



## 8. CASOS PRACTICOS DE ALTERACIONES DEL EQUILIBRIO ACIDO - BASE

A continuación se presentan una serie de casos prácticos resueltos, que pueden servir como modelo para resolver otros casos parecidos.

### Niveles normales del equilibrio ácido - base en sangre arterial

pH	7.40 $\pm$ 0.05
pCO <sub>2</sub>	40 mm Hg
pO <sub>2</sub>	90 - 100 mm Hg
Hemoglobina - O <sub>2</sub> saturación	94 - 100 %
[HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ]	24 meq / L

### Causas de acidosis metabólica

Infarto agudo de miocardio: pH y [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] bajos. Si la pCO<sub>2</sub> es baja, indica una compensación parcial por hiperventilación. En condiciones anaerobias (provocadas por el infarto de miocardio) se produce ácido láctico como principal metabolito = acidosis láctica. La acidosis láctica tarda minutos u horas en revertirse, incluso cuando el corazón comienza a bombear sangre de nuevo. Asimismo, es probable que el paciente sufriera de acidosis respiratoria primaria durante el tiempo en que estuvo sin respirar, pero tras la reanimación y la hiperventilación, dicha acidosis se ha compensado e incluso se ha llegado a disminuir el nivel de pCO<sub>2</sub> arterial.

Cetoacidosis diabética, toxicidad por metanol, toxicidad por etanol, diarrea severa, acidosis tubular renal y disfunción renal crónica.

## Causas de acidosis respiratoria

Fibrosis quística: *La secreción excesiva de mucosidad obstruye las vías respiratorias, reduciendo la ventilación pulmonar. Durante la hipoventilación, aumenta  $pCO_2$ ; el exceso de  $CO_2$  reacciona con el  $H_2O$  para producir  $H_2CO_3$  en la sangre. A su vez, el  $H_2CO_3$  se disocia en  $HCO_3^-$  y  $H_3O^+$ , provocando la disminución del pH sanguíneo.*

Asma, bronquitis crónica, enfisema, distrofia muscular, miastenia gravis, esclerosis lateral amiotrófica, poliomielitis, asfixia y sobredosis de morfina.

## Causas de alcalosis metabólica

Vómitos rebeldes: *producen la pérdida de hidrogeniones que se encuentran presentes en los jugos gástricos ( $pH = 2$ ); dichos hidrogeniones perdidos se reponen con los hidrogeniones procedentes del lumen y de la sangre. De esta forma, aumenta el pH sanguíneo.*

Exceso de antiácidos.

Ingesta de diuréticos (furosemida): *bloquean la reabsorción tubular de  $Na^+$  en el asa de Henle; esto produce un aumento de iones sodio, que son reabsorbidos en la parte distal del túbulo mediante un mecanismo de antiporte acoplado a hidrogeniones.*

Hiperaldosteronismo (síndrome de Conn): *provoca un aumento de la reabsorción tubular de  $Na^+$  y la secreción de  $K^+$  y/o  $H_3O^+$ .*

## Causas de alcalosis respiratoria

Hiperventilación: *pH elevado,  $pCO_2$  baja y  $[HCO_3^-]$  normal.*

*Causas que produzcan hiperventilación: mala programación del ventilador en pacientes con ventilación mecánica, estados de ansiedad, personas poco aclimatadas a la altitud (la baja  $pO_2$  atmosférica estimula la hiperventilación).*

Se recibe un aviso en urgencias para atender a un sufrido estudiante de 1 de Medicina en estado mental alterado. Cuando llega la ambulancia del 112, se encuentran a un varón de 19 años tumbado en la cama. El paciente está consciente pero desorientado. Se le coloca una máscara de oxígeno, se toman los signos vitales y se acopla un monitor cardíaco. Su compañero de habitación del Colegio de Oviedo informa a los médicos de que el paciente es diabético tipo I, y que para "gastarle una novatada", sus amigos le han escondido la insulina; además, el estudiante ha estado sometido a mucho estrés porque tiene que estudiar Bioquímica. Durante las últimas horas, se ha quejado de dolor abdominal difuso, sed y náuseas. Cuando su compañero de habitación ha vuelto de la "*Bibliotheka*", se lo ha encontrado así y ha llamado al 112. El examen físico no revela trauma visible, la temperatura corporal es normal, la piel está seca, presenta incontinencia urinaria, taquicardia, aumento de la respiración en frecuencia y profundidad, y unos niveles de glucosa en sangre de 500 mg/dL.

Los niveles en sangre arterial son los siguientes: pH = 7.24

$$pCO_2 = 24 \text{ mmHg}$$

$$[HCO_3^-] = 11.5 \text{ meq/L}$$

Comente las causas bioquímicas de las manifestaciones fisiológicas del paciente.

*El paciente presenta acidosis metabólica como consecuencia de una cetoacidosis diabética que está intentando ser compensada por hiperventilación; la hiperventilación contribuye a eliminar más CO<sub>2</sub> por vía pulmonar, de modo que los hidrogeniones presentes en sangre reaccionan con el bicarbonato para producir ácido carbónico, que se descompone en agua y CO<sub>2</sub>. De esta forma se intenta tamponar el exceso de hidrogeniones procedentes de ácidos orgánicos producidos por la actividad metabólica. El tratamiento a seguir incluye la rehidratación para corregir el déficit de volumen, la colocación de una máscara de oxígeno (aunque no contribuya significativamente, ya que el paciente está hiperventilando) y la administración de insulina para corregir la hiperglucemia. No es aconsejable perfundir bicarbonato, ya que el sistema respiratorio está intentando compensar el desequilibrio metabólico; sólo se aconseja reponer el bicarbonato si el pH < 7.1 ó [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] = 9 meq/L.*

Dolores Fuertes de Barriga, una mujer de 45 años ha ingresado en urgencias en estado semicomatoso. Cuatro días antes presentaba síntomas gripales, con vómitos persistentes. Asimismo, tiene un historial de diabetes, pero se desconoce si está controlada.

Parámetros medidos: glucemia: 454 mg/dL; pH = 7.24; pCO<sub>2</sub> = 24 mmHg; pO<sub>2</sub> = 91 mmHg; [HCO<sub>3</sub>] = 11.5 meq/L.

Determine el tipo de desequilibrio ácido-base y la causa subyacente.

*Acidosis metabólica como consecuencia de una cetoacidosis diabética (producto del metabolismo de lípidos, ya que el organismo no puede utilizar la glucosa como fuente de energía): pH bajo y [HCO<sub>3</sub>] disminuida, ya que el bicarbonato intenta tamponar el exceso de hidrogeniones en el medio. Se ha puesto en marcha una hiperventilación compensatoria, ya que la pCO<sub>2</sub> está baja, para poder eliminar el ácido carbónico que se ha transformado en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. La administración de insulina corregirá la causa subyacente.*

El Pai, amigo del Chuli y del Cabra, es un varón de 58 años con historial de tabaquismo crónico que ingresa por sintomatología de infección respiratoria severa tras cuatro semanas de convalecencia en su domicilio. Presenta disnea y somnolencia. Al enterarse de que ha de permanecer hospitalizado y no puede ir al Rocío, comienza a alterarse, por lo que se le administra un Valium 10 mg y un neuroléptico. Al día siguiente presenta sudoración excesiva y un estado de confusión y sopor.

Parámetros medidos: pH = 7.27; pCO<sub>2</sub> = 72 mmHg; pO<sub>2</sub> = 108 mmHg

Determine el tipo de desequilibrio ácido-base y la causa subyacente.

*Este paciente presenta una acidosis respiratoria severa: pCO<sub>2</sub> muy elevada. Este desequilibrio está desencadenado por tres factores: EPOC, infección aguda y tratamiento con sedantes. Además, esta acidosis no está compensada, ya que los mecanismos de los que dispone el cuerpo humano no son suficientes para restablecer los valores normales de pH.*

*No se debe producir la hiperventilación, ya que el aumento de la pO<sub>2</sub> eliminará el estímulo del centro respiratorio del bulbo. Además, han de evitarse los sedantes, ya que presentan un efecto depresor sobre el centro respiratorio del bulbo (peligro de muerte por paro respiratorio).*