2.3			

Valores de hemoglobina expresados en medias y desviación estándar, los valores se expresan en g/dl. Hb BH: hemoglobina reportada en biometría hemática, Hb Gasa: hemoglobina reportado en gasometría arterial. $P < 0.05$ considerado estadísticamente significativo

Se realizó la verificación de la distribución de los datos con la prueba de una muestra Kolmogorov-Smirnov, con resultados de p mayores de 0.05 por lo que se concluye que la distribución de los datos tanto de hematocrito como de hemoglobina siguen una distribución normal por lo tanto se realiza la correlación de Pearson entre los valores de hematocrito obteniendo una $r = 0.752$ con $p < 0.001$. Para la correlación de Pearson entre los valores de hemoglobina se obtuvieron valores de $r = 0.767$ con $p < 0.001$, mientras que la correlación que existe entre la hemoglobina reportada en biometría hemática y el hematocrito reportado en la biometría hemática fue de $r = 0.975$ con $p < 0.001$ y la correlación que existe entre la hemoglobina reportada en la gasometría arterial y el hematocrito reportado en la gasometría arterial fue de $r = 0.969$ con $p < 0.001$. (Tabla 3, cuadro 5, cuadro 6)

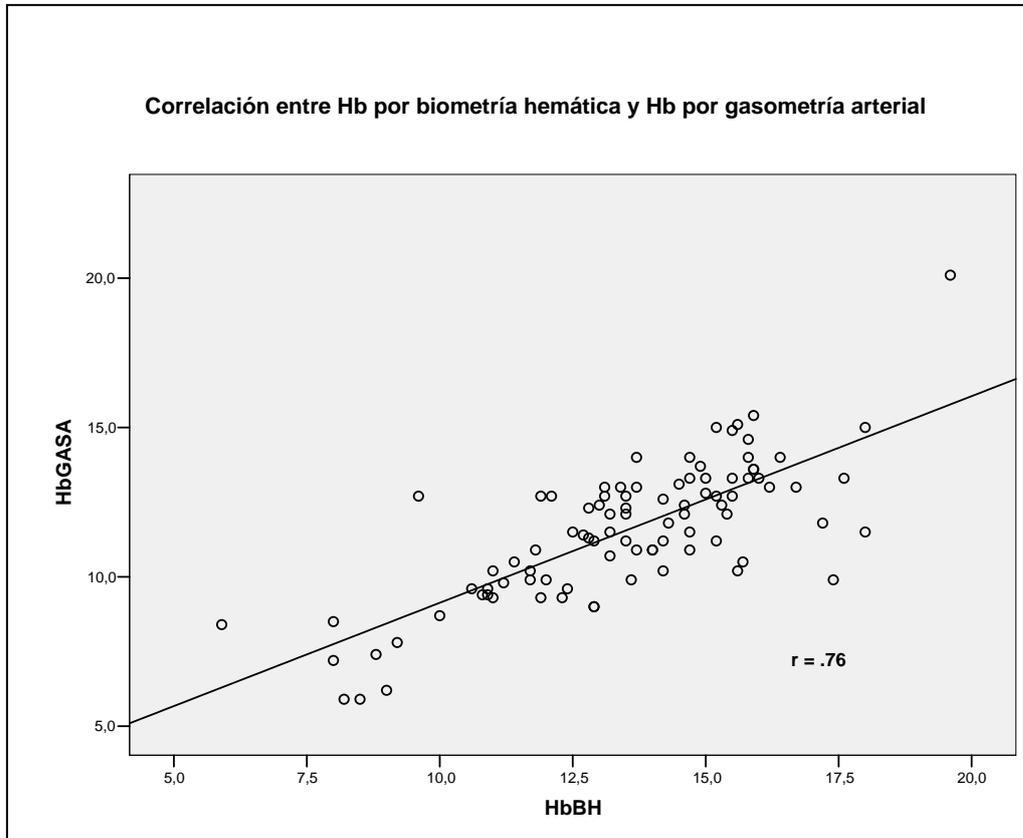
Tabla 3

		Hto BH	Hto Gasa	Hb BH	Hb Gasa
Hto BH	<i>Correlación pearson</i>	1	0.752	0.975	0.725
	<i>P</i>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Hto Gasa	<i>Correlación pearson</i>	0.752	1	0.779	0.969
	<i>P</i>	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

Matriz de correlaciones por método de Pearson: Hto BH (hematocrito reportado en biometría hemática) Hto Gasa (hematocrito reportado en gasometría arterial) Hb BH (Hemoglobina reportada en biometría hemática) Hb Gasa.

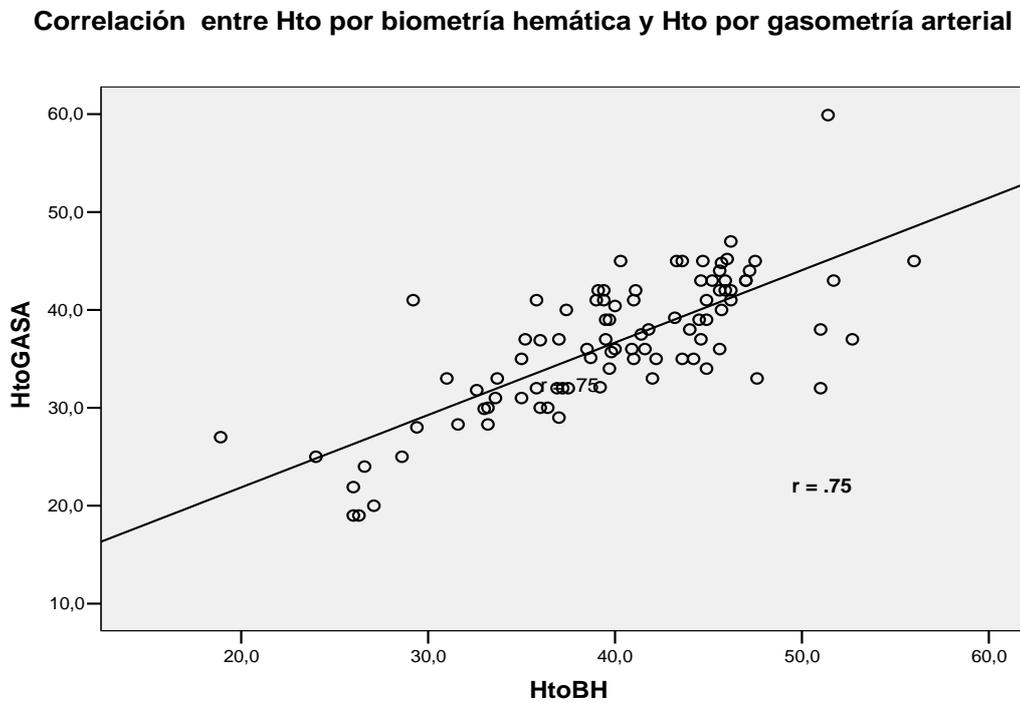
□ La correlación es significativa con $p < 0.05$.

Cuadro 5



Dispersograma de Scartplot: Cada círculo representa un paciente con sus dos mediciones: Hb BH (hemoglobina por biometría hemática), Hb GASA (hemoglobina por gasometría arterial), mientras más se acercan los círculos a la línea significa mejor correlación, coeficiente de correlación $r = .76$ lo que significa una buena correlación

Cuadro 6



Dispersograma de Scartplot: Cada círculo representa un paciente con sus dos mediciones: Hto BH (hematocrito por biometría hemática), Hto GASA (hematocrito por gasometría arterial), mientras más se acercan los círculos a la línea significa mejor correlación, coeficiente de correlación $r = .75$ lo que significa una buena correlación

DISCUSION

La proporción del volumen de eritrocitos en sangre entera, o el hematocrito siempre ha sido útil como factor en el monitoreo del estatus hematológico en pacientes sometidos a cirugía mayor (18).

A finales de la década de los 70's la técnica de determinación de hematocrito por micro centrifugación (catalogado como el estándar de oro por el comité nacional de EUA para la estandarización de laboratorio clínico) fue virtualmente remplazada en la práctica del laboratorio clínico por el método "coulter" realizada en la determinación de biometría hemática, el cual se basa en las características eléctricas de las células sanguíneas. En el método Coulter, aproximadamente 200 pL de muestra es diluida y aspirada a través de una apertura entre dos electrodos con conductividad eléctrica. El paso de cada eritrocito a través del orificio crea una disminución leve en la corriente eléctrica debido al alto grado de impedancia de los glóbulos rojos.(18)

Hove y cols, en su estudio realizado para determinar la correlación que existe entre el método tipo coulter utilizado en la biometría hemática de sangre venosa y la microcentrifugación (catalogada como el estándar de oro para determinación de hematocrito) se reporto una variabilidad de $\pm 3\%$ entre ambas mediciones. (10).

En contraste con el contador de partículas eléctrico utilizado en la biometría hemática, el método de medición utilizado en el analizador de gases sanguíneos no diluye la muestra y por lo tanto no puede controlar directamente la resistencia de la membrana celular por dilución en solución salina, en cambio estos analizadores arrojan un valor de conductividad esperado por medición de cationes plasmáticos por lo que existe una variación sistemática en la precisión de la determinación del hematocrito basado en la conductividad debido a la variación de la composición del plasma (8) (12)

Tres factores además de la cantidad de eritrocitos son cruciales para la determinación del hematocrito cuando se emplea el método de conductividad eléctrica en el analizador de gases sanguíneos: electrolitos séricos, proteínas plasmáticas y temperatura. (8)

Estudios previos han demostrado que la variación de osmolaridad por incremento en concentraciones séricas de sodio provocan una disminución en el valor del hematocrito por este método (5.5 % por cada 100 mosm/kg de incremento en la osmolaridad). En contraste la medición eléctrica de partículas por biometría hemática permanece constante con la misma magnitud de cambios en osmolaridad (disminución de 0.02% por 100 mosm/kg de incremento en la osmolaridad). (8)

McNulty y colaboradores demostraron que en el rango de valores de sodio (130-148 mmol/L) y cloro (95-110 mmol/L) por cada incremento de 10 mmol/L la lectura del hematocrito por método de conductividad de analizador de gases sanguíneos disminuyo 2.5% y 3.5% respectivamente. (12)

Los cambios artificiales en los valores del hematocrito por método de conductividad en presencia de proteínas anormalmente bajos se debe a la propiedad de no conducción de las proteínas, las cuales ocupan el 1-7% del volumen plasmático. La inexactitud debido a la concentración anormal de proteínas plasmáticas en este método de determinación del hematocrito es una consideración importante debido a que muchos pacientes presentan bajas concentraciones de proteínas plasmáticas incluyendo pacientes con neuropatías glomerulares, falla en síntesis hepática e insuficiencia cardiaca (8)

McNulty y cols. demostraron que una disminución de 1g /dl de proteínas totales resultaba en una disminución absoluta del hematocrito determinado por gasometría arterial en 1 % (12)

El presente estudio demostró un nivel de concordancia bueno entre los valores de hematocrito reportados en la biometría hemática preoperatoria y los valores de hematocrito determinado por gasometría en sangre arterial con una diferencia entre valores de $3.3 \pm 4.9\%$ resultando los valores de hematocrito

peroperatorio de sangre arterial menores a los valores del hematocrito preoperatorio de sangre venosa, lo cual puede obedecer a alteraciones en proteínas plasmáticas al momento de la toma de la muestra arterial probablemente debidas a la dieta intrahospitalaria o al ayuno al cual se encuentra sometido el paciente como así también a infusión de líquidos los cuales inducen a un efecto de hemodilución que pueden inducir a una disminución en los valores del hematocrito.

Así también se determino una concordancia muy buena entre los valores de hemoglobina y hematocrito determinada por ambos métodos siendo mayor la concordancia entre los valores de la biometría hemática.

CONCLUSIONES

Los valores de hematocrito son de primordial importancia durante el perioperatorio para valorar la necesidad de transfusión sanguínea y calcular pérdida sanguínea permisible, en especial en los pacientes sometidos a cirugía mayor dado que su condición quirúrgica es un riesgo para presentar sangrado y riesgo de transfusión sanguínea.

En el presente estudio se obtuvieron resultados en los que se observa la buena concordancia que existe entre los valores de hematocrito preoperatorio reportados en la biometría hemática en comparación con los valores de hematocrito perioperatorio determinados por gasometría arterial por lo que ambos métodos de determinación pueden ser intercambiables entre sí. Así también se demuestra la muy buena concordancia que existe entre los valores de hemoglobina y hematocrito reportados tanto en la biometría hemática y en gasometría arterial.

Tales resultados se pueden traducir en la posibilidad de tomar con seguridad los valores de hematocrito reportados por gasometría arterial en el perioperatorio en ausencia de una biometría hemática preoperatoria, como también la posibilidad de tomar los laboratorios preoperatorios reportados por biometría hemática con un lapso máximo de 10 días para calcular pérdida sanguínea permisible con la seguridad de ser concordantes con los valores perioperatorios de hematocrito.

BIBLIOGRAFIA

1. Skeeahan T, Jopling M. Monitorización del paciente sometido a cirugía cardíaca. En: Hensley A. *Anestesia Cardíaca*. 3ra ed., Madrid, España: Editorial Marbàn libros; 2004:100-136.
2. Marino P. Sutin K. *El Libro de la UCI*. 3ª ed. Barcelona, España: Editorial Lippincott Williams & Wilkins;2008
3. Morgan G. Dispositivos para la vigilancia del paciente. En: Morgan G, Mikhail M, Murria M. *Anestesiología Clínica*. 3ª ed. México, Distrito Federal: Editorial Manual Moderno; 2003:91-130.
4. Ganong W. Líquidos corporales circulantes. En: Ganong W. *Fisiología Médica*. 17ª ed. México, D.F: Editorial Manual Moderno; 2000: 573-604.
5. Jacob M, Bruegger D, Conzen P, et al. Development and validation of mathematical algorithm for quantifying preoperative blood volume by means of decrease in hematocrit resulting from acute normovolemic hemodilution. *Transfusion* 2005;45:562-571
6. Hematocrito/Hct y Hemoglobina (Hb) calculada. En: <http://www.i-stat.com/products/ctisheets/714178-04J.pdf>. Accesado Noviembre 12, 2008
7. Valeri C, Denny R, Rago G, et al. Limitations of the hematocrit level to assess the need for red blood cell transfusion in hypovolemic anemia patients. *Transfusion* 2006; 46:365-371.
8. Scott R, Hortin G, Wilhite T, et al. Analytical Artifacts in Hematocrit Measurements by Whole-Blood Chemistry Analyzers. *Clin. Chem* 1995;41(2):306-311

9. Rapaport S, Ranney H, Teatle R. La sangre y las proteínas plasmáticas: funciones y composición de la sangre. En: West J, editor. *Best y Taylor: Bases Fisiológicas de la Practica Medica*. 12ª edición. México, Distrito Federal: Editorial Médica Panamericana; 1998: 407-415.
10. Hove L, Schisano T, Brace L. *Anemia diagnosis, classification, and monitoring using Cell-Dyn Technology reviewed for the new millennium*. Laboratory Hematology 2000;6:93-108.
11. Almaguer-Gaona C. Interpretación Clínica de la Biometría Hemática. Medicina Universitaria 2003; 5(18): 35-40.
12. McNulty SE, Sharkey SJ, Asam B, Lee JH. *Evaluation of STAT-CRIT® Hematocrito Determination in comparision to Coulter and centrifuge: The effects of Isotonic Hemodilution and Albumin Administration*. Anesth Analg 1993; 76:830-834.
13. Burnat B, Bocque M, Lorin A, Martin C, Vaubordolle M. *Evaluation of the blood gas analyzer Gem PREMIER 3000*. Clin Chem Lab Med. 2004; 42(1): 96-101
14. Esquivel C, et al. *Medición de sodio, potasio, calcio y glucosa en suero-plasma y hemoglobina-hematocrito*. Med Int Mex 2005; 21:339-346.
15. Norma Oficial Mexicana NOM 170-Ssa1-1998, Para La Práctica De Anestesiología.
16. Fisiología y bioquímica en el ayuno en: http://www.unizar.es/med_naturista/EL%20AYUNO.pdf accesado Octubre 27 2010

17. Lister P, Peters M, Petros A. *Effects of blood sample volume on hematocrit in critically ill children and neonates*. Paediatr Anaesth 2008; 18: 420-425.

18. McMahon D, Carpenter R. *A Comparison of Conductivity-Based Hematocrit Determinations With Conventional Laboratory Methods in Autologous Blood Transfusions*. Anesth Analg November 1990 71:541-544.

ANEXOS

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

México, D.F.; a ____ de _____ de _____.

Por medio de la presente, se me invita a participar en el proyecto “Concordancia del hematocrito preoperatorio de sangre venosa reportado en la biometría hemática comparado con el hematocrito perioperatorio determinado por gasometría en sangre arterial de pacientes sometidos a cirugía mayor”, registrado ante el Comité Local de Investigación con el número R-2010-3501-99. El objetivo de este estudio es determinar la concordancia que existe entre dos diferentes métodos de medición del hematocrito (cantidad de glóbulos rojos contenidos en la sangre) en muestras de sangre tomada de la vena en el área de hospitalización y muestras de sangre tomada de la arteria al ingresar al quirófano en pacientes sometidos a cirugía mayor en el Hospital de Especialidades Antonio Fraga Mouret del Centro Médico Nacional La Raza. Se me ha explicado que mi participación consistirá, autorizar a los investigadores consultar los resultados de laboratorio realizados a mi sangre previamente a mi cirugía y los resultados de un estudio de mi sangre arterial realizados al momento de mi ingreso al quirófano los cuales indistintamente de mi participación en el estudio deberán realizármese para mi manejo integral anestésico. Declaro que me han informado los posibles efectos adversos o secundarios a las maniobras que en mí serán realizadas como son: espasmo de la arteria, trombosis, hematoma, compromiso de la circulación de alguna extremidad, lesión de nervios y que pueden afectar en mi recuperación. El beneficio de la realización de este estudio es determinar si las dos mediciones realizadas a mi sangre producen resultados lo suficientemente similares que los haga intercambiables para que en un futuro los resultados puedan ser utilizados para disminuir el tiempo de toma de decisiones en pacientes sometidos a cirugía urgente. Entiendo que conservo el derecho a retirarme del estudio o negarme a participar en él si así lo deseo, sin que ello afecte la atención médica que recibo del instituto. El investigador principal, me ha dado la seguridad de que no se me identificara en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio, y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

Nombre y firma del paciente

Dr. Juan José Dosta Herrera

Investigador Principal

Testigo, nombre y firma

Testigo, nombre y firma



HOJA DE RECOLECCION DE DATOS

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE ALTA ESPECIALIDAD

UMAE ESPECIALIDADES "DR. ANTONIO FRAGA MOURET"

CENTRO MÉDICO NACIONAL "LA RAZA"

Concordancia del hematocrito preoperatorio de sangre venosa reportado en la biometría hemática comparado con el hematocrito perioperatorio determinado por gasometría en sangre arterial de pacientes sometidos a cirugía mayor

Fecha _____

Nombre _____

Edad _____ Sexo _____ ASA _____

Cirugía Programada _____

BIOMETRIA HEMÁTICA	
FECHA DE REPORTE	
DIAS TRASCURRIDOS A EVENTO QUIRURGICO	
HEMOGLOBINA (mg/dl)	
HEMATOCRITO (%)	

GASOMETRIA ARTERIAL	
ARTERIA CANULADA	
HEMOGLOBINA (mg/dl)	
HEMATOCRITO (%)	