

# Concordancia en la medición de electrolitos, glucosa, hemoglobina y hematócrito entre un laboratorio estándar y un analizador portátil

Dr. Carlos Gerardo Esquivel Molina. M. C.,\* QFB Juan Pedro Ayala Limón,<sup>†</sup> Dr. José Ángel Rivera Tizcareño,<sup>‡</sup> Dr. Víctor Manuel Velasco Rodríguez. M.C.,<sup>§</sup> Dr. Óscar Hernández García,<sup>||</sup> Dr. Cristóbal Ernesto Castillo Ruiz<sup>¶</sup>

## RESUMEN

**Introducción:** El manejo de los pacientes graves incluye frecuentemente la determinación de electrolitos, glucosa y hematócrito.

**Objetivo:** Determinar la concordancia de las mediciones entre el laboratorio convencional y un analizador portátil.

**Diseño:** Estudio transversal.

**Lugar:** UTI de un hospital de tercer nivel de atención de Torreón, Coahuila, México.

**Pacientes:** Cincuenta pacientes que ingresaron a la UTI (n = 41) y a un servicio de admisión continua (9).

**Métodos:** Se tomaron en forma consecutiva muestras de sangre para la medición simultánea de sodio, potasio, calcio, glucosa, hemoglobina y hematócrito por el laboratorio central y un analizador portátil (IL GEM Premiere 3000).

**Resultados:** Las muestras de plasma tuvieron una buena concordancia, las del suero/plasma modera a buena concordancia y las muestras de plasma tuvieron ICC = 0.8635, IC 95% (0.7689-0.9207), F = 14.33 (p < 0.001).

**Conclusión:** El potasio sérico tuvo una mejor concordancia entre el laboratorio estándar y un analizador portátil.

**Palabras clave:** Analizador portátil, laboratorio estándar, electrolitos, glucosa, hematócrito, concordancia, pacientes graves.

## SUMMARY

**Introduction:** The management of critically ill patients includes frequent determination of electrolyte, glucose and hematocrit values.

**Objective:** To determine the measurement agreement between standard laboratory and a portable analyzer.

**Design:** Transversal study.

**Setting:** ICU of a tertiary care hospital of Torreón, Coahuila, Mexico.

**Patients:** Fifty patients admitted to the ICU (n = 41) and an emergency room (9).

**Methods:** Consecutive, clinically ordered test for blood sodium, potassium, calcium, glucose, hemoglobin and hematocrit were analyzed by both central laboratory and a portable analyzer (IL GEM Premiere 3000).

**Results:** The plasma samples had a good agreement, the serum/plasma samples a moderate to good agreement and plasma samples had CCI = 0.8635, CI 95% (0.7689-0.9207), F = 14.33 (p < 0.001).

**Conclusion:** Serum potassium had a better agreement between standard laboratory and portable analyzer.

**Key words:** Portable analyzer, standard laboratory, electrolytes, glucose, hematocrit, agreement, critically ill patients.

\* Médico Internista adscrito al Servicio de Medicina Interna.

<sup>†</sup> QFB adscrito al Servicio de Laboratorio de Urgencias y Unidad de Cuidados Intensivos.

<sup>‡</sup> Médico residente del cuarto año en Medicina Interna.

<sup>§</sup> Médico Internista Coordinador de Investigación de la Delegación Coahuila.

<sup>||</sup> Médico Intensivista adscrito al Servicio de Medicina Crítica y Terapia Intensiva.

<sup>¶</sup> Médico Internista adscrito al Servicio de Medicina Interna.

A pesar de los esfuerzos hechos durante las décadas pasadas, la situación actual de los laboratorios clínicos de Latinoamérica se caracteriza por un nivel insuficiente de confiabilidad en los resultados de laboratorio, existiendo dos fuentes de problemas, 1º la resistencia para incorporar los últimos avances y 2º la falta de criterios unificados de políticas de calidad y en consecuencia la falta de estandarización.<sup>12</sup> Por otra parte y a pesar de esto, la tendencia en la actualidad en las unidades de cuidados intensivos y en las salas de urgencias, aparte de la monitorización clínica básica realizada por los médicos, es la evolución de los pacientes en forma monitorizada con aparatos electrónico-mecánicos y biomédicos, y seguimiento bioquímico a través de laboratorio al lado de la cama del enfermo. Para evaluar la homeostasis de los pacientes en sus diferentes apartados como son; el aspecto: 1. hemodinámico; (catéter de Swan-Ganz, PVC, presión arterial directa con catéter arterial, electrocardiograma), 2. metabólico; (gasometría arterial, capnógrafo, glucometría), 3. respiratorio; (oximetría de pulso y gasometría arterial), 4. renal; (diuresis horaria, nitrógeno ureico, urea, creatinina y depuración de creatinina, electrolitos séricos, urinarios), 5. neurológico (evaluación clínica con la escala de coma de Glasgow, presión intracraneal, líquido cefalorraquídeo), llegando por lo menos a 25 parámetros fisiológicos en monitorización continua, todo esto con el propósito de obtener y tener a la mano los resultados de las mediciones de las diferentes variables y apoyar la toma de decisiones, minuto a minuto, hora por hora, para evaluar el diagnóstico rápido e iniciar una terapéutica, y determinar el probable pronóstico de los pacientes en estado crítico.<sup>1-3</sup> Así pues, todos estos instrumentos de medición electrónico-mecánicos y bioquímicos (producto de la tecnología de punta) de las diferentes variables presentes en la funcionalidad del organismo humano en estado de crisis, ya sea invasivo o no invasivo, se muestran con escalas cuantitativas numéricas continuas, las cuales representan la más alta objetividad (variables duras) en relación a la medición de las variables alteradas en los sujetos en estado grave. Dichos monitores bioquímicos, principalmente autoanalizadores de las mediciones de analitos séricos, plasmáticos y hemáticos, han evolucionado de sistemas abiertos (los reactivos para los procesos químicos son de diferentes marcas con alguna variación en su contenido) calibrados algunos de ellos en forma manual, a sistemas cerrados, con monitores electrónicos con reactivos únicos y específicos

de la marca del mismo instrumento y con un sistema de autocalibración. El sistema de funcionamiento en la mayoría de la medición de la química sanguínea es por conductancia eléctrica, reflectometría por colorimetría y flujometría por impedancia y esto al parecer aunado a la creación de monitores cada vez más pequeños para uso al lado de la cama del enfermo y probados con estándares de oro de laboratorio convencional con aparatos de marcas comunes y utilizados por muchos años. Nos dan correlaciones a través de regresión con  $r_p \sim a 0.987$ , según algunos reportes; principalmente de estudios practicados o auspiciados por sus propios fabricantes, pero la limitante en estos reportes de correlación de Pearson ( $r_p$ ) para variables numéricas continuas es; que no es, el mejor estadístico para evaluar este tipo de variables como lo es el coeficiente de correlación intraclase (CCI) y métodos complementarios gráficos como el de Bland y Altman;<sup>4,5</sup> los cuales evalúan el error aleatorio y sistemático y no así la correlación de ( $r_p$ ), que sólo manifiesta tendencia entre una variable X y Y. En este estudio se determinó el grado de concordancia de los analitos Na, K, Ca y hemoglobina y hematócrito entre laboratorio convencional estandarizado y un autoanalizador portátil diseñado para análisis de gasometría arterial.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Diseño:** Transversal, comparativo y prospectivo.

**Muestreo y tamaño de muestra:** Previa aprobación de protocolo por el Comité de Ética local, se realizó el cálculo del tamaño de muestra con la unidad de asociación (pacientes) de 25 muestras de tomas de laboratorio convencional para BH completa y tiempos de coagulación y tomas de gasometría arterial (3 cm de sangre art. total) con tres décimas de cm de heparina sódica de 1,000 unidades internacionales y aplicando la fórmula propuesta por Velasco et al,  $n = 3 + K/(C1-C2)^2 = 47$  por grupo. Se tomaron 1º muestra venosa para laboratorio convencional para realización de electrolitos séricos (ES), química sanguínea (QS), biometría hemática completa (BHc), y gasometría arterial (GA); 2º muestra arterial heparinizada para GA y electrolitos y QS y BHc. El muestreo de los sujetos para toma de muestras (unidad de asociación) fue consecutivo no probabilístico. Hubo ceguedad de los sujetos muestreados y el personal que tomó y procesó las muestras con respecto al objetivo del estudio. Los criterios de inclusión fueron establecidos de acuer-

do a la edad de los sujetos muestreados de entre 16 y 110 años, no distinción de género y que ameritaran por su diagnóstico y tratamiento de base la toma de laboratorio completo e inclusive la gasometría arterial al momento de su ingreso a admisión continua y a la unidad de cuidados intensivos. Se descartaron las muestras de los pacientes que no se encontraban completos por diferentes causas, falta de reactivo y maniobras técnicas incompletas que pudieran influir en los resultados. El material utilizado consistió:

*Para las muestras venosas tres tubos de ensayo:*

1º. Un tubo de capacidad de 7 mL Monoject para QS y ES; 2º, un tubo de capacidad de 5 mL K3 EDTA Vacutainer para procesar BH completa; 3º un tubo de 3 mL de capacidad marca Vacutainer, Buef-red Cit. Na (9:1) para TP y TTP.

Para la muestra arterial una jeringa estéril de 3 cc, con tres décimas de heparina de mL (1:1), para procesar la gasometría arterial y electrolitos. Los aparatos utilizados, previa calibración y estandarización de éstos fueron: a) Autoanalizador (The 550 Express Programs) para determinar glucosa por el método de glucosa-oxidasa-peroxidasa y Ca, por el método de colorimetría y refractancia, en suero y plasma. b) Autoanalizador (CIBA CORNING 614 Na/K, Analizar) para analizar en suero y plasma, por el método de conductancia eléctrica a saber: sodio (Na), potasio (K). c) Autoanalizador para determinación de biometría hemática completa, por método de flujometría por impedancia eléctrica y espectrofotometría (BHc, Hto), marca (CELL-DYN 3500 R), tubo de ensayo en EDTA y con muestra heparinizada. d) Autoanalizador para gasometría arterial portátil, (IL GEM Premier 3000) para determinación de gasometría arterial y análisis de analitos (Na, K, Ca) y Hb, Hto (calculado con medición de hematócrito,  $Hb = HTO \times 0.31$ ), y glucosa plasmática, por conductancia eléctrica transmembrana y refractometría.

*Tratamiento estadístico:* Estadística descriptiva para medidas de tendencia central y dispersión. Coeficiente de concordancia con el coeficiente de correlación intraclase (CCI) para variables continuas con intervalos de confianza al 95% con la fórmula propuesta por Bartko para CCI de dos observadores y/o más  $CCI = msS - msR / (msS + msR(K-1) + K(msO - msR)/n)$  y de Fleiss para 2 observadores,  $CCI = msS - msR / msS + msR + 2(msO)$ , con prueba F para análisis de varianza ANOVA.<sup>7,8</sup> Definición de CCI de acuerdo a la fuerza de la concordancia (con valores

> 0.90) una concordancia *muy buena*: de 0.71-0.90 una *concordancia buena*; de 0.51-0.70, una *concordancia moderada*; de 0.31 a 0.50 una *concordancia mediocre* y < de 0.30 se lee como una concordancia mala o nula.<sup>9,10</sup>

## RESULTADOS

Se estudiaron 50 sujetos provenientes de la Unidad de Cuidados Intensivos (41 = 82%) y admisión continua (9 = 28%), de un hospital de tercer nivel de atención médica. De ellos, 84% eran mayores de 35 años, 40% pertenecía al sexo femenino según se muestra en el *cuadro I*, junto con otras características sociodemográficas. La patología de base según esta serie de sujetos es en primer lugar el infarto agudo al miocardio (IAM), seguido por el traumatismo craneoencefálico (TCE), y los postoperados de revascularización coronaria. La comorbilidad correspondió en el más alto porcentaje a la hipertensión arterial sistémica (HAS), y a la diabetes mellitus (DM) y la combinación de ambas, según se muestra en los *cuadros II y III*. El *cuadro IV* muestra un análisis descriptivo de las variables en experimentación en donde el K, Ca, Hb y Hto presentan una distribución normal estandarizada y estas mismas variables con un error estándar menor de 1 y un

**Cuadro I. Características sociodemográficas de los 50 sujetos muestreados.**

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Edad < de 35	8	16
> de 35	42	84
Género		
Masculino	30	60
Femenino	20	40
Casa habitación		
Urbana	36	72
Rural	14	28
Ingresos		
< 4,000	20	40
> 4,000	30	60
Pareja		
Sí	31	62
No	19	38
Tabaquismo		
Sí	28	56
No	22	44
Alcoholismo		
Sí	24	48
No	26	52

**Cuadro II. Comorbilidad.**

Categoría	Frecuencia	%
DM II	11	22.0
DM II + HAS	9	18.0
HAS	15	30.0
Sepsis y FOM	2	4.0
Hemorragia cerebral	5	10.0
DM I	1	2.0
Edema cerebral	4	8.0
FOM	3	6.0
Total	50	100.0

DM II = Diabetes mellitus tipo II, DM I = Diabetes mellitus tipo I, HAS = Hipertensión arterial sistémica, FOM = Falla orgánica múltiple.

**Cuadro III. Morbilidad-patología de base.**

Categoría	Frecuencia	%
IAM	16	32.0
Sepsis	9	18.0
Hemorragia cerebral	3	6.0
TCE	9	18.0
PO revascularización	4	8.0
Preeclampsia-eclampsia	2	4.0
EVC isquémico	1	2.0
Politraumatizado	1	2.0
Absceso perirrenal	1	2.0
Mucormicosis	1	2.0
Pancreatitis	1	2.0
Encefalopatía	1	2.0
Anoxo-isquémica		
HAS	1	2.0
Total	50	100.0

EVC = Enfermedad vascular cerebral. TCE = Traumatismo craneoencefálico. PO = Postoperado. IAM = Infarto agudo al miocardio. HAS = Hipertensión arterial sistémica.

coeficiente de variación < de 5 décimas. Por otro lado en el *cuadro V* se presentan los coeficientes de correlación intraclase de las diferentes combinaciones de las muestras tomadas y analizadas; en estas Na II vs Na III con CCI = 0.9431 IC 95% (.8852-.9700) F = 40.004 y valor de  $p \leq .0001$ . K II vs K III con CCI = 0.8635 (.7689-.9207) F = 14.33  $p \leq .0001$ . GI II vs GI III CCI = 0.9465 IC 95% (.9072-.9694), F = 37.72 y  $p \leq .0001$ .

El hematócrito y la hemoglobina en su correlación entre II vs III no muestran concordancia. Por otra parte la CCI entre las tres muestras sérica, plasmática y plasmática por gasometría en relación

**Cuadro IV. Coeficiente de correlación intraclase (CCI) de los diferentes parámetros estudiados.**

Analitos	CCI	IC 95%	F	p
Na I vs Na II	.7149	(.0397-.9050)	15.8	.00000
Na I vs Na III	.7505	(.1168-.9075)	13.91	.00000
Na II vs Na III	.9431	(.8852-.9700)	40.004	.00000
Na I vs Na II vs Na III	.7914	(.4104-.9108)	27.45	.00000
K I vs K II	.4368	(-.2959-.8633)	5.59	.00000
K I vs K III	.4407	(-.1000-.7617)	6.72	.00000
K II vs K III	.8635	(.7689-.9207)	14.33	.00000
K I vs K II vs K III	.5285	(.0988-.7669)	10.781	.00000
Gl I vs Gl II	.8559	(.2341-.9524)	27.97	.00000
Gl I vs Gl III	.7859	(.1237-.9250)	17.61	.00000
Gl II vs Gl III	.9465	(.9072-.9694)	37.72	.00000
Gl I vs Gl II vs Gl III	.8541	(.5765-.9368)	36.86	.00000
Ca I vs Ca II	.3465	(-.1022-.6723)	4.34	.00000
Ca I vs Ca III	.0111	(-.0181-.0599)	1.28	.19203*
Ca II vs Ca III	.0638	(-.0378-.2459)	2.45	.00107
Ca I vs Ca II vs Ca III	.0714	(-.0161-.2175)	3.174	.00000
Hb I vs Hb II	.8390	(.0245-.9563)	42.98	.00000
Hb I vs Hb III	.6284	(-.0775-.8685)	11.80	2.e-14*
Hb II vs Hb III	.7852	(.5514-.8900)	10.58	1.e-13*
Hb I vs Hb II vs Hb III	.7398	(.3149-.8870)	22.05	.00000
Hto I vs Hto II	.7747	(.1290-.9342)	26.96	.00000
Hto I vs Hto III	.7464	(.3095-.8892)	10.73	1.e-13*
Hto II vs Hto III	.8106	(.6896-.8877)	9.72	5.e-13*
Hto I vs Hto II vs Hto III	.7752	(.5119-.8884)	18.76	.00000

Na = Sodio, K = Potasio, Gl = Glucemia, Ca = Calcio, Hb = Hemoglobina, Hto = Hematócrito, I = Suero, II = Plasmático, III = Plasmático por gasometría.\* No significativo p = Valor de p, F = Prueba F para análisis de varianza ANOVA.

con la glucosa y el Hto son los que presentan los CCI = 0.8541 IC 95% (.5765-.9368) F = 36.86  $p = .00000$  y CCI = 0.8106 IC 95% (.6896-.8877) F = 9.72  $P = 5.e-13$ .

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Toda observación plausible realizada por los sentidos de los científicos conocida como percepción, en el ámbito psicológico, y traspolados al terreno de la estadística casi siempre va acompañada de una gran diferencia en su expresión matemática de dicha observación. Así pues, es bien sabido que la variabilidad de una medición está dada por el sujeto que realiza la medición, el sujeto u objeto que es medido y el instrumento con el que es medido. Así, entendida la concordancia como grado de acuerdo entre sujetos e intrasujetos, también lo es para me-

**Cuadro V. Análisis descriptivo de los parámetros bioquímicos y Hb y Hto.**

Categoría	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Error estándar	Distribución normal estándar
Na I	142.54	10.13	6.99	1.43	0
Na II	149.28	9.53	6.44	1.34	0
Na III	147.98	9.3	6.2	1.31	0
K I	4.18	0.85	20.49	0.12	1
K II	3.2	0.7	22.2	0.1	1
K III	3.22	0.79	22.59	0.11	1
Gl I	217	118.59	50.25	16.77	0
Gl II	171.36	100.83	55.4	14.26	0
Gl III	157.51	66.34	38.31	9.38	0
Ca I	8.98	1.75	21.7	0.24	1
Ca II	6.88	1.52	22.44	0.21	1
Ca III	2.78	0.82	23.6	0.11	1
Hb I	10.86	2.19	23.92	0.31	1
Hb II	9.76	1.97	23.56	0.27	1
Hb III	9.07	2.11	25.09	0.29	1
Hto I	32.47	6.6	23.18	0.93	1
Hto II	28.48	6.01	23.57	0.85	1
Hto III	29.26	6.82	25.27	0.96	1

Na = Sodio, K = Potasio, Gl = Glucemia, Ca = Calcio, Hb = Hemoglobina, Hto = Hematócrito, I = Suero, II = Plasmático, III = Plasmático por gasometría, 1 = Distribución normal estandarizada, 0 = No distribución normal estandarizada.

dir entre-intra aparatos, como en este caso, autoanalizadores de diferentes marcas para determinar la validez (medir lo que realmente se quiere medir) y así determinar la confiabilidad (repetibilidad) de la medición de parámetros bioquímicos en el ser humano.<sup>11</sup> La importancia del sodio Na<sup>+</sup>, que es el ion más importante extracelularmente y significativo en el control y homeostasis de los líquidos corporales.<sup>13</sup> Así pues, en el presente trabajo el CCI entre la muestra sérica Na I y las plasmáticas Na II y Na III (0.71149) y (0.7505) respectivamente, con intervalos de confianza muy amplios a diferencia de la correlación entre la plasmática (Na II) y la plasmática por gasometría (Na III), que fue de CCI = 0.9431 IC 95% (0.8852-0.9700) con una p significativa, sin embargo no tiene una distribución normal y pudiera haber influido en el resultado de la heparinización de las muestras plasmáticas, ya que se usó heparina sódica para su proceso. El método de medición utilizada a través de los aparatos de CIBA 614 e IL GEM Premier 3000 es la de conductancia eléctrica, que está basada en la premisa de que el plasma es mejor conductor eléctrico que el suero, según el

efecto Donan. Por otra parte, el suero es producto del inicio de la coagulación y la retracción del coágulo entre 20 y 60 minutos, el rompimiento de éste, que finalmente es el mismo plasma sin fibrinógeno y factores de coagulación en forma habitual posterior a la centrifugación, a diferencia de los preparados para procesos de lectura con autoanalizadores que la muestra debe tener heparina sódica para ser procesada por centrifugación.<sup>13-16</sup> La glucemia medida por el autoanalizador integrado al gasómetro, sólo maneja un rango entre 20 y 500 mg/dL, lo cual es más limitado a pesar que presenta un acuerdo casi perfecto en Gl II- Gl III CCI = 0.9465 IC 95% (0.9072-0.9694), que un reflectómetro convencional que nos da una correlación  $r_p = \sim 0.90-0.97$  y con rangos que van de 20 a 900 mg.<sup>21</sup> Por otra parte el potasio es el catión K<sup>+</sup> intracelular más importante, y su variación puede poner en peligro la vida debido a que interviene en la conducción nerviosa y funciones musculares, a través del potencial de membrana, y a nivel cardiovascular, puede causar arritmias letales y muerte, cuando se encuentran niveles plasmáticos de 3 o menos meq/L, variando la mortalidad de 20 a 34%.<sup>17</sup> En el presente estudio en los resultados se presenta una variación entre K I Sérico (4.18 meq/L) y plasmático; K II (3.2 meq/L) y K III (3.22 meq/L) en el cual existe una diferencia de casi un (1) meq/L, lo que probablemente esté dado por error sistemático y aleatorio, sobre todo en la técnica de la obtención de la muestra sérica venosa (la ruptura celular tisular, eritrocitaria, proceso de centrifugación, además de rompimiento del coágulo y la liberación intracelular de K<sup>+</sup> de las células (plaquetas o glóbulos rojos) que intervienen en la formación del coágulo y su retracción).<sup>12,15,16,23</sup> Lo importante sobre el K<sup>+</sup> plasmático, como variable bioquímica analizada, es que cumple con todos los requisitos estadísticos en relación al tamaño de muestra, CV, error estándar, distribución normal y estándar, significancia estadística, etc. En comparación con los otros elementos como el Ca, Hto y hemoglobina calculada no tienen significancia estadística y por ende no tienen valor los resultados en el ámbito clínico. A modo de conclusión se puede aseverar, que estadísticamente el K<sup>+</sup> plasmático parece ser el potasio real, a pesar que los aparatos utilizados para la medición de este ion, es defectuosa en presencia de hiperglucemia, hiperlipidemia y el uso de medicamentos como el ácido ascórbico, además de inotrópicos que en este caso a los sujetos estudiados se les estaba administrando en un 90% anticoagulantes, drogas como INH, tiocianato

e hidroxurea y acetaminofeno, además cuando hay una diferencia entre el K sérico y plasmático de 0.4 meq se considera un resultado ficticio alto (Mota-Velásquez 2004).<sup>18-20,22,23</sup> Por otra parte el gasómetro IL GM Premium 3000 tiene sus limitaciones, respecto al análisis de elementos como complemento de su función de medición de muestras para gasometría arterial, las cuales son poco confiables, como las demostradas en este trabajo y tomar en consideración que el objetivo de cualquier trabajo analítico de una variable bioquímica es proporcionar resultados del análisis con un alto nivel de exactitud reproducible y con un alto nivel de precisión, de tal manera que se puedan sacar conclusiones y tomar decisiones con base en una información que tenga niveles aceptables de error y ambigüedad.<sup>12</sup>

#### AGRADECIMIENTOS Y RECONOCIMIENTOS

Profundo agradecimiento a la QFB Sara Alonzo Rojo y QFB Juana Cervantes Saucedo y al personal del Centro de Información Regional y Hemeroteca por su entusiasmo y ayuda para la realización de este trabajo, del HE N° 71 IMSS de Torreón, Coahuila, Méx.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Smyrnos NA, Curley FJ, Irwin RS. Monitorización en la Unidad de Cuidados Intensivos. Capítulo 22. En: Richard S Irwin, MD, James M Rippe, MD. *Cuidados intensivos*. Ed. Marban 2002:106-110.
- Murphy MF. Monitoring the emergency patient. Chapter 8. In: *Medicine of emergency*. 119-123.
- Parsa MH, Shoemaker WC. Monitoreo. En: *Tratado de Medicina Crítica y Terapia Intensiva*. William C, Shoemaker, Ayrf Green, Vick Holbrook. Tercera Edición. Editorial Médica Panamericana. 1996:234-331.
- Fernández P, Pertegas DSS. La fiabilidad de las mediciones clínicas: el análisis de concordancia para las variables numéricas. [http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc\\_numerica/conc\\_numerica.htm](http://www.fisterra.com/mbe/investiga/conc_numerica/conc_numerica.htm) con acceso 31 octubre del 2004.
- Cerón DUW. Errores en las mediciones en la Unidad de Terapia Intensiva. Capítulo 8. En: *Síndromes cardiopulmonares en el paciente grave*. Esponda-Sierra-Cerón. McGraw-Hill. Interamericana 2001:133-155.
- Velasco RVM, Martínez OVA, Roiz HJ, Huazano GF, Nieves RA. Muestreo y tamaño de muestra. Una guía práctica para personal de salud que realiza investigación. *e-libro.net* 2003.
- Bartko JJ. The intraclass correlation coefficient as a measure of reliability. *Psychol Rep* 1966;19:3-11.
- Fleiss JL. Measurement agreement between two judges on the presence or absence of a trait. *Biometrics* 1975;31:655-659.
- Burdock EI, Fleiss JL, Hardesty AS. A new view of interobserver agreement. *Pers Psychol* 1963;16:373-384.
- Prieto L, Lamarca R, Casado A. La evaluación de la fiabilidad en las observaciones clínicas: el coeficiente de correlación intraclase. *Med Clin (Barc)* 1998;110(4):142-145.
- Cañedo DL. Diseño estadístico de la muestra. En: *Investigación Clínica*. Capítulo 9. Ed. Interamericana-McGraw-Hill 1987:143-158.
- Boquet JE, Castillo SML, Cáceres MAL y cols. Mejoría continua de la calidad. *Guía para los laboratorios de América Latina*. Editorial Panamericana 1996.
- Guyton AC. Hemostasia y coagulación sanguínea. En: *Tratado de Fisiología médica*. Octava edición. McGraw-Hill Interamericana. 1992:405-415.
- Guyton AC, Hall JE. Los compartimientos líquidos del cuerpo; líquido extracelular e intracelular; líquido intersticial y edema. Cap 25:00 En: *Tratado de Fisiología Médica*. Décima edición. McGraw-Hill Interamericana. 2001:319-337.
- Procedures for the collection of arterial Blood Specimens; Approved Standard- Third Edition*. NCCLS document H11-A3, NCCLS 940 West Valley Road, Suite 1400, Wayne, PA 19087-1989, 1999.
- Severinghouse JW. Simple accurate Equations for human Blood = 2 Dissociation Computations. *J Appl Physiol* 46:599-602.
- Paltiel O, Salakhov E, Ronen I, Berg D, Israeli A. Management of severe hypokalemia in hospitalized patients. *Arch Intern Med* 2001;161:1089-1095.
- Henry JB. *Clinical Diagnosis & Management by Laboratory methods*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 18th Edition, 1991.
- Tietz NW. *Fundamentals of Clinical Chemistry*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 4th Edition, 1996.
- Interference Testing in Clinical Chemistry-Proposed Guideline*. NCCLS Document EP7-P, Vol 6, N° 13.
- American Diabetes Association. Bedside blood glucose monitoring in hospitals. *Diabetes Care* 2003;26(S1):S119.
- Lida ES, Clive DM. Alteraciones del sodio y potasio plasmático. Capítulo 60. En: *Manual de Cuidados Intensivos*. Richard S. Irwin, MD, James M. Rippe, MD. Tercera Edición. Editorial Marban Libros, S.L. 2002:361-365.
- Mota HF, Velásquez JL. Potasio. Capítulo 4. En: *Trastornos clínicos de agua y electrolitos*. Felipe Mota Hernández, Luis Velásquez Jones. Primera Edición. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2004:89-115.

#### Correspondencia:

Dr. Carlos Gerardo Esquivel Molina. M.C.  
Domicilio particular:  
Av. Aconcagua 160 Nte. Colonia César G. Meraz Cd. Lerdo Dgo.  
35169 Tel.: (01) (871) 725-03-12  
E-mail: cgesqui@hotmail.com  
Domicilio del Hospital:  
Bulevar Revolución y Calle 26 S/N.  
Colonia Torreón Jardín. 27200 Torreón,  
Coahuila Méx.  
Tel.: (01) (871) 729-08-00 Extensión: 2121.