

Situación del estado ácido-base de pacientes incidentes a la emergencia de Medicina de un hospital nacional de Lima Perú y su asociación a variables clínicas

Situation of the acid-base disorders and their association with clinical variables in incident patients at the emergency room in a national hospital in Lima, Peru

Carolina Guzmán ^{1,a}, Paola Llaguno ^{1,a}, Marianne Luyo ^{1,a}, Javier Cieza ^{1,2,b,c}

RESUMEN

Objetivos: Determinar la frecuencia de trastornos del estado ácido-base de pacientes admitidos al Departamento de Emergencia de un hospital general de Lima-Perú y su asociación con enfermedades prevalentes. **Material y métodos:** Estudio transversal descriptivo y analítico cuyo tamaño de muestra calculado fue en 108 pacientes a quienes el médico tratante solicitó estudio de gasometría arterial. La muestra fue obtenida por saturación hasta alcanzar el tamaño mínimo calculado. **Resultados:** El disturbio ácido-base más frecuentemente hallado fue el trastorno mixto de la acidosis metabólica asociado con la alcalosis respiratoria (50% casos) coexistiendo en pacientes con disfunción renal aguda o crónica y shock, seguido del disturbio único de alcalosis respiratoria (26,2% casos) asociada a enfermedad respiratoria y gastrointestinal. **Conclusiones:** Los trastornos mixtos de acidosis metabólica con alcalosis respiratoria son altamente relevantes y la alcalosis respiratoria es el fenómeno puro más frecuente.

PALABRAS CLAVE: desequilibrio ácido-base, acidosis, alcalosis, enfermedad renal, enfermedades respiratorias, enfermedades gastrointestinales. (**Fuente:** DeCS BIREME).

SUMMARY

Objectives: To determine the frequency of acid-base disorders and their association with prevalent diseases in patients admitted to the emergency department of a national hospital in Lima. **Methods:** Cross-sectional study with a sample size of 108 patients in whom the treating physician requested arterial blood gases determination. The sample was attained by saturation until reaching the targeted sample size. **Results:** The most common acid-base disorder was mixed metabolic acidosis (50%) co-existing in patients with acute or chronic renal dysfunction and shock, followed by respiratory alkalosis (26.2%) associated to respiratory and gastro-intestinal disorders. **Conclusions:** Mixed metabolic acidosis and respiratory alkalosis are the most frequent acid-base abnormalities observed in this setting, respiratory alkalosis is the most common single acid-base disorder found.

KEYWORDS: Acid-base imbalance, acidosis, alkalosis, kidney diseases, respiratory tract diseases, gastrointestinal diseases. (**Source:** MeSH NLM).

¹ Facultad de Medicina Alberto Hurtado, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

² Hospital Cayetano Heredia. Lima, Perú.

^a Estudiante de Medicina;

^b Profesor Principal;

^c Médico Nefrólogo.

INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo los trastornos ácido base se han relacionado a un gran número de situaciones clínicas, principalmente en pacientes hospitalizados (1), y con mayor frecuencia (86%) en el área de Cuidados Intensivos (2). Sin embargo, esto no excluye que existan personas que los presenten sin mayor evidencia clínica. Desde otro punto de vista, en pacientes en el área de servicios regulares, según la literatura alteración más frecuente es la alcalosis respiratoria (3,4); mientras que, según la literatura inglesa, es la alcalosis metabólica (51%) (5). A partir de estos datos se infiere que un factor determinante en la frecuencia de los trastornos ácido-base es la población estudiada. El manejo exitoso de los trastornos ácido-base dependerá de un diagnóstico temprano que debe contar con una adecuada interpretación de los datos e integración con la información clínica del paciente (6), ya que una interpretación inapropiada llevaría a conclusiones clínicas erróneas.

Este estudio tratará de ampliar el conocimiento relacionado a la aparición de trastornos ácido-base, pues esto puede estar fuertemente relacionado con el pronóstico de los pacientes (1), cuya inadecuada corrección puede conllevar la muerte del paciente mediante diversos procesos fisiopatológicos como el daño cardíaco, la alteración de la función respiratoria y la disminución de la perfusión cerebral (7).

Se debe subrayar que para el adecuado manejo de cualquier tipo de trastorno ácido-base es necesario el correcto análisis y entendimiento de la data en su relación con la clínica del paciente, la epidemiología local y el buen entendimiento del proceso fisiopatológico subyacente (8). Por ello, es de importancia considerar el trastorno ácido-base dentro de un concepto global basado en la incidencia y prevalencia del lugar donde se trabaja, esto es, de las características de los pacientes atendidos. El estudio tuvo como objetivo describir los disturbios del equilibrio ácido base de pacientes que acuden a la emergencia de un hospital de Lima al momento de su admisión y su asociación con enfermedades prevalentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Estudio descriptivo y transversal en una población de pacientes incidentes a la emergencia en julio del 2016. La población estudiada fueron todos los pacientes internados en los servicios de medicina y observación

de adultos en el área de emergencia. Considerando una población total de 150 pacientes hospitalizados en el mes de julio en las áreas previamente mencionadas, el tamaño de la muestra calculado fue 108 pacientes en función de una confianza del 95%, una probabilidad de encontrar un trastorno ácido base del 50% y un margen de error del 5%.

La muestra fue recolectada en forma accidental y por conveniencia considerando que el paciente debiera tener indispensablemente una medida de gases arteriales en algún momento de su hospitalización y si tuviere más de uno, se consideró el primero solicitado. En cada paciente se consideró la edad, el sexo y las siguientes disfunciones clínicas: respiratoria, gastrointestinal, cardiovascular, endocrinológica, neurológica, hematológica, renal y presencia o ausencia de neoplasia y estado de shock y sepsis. También se registró los valores de la urea, creatinina, sodio, potasio, cloro, calcio, magnesio y fósforo.

Los datos fueron recolectados en una hoja electrónica y exportados al programa estadístico SPSS v. 18 para ser analizados. El procesamiento de los datos se realizó en dos etapas: una primera descriptiva de la población y las alteraciones halladas según frecuencias, y una segunda en donde se realizó análisis estadístico (chi cuadrado y regresión logística bivariado) para determinar las relaciones entre las diversas disfunciones clínicas, características de los pacientes y trastornos electrolíticos con las diferentes alteraciones ácido-base halladas. Se consideró como valores normales del pH entre 7,38 y 7,42; del bicarbonato entre 20 y 28 mEq/l y de la pCO₂ entre 38 y 42 mm Hg (9). Los electrolitos y productos nitrogenados fueron considerados como valores estratificados: bajos, normales o altos. Se consideró una significancia estadística para cualquiera de los análisis realizados un $p < 0,05$.

Siendo el estudio puramente observacional y descriptivo y sin ninguna intervención médica, solamente se solicitó el permiso al Jefe del Departamento de Emergencia del hospital.

RESULTADOS

Se estudiaron 126 pacientes con una edad promedio de $63,2 \pm 19,7$ años de los cuales el 60,9% fueron varones.

En los pacientes incluidos solamente cuatro (3,2%) tuvieron gasometría normal. El disturbio ácido-base

más frecuente fue el trastorno mixto de la acidosis metabólica coexistente con alcalosis respiratoria (50% casos), seguido del trastorno puro de alcalosis respiratoria (26,2% casos) (Tabla 1).

Al explorar las asociaciones entre los diversos trastornos ácido-base como trastornos aislados y las enfermedades subyacentes de los pacientes, se

encontró que la alcalosis respiratoria estuvo asociada con la existencia de enfermedad respiratoria ($p=0,017$) y enfermedad gastrointestinal ($p=0,023$). A su vez la acidosis metabólica estuvo asociada con la existencia de disfunción renal aguda o crónica ($p=0,013$), y shock ($p=0,023$). La acidosis respiratoria y la alcalosis metabólica no estuvieron asociados con ninguna condición patológica considerada (Tabla 2).

Tabla 1. Frecuencia de los trastornos ácido base.

| Tipo de trastorno ácido base | n | % |
|---|------------|------------|
| Trastornos puros | | |
| Alcalosis respiratoria | 33 | 26,2 |
| Acidosis respiratoria | 7 | 5,6 |
| Acidosis metabólica | 2 | 1,6 |
| Alcalosis metabólica | 2 | 1,6 |
| Trastornos mixtos | | |
| Acidosis metabólica con alcalosis respiratoria* | 63 | 50,0 |
| Acidosis respiratoria con alcalosis metabólica ** | 6 | 4,8 |
| Alcalosis respiratoria con alcalosis metabólica+ | 5 | 4,0 |
| Acidosis metabólica con acidosis respiratoria* | 4 | 3,2 |
| Ningún trastorno ácido base | 4 | 3,2 |
| TOTAL | 126 | 100 |

*Definido cuando ante un pH anormalmente bajo, el valor del pCO_2 medido está más allá de ± 2 mmHg del pCO_2 esperable para el bicarbonato medido en situaciones de $pH < 7,36$; ** definido cuando ante un pH anormalmente bajo, el bicarbonato medido es > 29 mEq/l para un $pCO_2 > 42$ mmHg medido; + definido cuando el bicarbonato medido es < 21 mEq/l para un $pCO_2 < 36$ mmHg medido.

Tabla 2. Relación entre los trastornos ácido base y las enfermedades.

| Enfermedad | Acidosis metabólica pura o mixta | Alcalosis metabólica pura o mixta | Acidosis respiratoria pura o mixta | Alcalosis respiratoria pura o mixta |
|------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Respiratoria | 24 | 7 | 11 | 38* |
| Cáncer* | 5 | 0 | 1 | 11 |
| Neurológica | 13 | 2 | 4 | 19 |
| DRC o DRA ⁺ | 16* | 2 | 4 | 15 |
| Hematológica | 5 | 1 | 1 | 13 |
| Endocrinológica | 2 | 1 | 2 | 4 |
| ESCV ⁺⁺ | 14 | 4 | 3 | 20 |
| Gastrointestinal | 12 | 1 | 0 | 18* |
| Sepsis | 21 | 4 | 5 | 29 |
| Diabetes Mellitus | 8 | 0 | 2 | 7 |
| Shock | 6* | 0 | 0 | 6 |
| TOTAL | 124 | 22 | 33 | 180 |

* $p < 0,05$; +Disfunción renal crónica o aguda; ++Enfermedad del Sistema Cardiovascular

Tabla 3. Relación de la acidosis metabólica y la alcalosis respiratoria con la edad y diversos parámetros químicos del medio interno.

| | Acidosis metabólica pura o mixta | | | Alcalosis Respiratoria pura o mixta | | |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|-------|
| | SI | NO | p | SI | NO | p |
| Edad (años) | 58,4±19,7 | 68,3±18,6 | 0,022 | 61,1±19,8 | 72,3±17,0 | 0,031 |
| Creatinina* | 3,8±4,9 | 1,1±1,5 | 0,000 | 2,8±4,1 | 1,8±3,3 | n.s |
| Urea* | 96,2±87,0 | 41,4±27,3 | 0,000 | 74,7±74,7 | 57,3±58,7 | n.s |
| Urea/Creatinina | 38,3±21,8 | 53,9±27,6 | 0,001 | 42,3±23,03 | 57,8±31,9 | 0,030 |
| Calcio Total* | 9,9±11,5 | 13,7±21,5 | n.s | 11,5±16,8 | 9,1±0,5 | n.s |
| Calcio molal ⁺ | 1,1±0,14 | 1,6±1,6 | n.s | 1,2±0,2 | 1,9±2,3 | n.s |
| Magnesio* | 1,9±0,2 | 1,8±0,25 | n.s | 1,9±0,22 | 1,9±0,3 | n.s |
| Fósforo* | 5,7±2,6 | 3,6±0,7 | 0,000 | 5,1±2,4 | 3,7±0,9 | 0,008 |
| Sodio ⁺⁺ | 137,6±6,4 | 136,5±5,4 | n.s | 136,9±6,1 | 137,8±5,6 | n.s |
| Potasio ⁺⁺ | 4,6±1,1 | 3,8±0,6 | 0,000 | 4,3±1,02 | 4,1±0,9 | n.s |
| Cloro ⁺⁺ | 104,5±7,4 | 100,2±6,8 | 0,001 | 103,1±7,3 | 100,3±7,5 | n.s |

*(mg/dl); +(mmol/l); ++(mEq/l); n.s= no significativo

Al explorar asociaciones entre los diversos trastornos ácido-base, como disturbios aislados, con la edad y las pruebas bioquímicas realizadas, la acidosis metabólica estuvo asociada a una menor edad de los pacientes y a valores marcadamente mayores de la urea, creatinina, fósforo, potasio y el cloro, así como a una más baja relación de urea/creatinina. A su vez la alcalosis respiratoria estuvo asociada también a menor edad y a valores mayores del fósforo, como también a una menor relación del valor de la urea/creatinina en sangre. La alcalosis respiratoria no estuvo asociada a los productos nitrogenados. Tanto la acidosis metabólica como alcalosis respiratoria no tuvieron asociación con el sodio, el calcio y el magnesio (Tabla 3).

Al analizar la combinación de acidosis metabólica con alcalosis respiratoria, solamente se observó asociación con el haber llegado en estado de shock. De 120 pacientes que no llegaron en shock, 57 (47,5%) presentaron el trastorno mixto, en tanto los seis pacientes que llegaron en estado de shock tuvieron el trastorno mixto (100%) (p=0,012).

DISCUSIÓN

Las alteraciones ácido base se evalúan desde un punto de vista fisiológico, que implica la medición en sangre arterial del pH, el pCO₂ y el HCO₃⁻ pero que debe ser considerada en función de la persona y la disfunción orgánica que la aqueja. De esta manera

el enfoque clínico sobre el paciente puede ser más eficiente y las acciones terapéuticas correspondientes más exitosas.

Aun cuando una limitación del presente estudio ha sido el tamaño de la muestra que fue calculada para obtener los hallazgos más sobresalientes, los resultados muestran algunos aspectos interesantes como el hecho de haber encontrado que la gran mayoría de solicitudes estuvieron bien indicadas por cuanto la proporción de resultados normales fue pequeña (3,2%). Como contraparte, la inesperada baja frecuencia de ciertas alteraciones como la alcalosis metabólica y la acidosis respiratoria no se ha podido analizar con la profundidad debida, pero obliga a futuro realizar estudios de mayor envergadura.

Este estudio es el primero publicado en nuestro medio formalmente en esta área temática probablemente por la poca cantidad de data obtenida sistemáticamente, por lo que debería considerarse como el inicio de un proceso de investigaciones orientadas a mejorar nuestro conocimiento de las alteraciones del medio interno de nuestra población y una primera fase del conocimiento al respecto orientada a ejercer medidas preventivas al respecto. Según la literatura revisada, hay discrepancia en la incidencia y prevalencia de los diversos trastornos del equilibrio ácido-base dentro de los hospitales. Por ejemplo, en una unidad de cuidados intensivos, se observó que el trastorno más frecuente fue la

acidosis metabólica seguida de diversos trastornos mixtos (2). En otro estudio de pacientes atendidos en las emergencias de Turquía, Ataman (10), observó que el trastorno ácido-base más observado fue el trastorno mixto de acidosis metabólica con alcalosis respiratoria (55.4%) seguido por otros trastornos mixtos (21.1%) y luego la alcalosis respiratoria (10%). Un tercer estudio, realizado en un servicio hospitalario de medicina general, mostró una mayor frecuencia de alcalosis respiratoria (42%), seguido de acidosis respiratoria (26%), mientras los trastornos mixtos solamente fueron observados en 6% (11).

Este estudio ha mostrado que el trastorno mixto de acidosis metabólica y alcalosis respiratoria fue el más frecuente, seguido de la alcalosis respiratoria, resultado coincidente con el trabajo de Ataman (10) y que difiere de otros realizados en otras poblaciones. Este análisis de la información existente, refleja la importancia de la población en la que se realiza la observación y subraya que las diferencias en las frecuencias de los disturbios son resultado de las comorbilidades de los pacientes atendidos y los procesos fisiopatológicos que las acompañan, situaciones que son muy diversas entre las poblaciones.

Este trabajo también ha enfocado la atención a las asociaciones entre los sistemas comprometidos y los disturbios existentes, más que a enfermedades específicas o síntomas particulares como se ha realizado en otros estudios. La razón deviene del concepto que una misma enfermedad puede tener múltiples manifestaciones de signos y síntomas, mientras que el medio interno responde a los mecanismos fisiopatológicos intercurrentes.

Los resultados mostraron que el trastorno más prevalente, la alcalosis respiratoria, estuvo asociada a enfermedades respiratorias y gastrointestinales. Esta asociación puede ser explicada por la elevada frecuencia de las infecciones que aquejan a los pacientes en el área de nuestras emergencias, situación que probablemente no haya sido vista en otras realidades. La causa más frecuente de alcalosis respiratoria son las neumonías, la presencia de neumotórax, obstrucción de vías aéreas y derrame pleural masivo. Otros trastornos asociados a la alcalosis respiratoria son los desórdenes neurológicos, hiperventilación paroxística psicogénica, ventilación artificial, intoxicación salicílica e hiperexcitabilidad. La base fisiológica que explica este proceso se halla en la hiperventilación alveolar que genera una caída en la presión parcial del dióxido de carbono, por lo que cualquier enfermedad pulmonar que genere una

elevación de la frecuencia respiratoria ocasionará alcalosis respiratoria (12).

El segundo trastorno más prevalente fue la acidosis metabólica que nuestro análisis mostró estar asociado a disfunción renal aguda o crónica y a la presencia de shock. La disfunción renal asociada a la acidosis metabólica es perfectamente explicable a sabiendas que el riñón es el principal órgano regulador de la sobrecarga de hidrogeniones, por lo que la existencia de disfunción renal sea aguda o crónica, implica una dificultad mayor para manejar sobrecargas inesperadas de hidrogeniones. En la literatura, las causas frecuentes de acidosis metabólica son la cetoacidosis diabética, el shock, la diarrea con pérdida de bicarbonato y la acidosis tubular renal, situaciones coherentes con lo mencionado líneas arriba. En el estado de shock el ácido láctico sumado a pérdida de la función renal en forma aguda o progresiva explica perfectamente la asociación encontrada en este estudio (12).

El estado de shock posee una patogenia por el cual ocurren modificaciones de eventos intra y extracelulares que generan una redistribución de los fluidos corporales y el contenido del agua corporal lo que incrementa la mortalidad y morbilidad del ser humano; uno de los indicadores de la distribución de fluidos en el cuerpo e integridad de membranas es el ángulo de fase, según estudios realizados a personas en cuidados intensivos, se ha demostrado su eficacia con respecto a la predicción del pronóstico de los pacientes (13).

Nuestros resultados también expresan que la población estudiada es una población vulnerable y proclive a enfermedades renales agudas, con una condición de gravedad del paciente notable y frecuentemente invadido por gérmenes patógenos desde su ingreso al hospital que origina los cuadros de sepsis y shock séptico. Estas infecciones son sobresalientemente la de vías respiratorias y gastrointestinales que consecuentemente están asociadas a la alcalosis respiratoria. Esta vulnerabilidad de pacientes ya fue descrita en nuestro medio para quienes llegan a nuestras emergencias con injuria renal aguda (14).

Los trastornos de alcalosis metabólica y acidosis respiratoria fueron escasos, por lo que no fue posible detectar asociaciones específicas con los eventos mórbidos intercurrentes de la población estudiada. Los trastornos mixtos, se presentaron sobresalientemente en pacientes hospitalizados en estado crítico (1). En el estudio, se observaron estos trastornos

mixtos en pacientes adultos mayores frágiles con varias comorbilidades y propensos a una rápida descompensación que requiere el uso de ventilador mecánico.

Nuestro estudio permite concluir que el medio interno no se altera por igual en las poblaciones, sino que estas alteraciones son función de ciertos factores como la vulnerabilidad biológica específica de cada población como la desnutrición o malnutrición, prevalencia de enfermedades crónicas infecciosas y no infecciosas y la exposición crónica a drogas o fármacos. También nos permite concluir que las alteraciones del estado ácido-base generalmente ocurren en función de lo antes mencionado y los sistemas comprometidos, más que en función de enfermedades específicas. En nuestra población que acude a hospitales que atienden fundamentalmente a poblaciones con limitaciones económicas, los trastornos mixtos de acidosis metabólica con alcalosis respiratoria son altamente relevantes y la alcalosis respiratoria es el fenómeno puro más frecuente.

Declaración de financiamiento y de conflictos de intereses:

El estudio se ha realizado con esfuerzo y financiamiento propio de los autores. No existe conflicto de interés alguno.

Contribución de autoría:

Todos los autores han contribuido en forma integral en el diseño, levantamiento de datos, análisis de los mismos y redacción del informe final.

Correspondencia:

Javier Cieza

Correo electrónico: javier.cieza@upch.pe

Teléfono: 998027178

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prieto de Paula J, Franco S, Mayor E, Palomino J, Prieto de Paula J. Alteraciones del equilibrio ácido-base. *Dial Traspl.* 2011; 33: 25-34.
2. Arroyo S, Camacho C, Honorio A. Trastornos ácido-base en la unidad de cuidados intensivos del hospital Víctor Lazarte Echeagaray: Incidencia, estancia hospitalaria y mortalidad. *Acta médica Peruana.* 2007; 24: 91-95.

3. Cieza J, Velásquez S, Miyahira J, Estremadoyro L. Prevalencia de alteraciones del medio interno en pacientes adultos hospitalizados. *Rev Med Hered.* 1996;7(4):154-161.
4. Koenig H. Frecuencia de alteraciones del medio interno en adultos mayores hospitalizados en la Clínica Geriátrica San José. Tesis de segunda especialidad. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2003.
5. Hodgkin J, Soeprono F, Chan D. Incidence of metabolic alkalemia in hospitalized patients. *Critical care medicine.* 1980; 8:725-728.
6. Adrogué H, Madias N. Assessing Acid-Base Status: Physiologic Versus Physicochemical Approach. *Am J Kidney Dis.* 2016; 68(5):1-10.
7. Adrogué H, Madias N. Management of life-threatening acid-base disorders. *N Engl J Med.* 1998; 338(2):26-34.
8. Kishen R, Honoré P M, Jacobs R, Joannes-Boyau O, De Waele E, De Regt J. Facing acid-base disorders in the third millennium—the Stewart approach revisited. *Int J Nephrol Renovasc Dis.* 2014; 7:209-217.
9. Wyka K, Mathews P, Rutkowski J. Foundations of respiratory care., 2nd edition. NewYork: Delmar Cengage Learning; 2011.p. 424-426.
10. Köse A, Erol Armağan E, Öner N, et al. Acid-base disorders in the Emergency Department: Incidence, etiologies and outcomes. *JAEM.* 2014; 13:4-9.
11. Palange P, Carlone S, Galassetti P. Incidence of acid-base and electrolyte disturbances in a general hospital: a study of 110 consecutive admissions. *Recenti Prog Med.* 1990; 81(12):788-791.
12. Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J, editores. *Harrison principios de medicina interna, Volumen 2.* 18ava Edición. Ciudad de México: McGrawHill; 2012.
13. Díaz-De Los Santos M, Cieza J, Valenzuela R. Correlación entre índices de bioimpedancia eléctrica y score Apache II en pacientes con shock séptico. *Rev Med Hered,* 2010; 21 (3):111-117.
14. Lluncor J, Cruz-Encarnación MJ, Cieza J. Factores asociados a injuria renal aguda en pacientes incidentes de un hospital general de Lima-Perú. *Rev Med Hered.* 2015; 26(1):24-30.

Recibido: 01/09/2017
Aceptado: 27/12/2017