

Medicent Electrón 2025;29:e4378

ISSN 1029-3043

Artículo Original

La determinación enzimática cinética colorimétrica del sodio en el diagnóstico de disnatremias

Colorimetric kinetic enzymatic determination of sodium in the diagnosis of dysnatremia

Redy Ortega Rojas¹<https://orcid.org/0009-0003-6689-8511>

Armando Caballero López¹<https://orcid.org/0000-0002-3393-7655>

Yusimí González Álvarez^{1*}<https://orcid.org/0000-0001-9418-6851>

Ernesto Julio García Pérez¹ <https://orcid.org/0009-0006-8673-3265>

Armando David Caballero Font¹<https://orcid.org/0000-0002-3393-7655>

Hisyovi Cárdenas Suri¹<https://orcid.org/0000-0002-0933-8716>

Marcos Chaviano Carballea¹<https://orcid.org/0000-0002-4743-803X>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba.

Autor para la correspondencia: Correo electrónico: yusimiga@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: La medicina moderna se basa en la precisión y la eficacia de las pruebas diagnósticas. La determinación de los niveles de sodio es fundamental en los pacientes atendidos en unidades de cuidados intensivos.

Objetivo: Establecer la eficacia y discriminación de la determinación enzimática cinética colorimétrica del sodio para el diagnóstico de las disnatremias.

Método: Se realizó una investigación descriptiva transversal sobre medios diagnósticos en el Hospital Universitario Clínico-Quirúrgico «Arnaldo Milián Castro»; en 136 pacientes atendidos entre febrero del 2022 y marzo del 2024. Se utilizaron la estadística descriptiva e inferencial, el análisis bivariado y multivariado y modelos de inteligencia artificial.

Resultados: La edad promedio fue de 53 ± 20 años en ambos sexos. El 73,5 % tenía alguna comorbilidad, el 77,2 % presentó una fisiología aguda y evaluación de la salud crónica II menor de 15 puntos. El 75,7 % egresó vivo. El 54,4 % necesitó ventilación mecánica asistida. La media de gasometría fue menor que la determinación enzimática cinética colorimétrica. La capacidad de discriminación de este método para la hipernatremia e hiponatremia fueron excelentes. En la hipernatremia la sensibilidad fue del 100 %, la especificidad del 82,1 % y la concordancia del 0,779. En la hiponatremia la sensibilidad fue del 80,6 %, la especificidad del 99,0 % y la concordancia del 0,840. El bosque aleatorio demostró ser muy efectivo y la regresión lineal fue precisa.

Conclusiones: El método de determinación enzimática cinética colorimétrica mostró similitudes en la discriminación, concordancia y eficacia diagnóstica de la hiponatremia e hipernatremia, con respecto a la gasometría.

DeCS: hiponatremia; análisis de los gases de la sangre.

ABSTRACT

Introduction: Modern medicine relies on the precision and effectiveness of diagnostic tests. Determining sodium levels is essential for patients treated in intensive care units.

Objective: To establish the efficacy and discrimination of colorimetric kinetic enzymatic determination of sodium for the diagnosis of dysnatremias.



Method: A cross-sectional descriptive study of diagnostic tools was conducted at the “Arnaldo Milián Castro” Clinical-Surgical University Hospital in 136 patients treated between February 2022 and March 2024. Descriptive and inferential statistics, bivariate and multivariate analysis, and artificial intelligence models were used.

Results: The mean age was 53 ± 20 years in both sexes. 73.5% had some comorbidity, 77.2% presented acute physiology and a Chronic Health Evaluation II score less than 15 points. 75.7% were discharged alive. 54.4% required assisted mechanical ventilation. The mean blood gas analysis was lower than that of the colorimetric kinetic enzyme assay. The discrimination capacity of this method for hypernatremia and hyponatremia was excellent. In hypernatremia, the sensitivity was 100%, the specificity was 82.1%, and the concordance was 0.779. In hyponatremia, the sensitivity was 80.6%, the specificity was 99.0%, and the concordance was 0.840. The random forest test proved to be very effective, and the linear regression was accurate.

Conclusions: The colorimetric kinetic enzymatic determination method showed similarities in the discrimination, concordance and diagnostic efficacy of hyponatremia and hypernatremia, with respect to blood gas analysis.

MeSH: hyponatremia; blood gas analysis.

Recibido: 8/04/2025

Aprobado: 11/05/2025

INTRODUCCIÓN

La medicina moderna se basa en la precisión y la eficacia de las pruebas diagnósticas. Una de las esenciales es la determinación de los niveles de sodio



en los pacientes, especialmente aquellos ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

El sodio es el principal catión en el fluido extracelular y juega un papel crucial en numerosas funciones corporales. Por lo tanto, un trastorno de los niveles de sodio interfiere en la integridad y el funcionamiento del organismo.⁽¹⁾

Las disnatremias son trastornos frecuentes asociados a una importante comorbilidad, en especial si no se reconocen de forma precoz. El tratamiento debe realizarse cuidadosamente por los riesgos que conlleva una corrección inadecuada. Tanto la hiponatremia como la hipernatremia son reflejo de alteraciones en la regulación del agua y no del sodio (Na).⁽¹⁾

La premisa fundamental para manejar correctamente las alteraciones de la concentración plasmática de sodio (Na) es recordar que constituye un reflejo de la osmolalidad (Osm) del líquido extracelular. Esta osmolalidad indica cambios en el agua, mientras que la cantidad total de sodio determina el agua total del líquido extracelular y produce cambios en el volumen, cuyo mantenimiento es esencial para que la perfusión tisular sea adecuada. Por tanto, las disnatremias son trastornos del agua, independientes de la cantidad total de sodio.⁽¹⁾

El sodio (Na⁺) es el principal catión del líquido extracelular; su concentración normal oscila entre 135 y 145 mEq/L. Esto lo convierte en el regulador más importante de la osmolaridad sérica, la cual indica cambios en el agua corporal total. Aunque las disnatremias se presenten como alteraciones plasmáticas del catión Na⁺, la hiponatremia y la hipernatremia son el reflejo del desequilibrio hídrico.⁽²⁾

La hipernatremia puede ser inducida por el uso terapéutico de diuréticos osmóticos o solución salina hipertónica para disminuir la presión intracraneal.⁽²⁾

Además, se puede observar en aproximadamente 1-2 % de pacientes hospitalizados.

La hiponatremia es el trastorno electrolítico más frecuente en la práctica clínica. Esta afección se define como la concentración de sodio en el plasma (Na) inferior



a 135 mmol/L, en presencia de una osmolalidad plasmática efectiva (Osm) inferior a 280 mOsm/kg.⁽²⁾

El cerebro es el principal órgano diana en relación a la morbilidad producida por esta condición. Uno de los primeros mecanismos de defensa del cerebro a la hiposmolaridad es la salida de agua del parénquima cerebral hacia el líquido cefalorraquídeo (LCR) y de aquí hacia la circulación. Estos mecanismos de compensación están incompletos en la hiponatremia aguda -evolución menor a 48 h-, en tanto se completan en la hiponatremia crónica -evolución mayor a 48 h-. Debe destacarse que estos mecanismos se ven afectados durante la lesión neurológica aguda.⁽³⁾

La medición precisa de los niveles de sodio es vital para el manejo clínico efectivo. Históricamente, el método gasométrico ha sido el estándar de oro para la medición de los niveles de sodio. Sin embargo, este método tiene varias limitaciones, como la necesidad de equipos especializados, reactivos y personal capacitado.

Recientemente, se ha propuesto otro método por determinación enzimática cinética, colorimétrica como una alternativa potencialmente eficaz. Este promete ser rápido, menos costoso y más fácil de implementar en el entorno clínico.

El método por determinación enzimática, cinética, colorimétrica es una técnica utilizada en diversas áreas de la ciencia y la medicina para medir la concentración de ciertas sustancias. Se basa en la reacción de una enzima con un sustrato específico, que produce un cambio de color. La intensidad del color se mide con el empleo de un espectrofotómetro, y esta medida se utiliza para calcular la concentración de la sustancia de interés.⁽⁴⁾

Esta investigación propone llenar este vacío en la literatura. Se busca proporcionar una evaluación objetiva de este método y determinar si ofrece resultados precisos y confiables para los pacientes en la UCI, lo que constituye el problema científico que resuelve esta investigación. La misma tiene implicaciones para la práctica clínica, el laboratorio y el ámbito económico. Este método se



podría utilizar sin el gasto de los reactivos lo que lo hace más económico que el empleado en los gasómetros, que tienen un alto costo.

METODO

Se realizó una investigación de evaluación de medios diagnósticos, descriptivo transversal, en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universitario Clínico-Quirúrgico «Arnaldo Milián Castro» de Villa Clara. La misma ocurrió durante el periodo comprendido entre julio de 2022 y noviembre de 2024. La población fue de 202 pacientes atendidos y la muestra fueron 136 pacientes (67,3 %), a los que se les realizó medición del sodio plasmático por gasometría y por determinación enzimática cinética colorimétrica y que contaban con los datos necesarios para la investigación en los expedientes clínicos.

Se realizó una revisión sistemática de la literatura relacionada con el problema científico. Además, se hizo un análisis documental de las historias clínicas (fuente secundaria de obtención de los datos), donde se encontraron registrados los datos provenientes de la entrevista a familiares, examen físico y resultados de estudios de laboratorios.

Se empleó como instrumento empírico una planilla de recolección de datos (Anexo 1), la información fue registrada en una hoja de datos de Microsoft Excel para su análisis. Se utilizó la estadística descriptiva e inferencial, el análisis bivariado y multivariado y modelos de inteligencia artificial.

Operacionalización de las variables:

Edad: edades simples según años cumplidos, se dividieron en 8 grupos etarios ≤ 20/

21-30/31-40/41-50/51-60/61-70/71-80/≥ 81.

Sexo: Masculino /Femenino.



Apache II (24 h): Escala predictiva de mortalidad realizada en las primeras 24 horas de atención en cuidados intensivos, $< 15/\geq 15$. (Anexo 2)

Sodio por gasometría: Valores de sodio obtenidos por gasometría.

Hiponatremia según gasometría: Cuando la concentración de sodio por gasometría es menor de 135 mmol/L, Sí/No.

Sodio por determinación enzimática cinética colorimétrica: Valores de sodio obtenidos por determinación enzimática cinética colorimétrica.

Necesidad de ventilación asistida mecánica (VAM): Sí/No.

Hipernatremia según la gasometría: Cuando la concentración de sodio por gasometría es mayor de 145 mmol/L, Sí/No.

Hiponatremia por determinación enzimática cinética colorimétrica: Cuando el valor de sodio obtenido por determinación enzimática cinética colorimétrica es menor de 136, Sí/No.

Hipernatremia por determinación enzimática cinética colorimétrica: Cuando el valor de sodio obtenido por determinación enzimática cinética colorimétrica es mayor de 145, Sí/No.

Estado al egreso: Estado del paciente al término de su estancia en la UCI, ya sea por alta o fallecimiento, Vivo/Fallecido.

Los datos almacenados en Microsoft Excel fueron exportados al paquete estadístico SPSS versión 20.0 para Windows. En la estadística descriptiva se empleó la frecuencia absoluta y relativa para las variables cualitativas ;así como las medidas de tendencia central y de dispersión para las cuantitativas. En el estudio de la capacidad de discriminación determinación enzimática cinética colorimétrica del sodio como medio para el diagnóstico de la hipernatremia e hiponatremia.

En cuanto al análisis multivariado se utilizaron las curvas ROC (*receiver operating characterisitic*); para determinar la eficacia en cuanto a sensibilidad y la especificidad. La concordancia se evaluó a través del índice de Kappa. Se realizaron evaluaciones de regresión lineal y a través de modelos de inteligencia



artificial, como el Random Forest. Para la realización del estudio se tuvieron presentes los principios de la ética médica de no maleficencia y confidencialidad.

RESULTADOS

En la muestra de estudio estuvo compuesta por igual cantidad de hombres y mujeres. El promedio de la edad de la población fue de 53,2 años, con una desviación estándar de 20; la edad menor fue de 18 y la mayor de 93 años, para el sexo femenino fue de 54 años \pm 21 mientras que para el masculino de 23 \pm 20 años. Prevalcieron los rangos de edades de 51 a 70 años para los dos sexos. (Tabla 1)

Tabla 1. Distribución de pacientes por edad agrupada y sexo

Edad (agrupado)	Sexo				Total	
	Femenino		Masculino		No	%
	No	%	No	%		
<= 20	3	2,2	5	3,7	8	5,9
21 - 30	11	8,1	6	4,4	17	12,5
31 - 40	6	4,4	9	6,6	15	11,0
41 - 50	7	5,1	4	2,9	11	8,1
51 - 60	12	8,8	20	14,7	32	23,5
61 - 70	13	9,6	16	11,8	29	21,3
71 - 80	11	8,1	5	3,7	16	11,8
\geq 81	5	3,7	3	2,2	8	5,9
Total	68	50,0	68	50,0	136	100,0

Fuente: Historias clínicas

Se puede apreciar que el promedio de la edad poblacional es de 53,2 \pm 20 años. En cuanto al sexo femenino es de 53,7 \pm 21 años y el masculino 52,7 \pm 19. Todo ello utilizando un porcentaje calculado respecto al total.

Se constató asimismo que del total de pacientes el 73,5 % tenía alguna comorbilidad, el 77,2 % tuvo un APACHE II menor de 15 puntos y egreso vivo el



75,7 %. Además, más de la mitad necesitó ventilación mecánica asistida (54,4 %) (Tabla 2)

Tabla 2. Distribución de pacientes según comorbilidades, necesidad de ventilación mecánica asistida, APACHE II y estado al egreso

Característica	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Comorbilidades	No	36	26,5
	Sí	100	73,5
VAM	No	62	45,6
	Sí	74	54,4
APACHE II	< 15 puntos	105	77,2
	≥15 puntos	31	22,8
Egreso	Vivo	103	75,7
	Fallecido	33	24,3
Total		136	100,0

Fuente: Historias clínicas

En la tabla 3 se presentan algunos datos descriptivos de los valores del sodio plasmático obtenidos por gasometría y por la determinación enzimática cinética colorimétrica.

Se puede observar que los datos no tuvieron distribución normal, por lo que se compararon las diferencias de las medianas a través de la prueba estadística de Wilcoxon. Esta mostró diferencias significativas en los resultados aportados por los medios diagnósticos, la media y la mediana en la gasometría fue de ± 141 , menor que por el método en estudio para el cual fue de ± 145 .



Tabla 3. Estadísticos descriptivos de los valores de Sodio plasmáticos obtenidos por Gasometría y por la Determinación enzimática cinética colorimétrica

Sodio	Estadísticos	
Gasometría	Media	140,9
	Mediana	141,0
	Desviación estándar.	9,0
	Mínimo	109
	Máximo	161
	Normalidad KS (valor p)	0,000
Determinación enzimática cinética colorimétrica	Media	144,6
	Mediana	145,0
	Desviación estándar.	13,6
	Mínimo	102
	Máximo	180
	Normalidad KS (valor p)	0,002
P Wilcoxon=0,000; las medianas de las diferencias son diferentes		

Fuente: Historias clínicas

El área bajo la curva representa el poder discriminatorio del método de determinación enzimática cinética colorimétrica, para el diagnóstico de la hipernatremia. Se asumió como estándar de oro o *gold standard* la gasometría, se pudo demostrar que fue excelente (AUC=0,981). Asimismo, la discriminación para el diagnóstico de hipernatremia por ese mismo método tuvo un AUC=0,981 (LI: 0,959 LS:1) p=0,000, con una coincidencia casi total.

En la tabla 4 se presentan el resultado de las pruebas diagnósticas para la hipernatremia teniendo como *gold standard* la gasometría. Muestra indicadores de especificidad, sensibilidad altos y una muy buena concordancia (índice de kappa de 0,779).

Se obtuvieron 52 resultados positivos de concordancia entre los medios diagnósticos y 69 negativos, en total fueron 121 (88,9 % del total). De estos 15 (11 %) falsos positivos (número de pacientes sin hipernatremia diagnosticados como positivos) y ningún falso negativo (número de pacientes con hipernatremia diagnosticados como negativos).



De tal manera, la eficacia o capacidad para identificar como sanos a los que efectivamente lo son fue del 100 %, mientras que la sensibilidad o capacidad de la prueba para detectar a un sujeto con hipernatremia fue del 82,1 %.

Tabla 4. Eficacia y concordancia en el diagnóstico de hipernatremia de la gasometría y el método de determinación enzimática cinética colorimétrica

Medios diagnósticos	Gasometría (Gold Estándar)		Total	
	Sí	No		
Determinación enzimática cinética colorimétrica	Sí	52 (38,2 %)	15 (11,0 %)	67 (49,3 %)
	No	0 (0 %)	69 (50,8 %)	69 (50,7 %)
Total		52 (38,2 %)	84 (61,8%)	136 (100,0%)

Fuente: historias clínicas

Sensibilidad= 100 % (IC: 99,04-100,0) Especificidad=82,1 % (73,36-90,93)

Índice de Kappa=0,779

Porcentaje calculado respecto al total

Los indicadores de especificidad sensibilidad fueron altos para el método de determinación enzimática cinética colorimétrica en el diagnóstico de la hiponatremia. Existió muy buena concordancia de los resultados de los medios diagnóstico (índice de kappa de 0,840). En total coincidieron 128 (94,1 %), de los cuales 29 fue para los positivos y 99 para los negativos, por lo que solo hubo un falso positivo y 7 falsos negativos. En cuanto a la hiponatremia, la eficacia fue del 99,0%, mientras que la sensibilidad fue del 80,6 %. (Tabla 5)



Tabla 5. Eficacia y concordancia en el diagnóstico de hiponatremia de la Gasometría y el método de Determinación enzimática cinética calorimétrica

Medios diagnósticos	Gasometría (Gold Estándar)		Total	
	Sí	No		
Determinación enzimática cinética colorimétrica	Sí	29 (21,3 %)	1 (0,8 %)	30 (22,1 %)
	No	7 (5,2 %)	99 (72,7 %)	106 (77,9 %)
Total		36 (26,5 %)	100 (73,5%)	136 (100,0%)

Fuente: Historias clínicas

Sensibilidad= 80,6% (IC: 66,24-94,87)

Especificidad=99,0% (96,58-100,00)

Índice de Kappa=0,840

Porcentaje calculado respecto al total

Se realizaron evaluaciones a través de modelos de regresión lineal y de inteligencia artificial como el Random Forest, este último demostró ser más efectivo, con el menor error absoluto medio. No obstante, la regresión lineal demostró ser bastante precisa y brindó una fórmula para el cálculo de los niveles de sodio, teniendo esta un error absoluto medio de 3.091:

$$\text{Na(gasometría)} = 0,4786 + \text{Na}_{\text{DECC}} + 3,7049 + \text{Hipernatremía}_{\text{DECC}} + 69,3385$$

Donde DECC=determinación enzimática cinética colorimétrica

DISCUSIÓN

La comparación de los resultados de la gasometría y el método de diagnóstico enzimático cinético colorimétrico es un tema relevante en el ámbito de la medicina y la bioquímica clínica.⁽⁵⁾

La gasometría arterial se utiliza principalmente para evaluar el equilibrio ácido-base, la oxigenación y la ventilación del paciente. Además, proporciona



información sobre los niveles de gases en sangre, como el oxígeno, el dióxido de carbono y el pH.

El método enzimático cinético colorimétrico es utilizado para medir concentraciones de diferentes biomarcadores en sangre como glucosa, lípidos, enzimas hepáticas, entre otros.⁽⁶⁾

Se ha validado un método enzimático-colorimétrico para la determinación de fructosa en refrescos comerciales, mediante la determinación del sesgo, la recuperación, la repetitividad y la reproductibilidad interna, validado previamente en la industria vinícola.⁽⁵⁾ Su eficacia se evidenció en el estudio de Olmedo y colaboradores⁽⁵⁾. Se pudo determinar, además, que el mismo representa una ventaja en la industria alimentaria, ya que es específico, económico y no requiere equipamiento sofisticado.

Se constatan otras investigaciones, incluidas algunas cubanas, utilizando este tipo de estudio en el ámbito de la medicina, como lo es el trabajo realizado por Carrión Domínguez y colaboradores.⁽⁶⁾ En este participaron varios centros de investigación, con el objetivo de utilizarlo para la determinación de creatinina en suero y orina, obteniéndose resultados alentadores. Este método es suficientemente específico para el objetivo propuesto y se permite su uso en los laboratorios del territorio.

Es importante mencionar que estos métodos requieren un conocimiento sólido de la cinética enzimática, que estudia la velocidad de las reacciones enzimáticas y los factores que la afectan.^(6,7)

Existen pocos trabajos que analicen la incidencia de la disnatremias, aunque puede estimarse en 13 000 sujetos por millón de población y año. Los datos sobre esto en los pacientes críticos difieren entre los diferentes estudios revisados. Tal disparidad obedece a las características de aquellos que son admitidos en la UCI, y criterios de selección de las muestras estudiadas.

La hiponatremia se observa en el 9 % de las determinaciones de sodio en un laboratorio bioquímico y constituye el trastorno hidroelectrolítico más frecuente,



tanto en el medio hospitalario como en la comunidad. Se comporta de forma similar la hipernatremia, la cual se observa en aproximadamente 1-2 % de pacientes hospitalizados; aunque en otros estudios se ha reportado una incidencia mucho mayor en la unidad de cuidados intensivos, pudiendo llegar a un 13 %.⁽⁸⁾

La edad se correlaciona con el riesgo de desarrollar disnatremias, tanto en pacientes ingresados como no ingresados. Los pacientes ancianos son especialmente vulnerables, debido a ello son más susceptibles de presentar trastornos neurológicos y cognitivos; además, secundariamente, tienen una mayor frecuencia de caídas y fracturas. En el contexto internacional Lee y colaboradores,⁽⁹⁾ en una investigación sobre el impacto de la disnatremia en la mortalidad del paciente neurocrítico, incluyeron un total de 1146 pacientes con una media para la edad de $50 \pm 22,9$ años, lo cual coincide con los resultados obtenidos.

Por otra parte, Imaizumi y colaboradores⁽¹⁰⁾ relacionaron en su investigación la mortalidad y la disnatremia adquirida en la UCI, con una población de estudio de 121 pacientes con el trastorno del sodio. Para ello la edad osciló entre los 50 y los 78 años, sin demostrarse una asociación con la mortalidad. Estos resultados se asemejan a los demostrados en la presente investigación.

En el ámbito nacional se cuenta con el estudio realizado por Coll Pérez y colaboradores,⁽¹¹⁾ donde la media de edad fue 49 ± 12 años. Asimismo, la investigación de Gómez y colaboradores,⁽¹²⁾ presenta un estudio que involucró a 251 pacientes ingresados en la UCI del Hospital Militar «Dr. Carlos J. Finlay», luego de una intervención neuroquirúrgica. La edad media de los pacientes ingresados fue de 50,6 años. Ambas con resultados similares a la presente investigación.

En investigación realizada en 82 pacientes que ingresaron con lesión cerebral aguda severa internados en la UCI, se describió que la edad promedio fue de 40 años, con una desviación estándar de 16,9 años.⁽¹³⁾ Estos resultados distan



mucho de los obtenidos en la presente investigación. Un ejemplo de ello es el caso del artículo realizado por Medina y colaboradores,⁽¹⁴⁾ quienes evaluaron 149 pacientes con TCE internados en la UCI. Entre estos se definió un predominio del grupo etario de 40 a 59 años, con una relación estadística significativa entre la edad y la mortalidad de estos pacientes.

Se difiere además de la investigación realizada en 2023 por Suárez Prieto y colaboradores,⁽¹⁵⁾ en la asociación entre disnatremia y el sexo, un tema poco estudiado y con pocas conclusiones. El sexo femenino está más expuesto al desarrollo de trastornos de sodio, en parte por factores hormonales, por la dinámica del transporte celular de sodio y por un volumen de distribución del agua corporal diferente.⁽¹⁶⁾ Esto no coincide con otros estudios realizados tanto en el ámbito nacional e internacional.

Según la investigación de Medina y colaboradores,⁽¹⁴⁾ realizaron una investigación en 149 pacientes con TCE internados en la UCI. De estos se pudo definir un predominio de la incidencia en el sexo masculino, dependiendo de las causas de ingreso, las cuales fueron en gran medida entidades neuroquirúrgicas. Similares resultados obtuvieron Sherlock y colaboradores,⁽¹⁷⁾ quienes describen un predominio de disnatremias en pacientes del sexo masculino.

En el estudio realizado por Palacios Chavarría y otros⁽¹⁸⁾ se describe la presencia de disnatremia en 24 pacientes neurocríticos, de los cuales 14 fueron del sexo femenino (58,4 %). Este resultado difiere de los anteriormente mostrados, e incluso de otros estudios del ámbito nacional, como el de Coll Pérez y colaboradores.⁽¹¹⁾

Lo anteriormente descrito se diferencia de los resultados obtenidos en el presente estudio, donde hubo paridad en cuanto al sexo; cabe aclarar que esta investigación no tiene como objetivo estudiar los motivos de ingreso de los pacientes.

La disnatremia presenta mayor mortalidad en diferentes contextos clínicos que la observada en los pacientes normonatremicos, tanto a corto como a largo plazo.



Además, se asocia con mayor estancia hospitalaria y costos más elevados, debe considerarse un problema sociosanitario que requiere mayores esfuerzos preventivos y terapéuticos. Sin embargo, no existen muchos estudios que aborden la epidemiología de la disnatremia.⁽¹⁶⁾

En estudios realizados a pacientes ingresados, la mortalidad osciló entre el 20 y el 27 % entre los pacientes que desarrollaron disnatremia y un 7-9 % en los que no lo hicieron.^(19,20) Probablemente ello está relacionado con la asociación entre disnatremia y comorbilidad, ya que diversas investigaciones^(21,22) muestran que el índice de Charlson es más elevado en estos pacientes. Sin embargo, incluso ajustando por índices de gravedad como el APACHE II, los pacientes con hiponatremia mantienen un riesgo relativo de muerte entre 1,5 y 2 veces superior.⁽²³⁾

Aunque la presente investigación no comprendió entre sus objetivos principales la determinación y asociación entre comorbilidades y disnatremia, se puede afirmar que en la insuficiencia cardíaca la disnatremia es muy frecuente y difícil de corregir. Se asocia con un mayor riesgo de mortalidad y su corrección durante el ingreso parece disminuir la mortalidad posterior al alta.^(16,24)

En la hepatopatía avanzada, el grado de disnatremia puede correlacionarse con el índice de Child-Pugh. A mayor grado de disfunción hepática y mayor número de complicaciones, mayor frecuencia de disnatremia.^(16,24)

Los fármacos son una de las principales causas de hiponatremia, especialmente las tiazidas y los inhibidores de la recaptación de serotonina y la carbamazepina.^(16,24) Es válido aclarar que existe una mayor incidencia de disnatremia en entidades neurológicas y neuroquirúrgicas.

La importancia de las disnatremias reside no sólo en sus repercusiones clínicas, sino también en su capacidad para predecir la mortalidad. Esta es en el ámbito intrahospitalario, en pacientes con hiponatremia o hipernatremia, del 30 al 40 %, si bien la causa primaria suele ser la enfermedad de base.



En el presente estudio se pudo constatar una mortalidad en pacientes con disnatremia de 24,3 %, aunque el objetivo no fue profundizar en las causas del trastorno, ni establecer una relación entre el estado al egreso de los pacientes y los diferentes grados de disnatremia. Esto constituye un resultado similar al obtenido por Coll Pérez y colaboradores,⁽¹¹⁾ quienes reportaron un 60 % de sobrevida en la muestra estudiada; pero, también declaran que en los pacientes con desenlace fatal, esta evolución tórpida estuvo influenciada por un trastorno severo del sodio.

Contrario a estos resultados, se pueden constatar otros estudios que declaran una mortalidad elevada en relación a disnatremias. Uno de ellos es la investigación de Hartgring y colaboradores,⁽²⁵⁾ quienes desarrollaron un estudio retrospectivo en 2 UCI a lo largo de 20 años. En este se definió que la incidencia de la disnatremia adquirió franco predominio sobre todo en las dos primeras semanas de ingreso en las UCI y que a su vez representó una asociación estadística significativa con la mortalidad.

Para las categorías de la disnatremia, en el análisis de regresión logística multinominal ajustado, el OR para la mortalidad aumenta significativamente a medida que lo hace el nivel de sodio por encima de 145meq/l.⁽²⁴⁾

En un estudio multicéntrico de cohorte, realizado en 10 UCI de Países Bajos, definieron que un incremento en los valores del sodio tanto en los pacientes que ingresaron con normo o hipernatremia se asoció significativamente con la mortalidad en la UCI.⁽²³⁾

Estudios más recientes en unidades de cuidados intensivos para pacientes neurológicos y neuroquirúrgicos, encontraron que concentraciones de sodio sérico mayores de 145 mmol/L constituyen un predictor independiente de mortalidad.⁽¹⁶⁾

En la presente investigación, el empleo de la regresión lineal y la Inteligencia Artificial a través de modelos estadísticos como Random Forest, con sus herramientas de análisis y procesamiento, han aportado calidad y veracidad a los resultados ya obtenidos.



CONCLUSIONES

La cuantificación de los valores plasmáticos del sodio por el método de determinación enzimática cinética colorimétrica, mostró similitudes en la discriminación, concordancia y eficacia diagnóstica de las disnatremias, respecto a la gasometría.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sterns RH, Rondon-Berrios H, Adrogué HJ, Berl T, Burst V, Cohen DM, et al. Treatment Guidelines for Hyponatremia: Stay the Course. Clin J Am Soc Nephrol [Internet]. 2024 [citado 2024 jul. 14];19(1):129-35. Disponible en: https://journals.lww.com/cjasn/fulltext/2024/01000/treatment_guidelines_for_hyponatremia_stay_the.21.aspx
2. Spasovski G, Vanholder R, Allolio B, Annane D, Ball S, Bichet D, et al. Clinical practice guideline on diagnosis and treatment of hyponatraemia. Nephrol Dial Transplant [Internet]. 2014 [citado 2024 jul. 14];29(2):1–39. Disponible en: <https://www.saedyn.es/wp-content/uploads/2024/02/Clinical-practice-guideline-on-diagnosis-and-treatment-of-hyponatraemia.pdf>
3. Human T, Cook AM, Anger B, Bledsoe K, Castle A, Deen D, et al. Treatment of hyponatremia in patients with acute neurological injury. Neurocrit Care [Internet]. 2017 [citado 2024 jul. 14];27(2):242-48. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28054290/>
4. Hoorn EJ, Zietse R. Diagnosis and Treatment of Hyponatremia: Compilation of the Guidelines. J Am Soc Nephrol [Internet]. 2017 [citado 2024 jul. 14];28(5):1340-49. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28174217/>



5. Olmedo L, Henning MF, Pappalardo B, García SM, Pellon-Maison M. Validación de un método enzimático-colorimétrico para la determinación de fructosa en refrescos comerciales. Rev Esp Nutr Hum Diet [Internet]. 2021 [citado 2025 abr. 8];25(1):69-77. Disponible en:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452021000100069

6. Carrión Domínguez IR, García Borges L, Suárez Pérez Y, Rodríguez Fernández B, Aja Masa G. Validación del método enzimático para la determinación de creatinina en suero y orina. Rev Cubana Farm [Internet]. 2015 [citado 2025 abr. 8];49(4):618-29. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75152015000400003

7. Terrés Speziale AM. Clínica y Laboratorio: Ciencia y Tecnología. México: Editorial Fénix; 2009.

8. Sritam JS, Venkatapura RJ, Rita C, Dhaval S, Chakrabarti D. Incidence and outcomes of hypernatremia in adult neurological non–brain-dead patients admitted to tertiary care neurologic institute: A Retrospective Study. J Neuroanaesth Crit Care [Internet]. 2019 [citado 2024 jul. 14];6(1):24-9. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/334885256_Incidence_and_Outcomes_of_Hypernatremia_in_Adult_Neurological_Non-Brain-Dead_Patients_Admitted_to_Tertiary_Care_Neurologic_Institute_A_Retrospective_Study

9. Lee YI, Ahn J, Ryu JA. Is mild hypernatremia an independent predictor of poor clinical outcome in neurocritically ill patients? Research Square [Internet]. 2020 [citado 2024 jul. 14];[cerca de 12 pantallas]. Disponible en: [https://assets-](https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-116867/v1/13803320-7f0f-418d-9921-3f45cf7a3245.pdf?c=1631866819)

[eu.researchsquare.com/files/rs-116867/v1/13803320-7f0f-418d-9921-3f45cf7a3245.pdf?c=1631866819](https://assets-eu.researchsquare.com/files/rs-116867/v1/13803320-7f0f-418d-9921-3f45cf7a3245.pdf?c=1631866819)



10. Imaizumi T, Nakatochi M, Fujita Y, Nomura R, Watanabe K, Maekawa M, et al. The association between intensive care unit-acquired hypernatraemia and mortality in critically ill patients with cerebrovascular diseases: a single-centre cohort study in Japan. *BMJ Open* [Internet]. 2017 [citado 2024 jul. 14];7(8):[cerca de 8 pantallas]. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5629676/>
11. Coll Pérez RL, Soares Da Silva S, Sánchez Miranda JM, Reyes Carvajal EI, González Rivera A, Esteva Serguéiva VM. Hiponatremia en pacientes neurocríticos en la unidad de cuidados intensivos. *Arch Hosp Univ «Calixto García»* [Internet]. 2020 [citado 2025 abr. 8];8(3):[cerca de 12 pantallas]. Disponible en: <https://revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/570>
12. García GA, Verde MD, Fernández CE, Pradere PJC, Nistal MJ. Caracterización del paciente con intervención neuroquirúrgica en cuidados intensivos. *Rev Cub Med Int Emerg* [Internet]. 2020 [citado 2024 jul. 14];19(4):1-16. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=101836>
13. Mijas TM, Cadena TF. Disnatremias en pacientes con lesión cerebral aguda severa en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Universidad de Especialidades Espiritu Santo [tesis de grado]. [Guayas]: Universidad de Especialidades Espiritu Santo; 2019. Disponible en: <https://repositorio.uees.edu.ec/items/1df86a9c-2b15-4a5d-a9a1-1e1c15a9a201/full>
14. Domínguez Medina JM, Torres Soriano AA. Niveles de sodio y potasio sérico en pacientes con traumatismo craneoencefálico ingresados a la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital Teodoro Maldonado Carbo en el periodo 2018-2019 [tesis de grado]. [Santiago de Guayaquil]: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/16680/4/T-UCSG-PRE-MED-1080.pdf>



15. Suárez-Prieto DW, Pérez Fuentes M, Gutiérrez Pérez ET. Hipernatremia en pacientes con estado crítico por afecciones neurológicas. Medisur [Internet]. 2023 [citado 2025 abr. 8];21(3):613-23. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000300613&lng=es
16. Marta AR, Roberto AA, Patricia de SO. Trastornos del Agua. Disnatremias. Nefrología al día [Internet]. 2022 [citado 2025 abr. 8];2659-98:[cerca de 40 pantallas]. Disponible en: <https://www.nefrologiaaldia.org/es-articulo-trastornos-del-agua-disnatremias-363-pdf>
17. Sherlock M, O'Sullivan E, Agha A, Behan LA, Owens D, Finucane F, et al. Incidence and pathophysiology of severe hyponatraemia in neurosurgical patients. Postgrad Med J [Internet]. 2009 [citado 2025 abr. 8];85(1002):171-75. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19417163/>
18. Palacios Chavarría A, Pérez Pérez M, Aguirre Sánchez JS, Franco Granillo J. Incidencia en pacientes neurocríticos de hiponatremia por cerebro perdedor de sal y síndrome de secreción inapropiada de hormona antidiurética en el Departamento de Medicina Crítica «Dr. Mario Shapiro». An Med (Mex) [Internet]. 2015 [citado 2025 abr. 8];60(2):86-90. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/abc/bc-2015/bc152b.pdf>
19. Kumar A, Ghosh M, Jacob JJ. Prevalence of adrenal insufficiency among patients with euvolemic hyponatremia. Endocr Connect [Internet]. 2021 [citado 2024 jul. 14];10(12):1623-31. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8679923/pdf/EC-21-0500.pdf>
20. Kinoshita Y, Tamai K, Oka M, Habibi H, Terai H, Hoshino M, et al. Prevalence, risk factors, and potential symptoms of hyponatremia after spinal surgery in elderly patients. Scientific Reports [Internet]. 2022 [citado 2024 jul. 14];12(1):[cerca de 8 pantallas]. Disponible en: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9633822/pdf/41598_2022_Article_23583.pdf



21. Rondon H, Badireddy M. Hyponatremia. StatPearls [Internet]. 2023 [citado 2024 jul. 14]:12-34. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470386/>

22. Abu Abeeleh M, Hamouri H, Bani Hani A, Ahmad F, Abu Halaweh S, Al-Warafi WA, et al. Effect of dysnatremia and dysglycemia on outcomes among surgical intensive care unit patients. Int J Surg Open [Internet]. 2021 [citado 2024 jul. 14];62(2):82-6. Disponible en:

https://journals.lww.com/ijsopen/fulltext/2024/04000/effect_of_dysnatremia_and_dysglycemia_on_outcomes.1.aspx

23. Alosaimi MM, Alazwari MN, Alotaibi ME, Almalki NK. Hyponatremia: A Concise Practical Review. Intern Med [Internet]. 2024 [citado 2024 jul. 14];8(226):[cerca de 5 pantallas]. Disponible en:

https://www.gavinpublishers.com/assets/articles_pdf/Hyponatremia-A-Concise-Practical-Review.pdf

24. Vásquez-Tirado GA, Segura-Plasencia NM, Cuadra Campos MC, Meregildo-Rodríguez ED, Arbayza-Ávalos YK, Quispe-Castañeda CV, et al. Hipernatremia como factor pronóstico de mortalidad en trauma encefalocraneano severo. Rev Ecuat Nuerol [Internet]. 2022 [citado 2024 jul. 14];31(2):13-9. Disponible en:

https://revecuatneurologia.com/magazine_issue_article/hipernatremia-factor-pronostico-de-mortalidad-trauma-encefalocraneano-severo-hipernatremia-prognostic-factor-mortality-patients-severe-traumatic-brain-injury/

25. Lansink-Hartgring AO, Hessels L, Weigel J, Smet AM, Gommers D, Nannan Panday PV, et al. Long term changes in dysnatremia incidence in the ICU: a shift from hyponatremia to hypernatremia. Ann Intensive Care [Internet]. 2016 [citado 2024 jul. 14];6(1):[cerca de 12 pantallas]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26983857/>



Conflicto de intereses

Los autores declararan no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas, Armando Caballero López, Ernesto Julio García Pérez, Armando David Caballero Font

Curación de datos: Hisyovi Cárdenas Suri, Ernesto Julio García Pérez, Armando David Caballero Font

Análisis formal: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas, Armando Caballero López

Investigación y Metodología: Redy Ortega Rojas, Armando Caballero López, Yusimí González Álvarez

Administración del proyecto: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas, Armando Caballero López, Hisyovi Cárdenas Suri, Marcos Chaviano Carballea

Supervisión: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas, Armando Caballero López, Ernesto Julio García Pérez

Validación: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas, Armando Caballero López, Ernesto Julio García Pérez, Armando David Caballero Font, Hisyovi Cárdenas Suri, Marcos Chaviano Carballea

Redacción- borrador original: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas

Redacción- revisión y edición: Yusimí González Álvarez, Redy Ortega Rojas



Anexo 1

Planilla de recolección de datos

Nombre y Apellidos:

Edad: ____

Sexo: ____

Presencia de comorbilidades: Sí____ No____

Puntuación de APACHE II al ingreso: ____

Valor de Sodio por Gasometría:

Hipernatremia: Sí____ No____

Hiponatremia: Sí____ No____

Valor de Sodio por Método de determinación Enzimática cinético colorimétrico:

Hipernatremia: Sí____ No____

Hiponatremia: Sí____ No____

Necesidad de ventilación (VAM): Sí____ No____

Estado al egreso:

Vivo____

Fallecido____



Anexo 2

Escala predictiva de mortalidad realizada en las primeras 24 horas de atención en cuidados intensivos

APACHE II

Variable	Rango normal alto					Rango normal bajo			
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4
Temperatura central (°C)	≥ 41	39-49.9		38.5-38.9	36-38.4	34-35.9	32-33.9	30-31.9	≤ 29
PAM (mmHg)	≥ 160	130-159	110-129		70-109		50-69		≤ 49
FC (lpm)	≥ 180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤ 39
FR (rpm) con o sin VAM	≥ 50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤ 5
PaO2 (mmHg) si FiO2 < 0.5					> 70	61-70		55-60	< 55
DA-aO2 (mmHg) si FiO2 > 0.5	≥ 500	350-499	200-349		< 200				
pH arterial	≥ 7.7	7.60-7.69		7.50-7.69	7.33-7.49		7.25-7.32	7.15-7.24	< 7.15
Na (mmol/L)	≥ 180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	≤ 110
K (mmol/L)	≥ 7	6.0-6.9		5.5-5.9	3.5-5.4	3.0-3.4	2.5-2.9		< 2.5
Creatinina (mmol/L) *	≥ 310	175-309	130-174		50-129		< 50		
Doble puntuación en caso de fracaso renal agudo									
Hematocrito (%)	≥ 60		50-59.9	46-49.9	30-45.9		20-29.9		< 20
Leucocitos (x 10 ⁹ /L)	≥ 40		20-39.9	15-19.9	3-14.9		1-2.9		< 1
Glasgow	Restar a 15 la puntuación obtenida								
Edad (años)	≤ 44	0 puntos							
	45-54	2 puntos							
	55-64	3 puntos							
	65-74	5 puntos							
	≥ 75	6 puntos							
Estado de salud crónico	Antecedentes de insuficiencia severa de órganos o compromiso inmunitario								5 puntos
	No quirúrgicos o cirugía urgente								5 puntos
	Cirugía electiva								2 puntos

