

GASOMETRÍA ARTERIAL

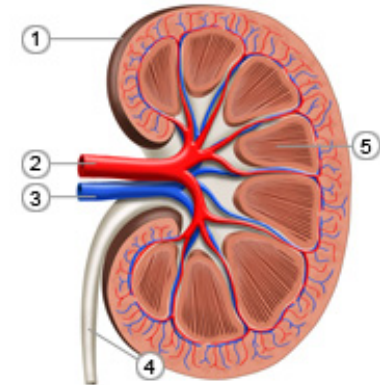
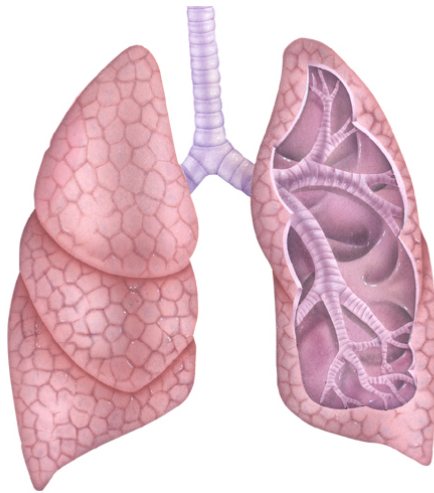
Equilibrio ácido-básico

F.E.A: Dr. Manuel J. Glez. Viñolis

MIR: Dra. Andreea Albu ; Dr. Victor Eduardo Anillo Lombana

Carga ácida diaria:
Protones H^+

Normal funcionamiento de
los mecanismos reguladores



Rango fisiológico:

H^+ 40 +/-4 nEq/l
pH 7.35-7.45

Henderson : $[H^+] = 24 \times (CO_2/HCO_3)$

Conceptos básicos

- **Ácido:** toda sustancia capaz de ceder hidrogeniones
- **Base:** toda sustancia capaz de aceptar hidrogeniones
- **Acidemia:** aumento de la concentración de hidrogeniones
- **Alcalemia:** disminución de la concentración de hidrogeniones
- **Acidosis y alcalosis:** hacen referencia a los procesos fisiopatológicos responsables de dichas situaciones

Díaz R, Mon C, García M.P. Trastornos del equilibrio ácido-base. En: Acedo M.S, Barrios A, Díaz R, Orche S, Sanz R.M. Manual de diagnóstico y terapéutica médica. MSD; 1998: 571-582.

Valores normales

- **pH:** 7.35-7.45
- **pCO₂:** varones: 35-48 mmHg mujeres: 32-45 mmHg
- **pO₂:** 85-95mmHg
- **HCO₃-real:** 21-26 mmol/L
 - es la concentración en el plasma de la muestra. Se puede calcular utilizando la ecuación de Henderson-Hasselbalch
- **HCO₃-estándar:** 21-28 mmol/L
 - es la concentración de bicarbonato en el plasma de sangre equilibrada con una mezcla de gases
- **Exceso/deficit de base:** +2 / -2 mEq/L
 - El valor numérico del exceso (o déficit) de base representa la cantidad teórica de ácido o base que habría que administrar para corregir una desviación de pH

Anión gap

- 8 - 16 mEq/L.
- aniones plasmáticos: bicarbonato, proteínas, cloro, sulfatos, fosfatos y ácidos orgánicos como lactato, piruvato.
- cationes plasmáticos: K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} y Na^+ .
- ANION GAP= SODIO –(CLORO+ BICARBONATO)
- El incremento del anión gap puede producirse por el aumento de los aniones no medidos (administración de soluciones que contengan albúmina, administración de carbenicilina, sulfatos, fosfatos) o bien por un descenso de los cationes no medidos (magnesio, calcio, potasio).

Trastornos ácido básicos

Alteración primaria	Alteración primaria	pH	Alteración compensatoria	EB
ACIDOSIS METABÓLICA	HCO_3^- ↓	↓	pCO_2 ↓	disminuido
ACIDOSIS RESPIRATORIA	pCO_2 ↑	↓	HCO_3^- ↑	aumentado
ALCALOSIS METABÓLICA	HCO_3^- ↑	↑	pCO_2 ↑	aumentado
ALCALOSIS RESPIRATORIA	pCO_2 ↓	↑	HCO_3^- ↓	disminuido

Acidosis metabólica

- * $\downarrow$ pH $\downarrow$ HCO_3^- $\downarrow$ pCO_2 (hiperventilación)
- * *las acidosis metabólicas pueden ser consecuencia de la suma de ácidos fijos o la pérdida de bicarbonato, para poder diferenciar una de otra, debemos calcular el anión Gap.*
- * Con anión GAP elevado (por adición de ácidos fijos).
- * Con anión GAP normal hiperclorémicas (por pérdida de Bicarbonato). El aumento en la concentración de cloro se debe a que si el Bicarbonato desciende, el Cloro aumenta para mantener la electroneutralidad del medio.

Alcalosis metabólica

- * $\uparrow$ pH $\uparrow$ HCO_3 $\uparrow$ pCO_2 (hipoventilación)
- * *La concentración de cloro disminuye para compensar la elevación de bicarbonato*
- * *anion gap aumenta en proporción a la severidad de la alcalosis,*
- * *casi siempre se observa también una hipokaliemia.*

Acidosis respiratoria

- * $\downarrow$ pH $\uparrow$ pCO₂ $\uparrow$ HCO₃
- * Insuficiente eliminación de CO₂ por los pulmones (hipoventilación)

Alcalosis respiratoria

* ↑ pH ↓ pCO₂ ↓ HCO₃

Causas más frecuentes

Histeria y llanto prolongado. Estados de ansiedad

Intoxicación por salicilatos

Insuficiencia hepática

Trastornos del control por parte del SNC del sistema respiratorio

Asma

Fiebre

Ejercicio

Embolismo pulmonar

Uso de respiradores mecánicos

Clínica

Síntomas de hipocalcemia

Deterioro del nivel de conciencia

Síncope

Arritmias

Interpretación de los trastornos ácido básicos

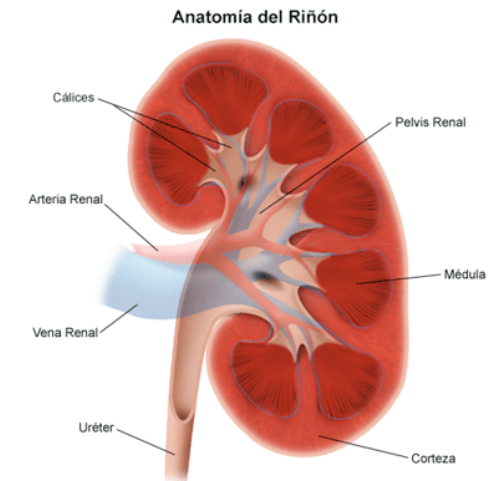
- * Acidosis metabólica
- * Alcalosis metabólica
- * Acidosis respiratoria (Aguda vrs Crónica)
- * Alcalosis respiratoria (Aguda vrs Crónica)

Compensación de los trastornos acido-base

* Alteración metabólica



* Alteración Respiratoria



LO MÁS IMPORTANTE:

- * Diagnosticar el trastorno acido-base primario
- * Determinar el grado compensación
- * Diagnosticar un trastorno sobreañadido
- * Diagnosticar si existe algún trastorno mixto

¿Como se diagnostica el trastorno primario?

* Utilizaremos el pH y la PaCO₂

PaCO ₂	pH	Alteración acido básica
Alterado hacia arriba	Alterado hacia arriba	Trastorno primario metabólico
Alterado hacia abajo	Alterado hacia abajo	Trastorno primario metabólico
Alterado hacia abajo	Alterado hacia arriba	Trastorno primario respiratorio
Alterado hacia arriba	Alterado hacia abajo	Trastorno primario respiratorio
Normal	Alterado (si esta hacia arriba o hacia abajo me indica si es acidosis o alcalosis y el origen es metabólico)	Trastorno mixto
Alterado (si esta hacia arriba o hacia abajo me indica si es acidosis o alcalosis y el origen es respiratorio)	Normal	Trastorno mixto

Caso clínico 1

- Un hombre de 44 años de edad, consulta a la urgencia por cuadro clínico de 2 días de evolución consistente en diarrea (7 episodios al día, sin productos patológicos). En el examen físico se evidencia signos claros de deshidratación.
- Analítica: electrolitos séricos: : Na⁺ 134, K⁺ 2.9, Cl⁻ 108, HCO₃⁻ 16, BUN 31, Cr 1.5.
- Gases arteriales: pH 7.2 pCO₂ 25 mmHg, HCO₃ 10 pO₂ 93 mmHg

Compensación de la acidosis metabólica

$$\text{Expected PaCO}_2 = (1.5 \times \text{HCO}_3) + (8 \pm 2)$$

- Ph: 7,2
- HCO₃: 10
- PaCO₂: 25
- PaCO₂: $(1.5 \times 10) + (8 \pm 2) = 15 + 8 \pm 2$
- PaCO₂: 23 ± 2 (25-21)

Posibilidades:

PaCO₂: 25: Acidosis metabólica compensada.

PaCO₂ > 25: Acidosis metabólica mas acidosis respiratoria sobreañadida.

PaCO₂ < 21: Acidosis metabólica mas alcalosis respiratoria sobreañadida.

CASO CLÍNICO II

- Se presenta el caso de una mujer de 20 años remitida por su médico de cabecera por presentar desde varias semanas una clínica muy inespecífica de debilidad generalizada, mialgias, calambres en miembros inferiores y episodios compatibles con espasmos carpo-pedales.
- Analítica: urea: 33 mg/dl; creatinina: 0,7 mg/dl; sodio: 141 mEq/l; potasio: 2,2 mEq/l; calcio: 10,4 mg/dl; Fósforo: 3,8 mg/dl.
- Gasometría arterial: pH: 7,6; bicarbonato: 32mmol/l; PCO₂: 44.2 mmHg.

Compensación de la alcalosis metabólica

$$\text{Expected PaCO}_2 = (0.7 \times \text{HCO}_3) + (21 \pm 2)$$

- * Ph: 7,6
- * HCO₃: 32
- * PaCO₂: 44.2
- * PaCO₂: $(0,7 \times 32) + (21 \pm 2) = 22.4 + 21 \pm 2 =$
- * PaCO₂: 43.4 ± 2 (45.4- 41.4)
- * Posibilidades:
 - PaCO₂: 44.4: Alcalosis metabólica compensada.
 - PaCO₂ > 45.4: Alcalosis metabólica mas acidosis respiratoria sobreañadida.
 - PaCO₂ < 41.4: Alcalosis metabólica mas alcalosis respiratoria sobreañadida.

¿Qué es más importante con las alteraciones respiratorias?

- ¿Determinar el grado de compensación?
- ¿Determinar si es aguda o crónica?

■ Acidosis Respiratoria Aguda

↑ PCO₂ 10mmHg ↑ HCO₃ 1mEq/l

■ acidosis respiratoria crónica

↑ PCO₂ 10 mmHg ↑ HCO₃ 3,5mEq/l (55)

Identifique el trastorno primario

- * Un hombre de 70 años con historia de EPOC se presenta a la urgencia con marcada disnea y empeoramiento de su clase funcional.
- * ABG: pH 7.24, PCO₂ 60 mmHg, PO₂ 52 HCO₃⁻ 27.

¿Cómo saber si la acidosis es aguda o crónica?

- En una situación aguda, por cada 1 mm Hg que se incrementa la PaCO₂ se produce un cambio en el pH de 0.008 unidades.

$$\text{Expected pH} = 7.40 - [0.008 \times (\text{PaCO}_2 - 40)]$$

- pH: 7.24
- PaCO₂: 60
- pH: $7.4 - \{0.008 \times (60 - 40)\} = 7.4 - (0.008 \times 20)$
- pH: $7.4 - 0.16 = 7.24$

Acidosis respiratoria aguda

Tres situaciones:

- * pH medido igual al ph calculado
- * pH medido es mayor que el calculado: se le adiciona una alcalosis metabólica
- * pH medido menor que el calculado: se le adiciona una acidosis metabólica

Identifique el trastorno primario

- * Paciente de 19 años que ingresa a la urgencia por cuadro clínico de 20 minutos de evolución consistente en taquipnea, temblor, parestesias en cara y en miembros superiores después de una pelea con el novio.
- * pH: 7.54, PaCO₂: 22

Alcalosis respiratoria aguda

$$\text{Expected pH} = 7.40 + [0.008 \times (40 - \text{PaCO}_2)]$$

- pH: 7.54
- PaCO₂: 22
- pH: 7,40 + { 0.008 x (40 - 22)} =
- 7,40 + { 0.008 x 18} = 7,40 + 0,144 = 7,54

Alcalosis respiratoria aguda

Tres situaciones:

- * pH medido igual al ph calculado
- * pH medido mayor que el calculado: se le adiciona una alcalosis metabólica
- * pH medido menor que el calculado: se le adiciona una acidosis metabólica

Identifique el trastorno primario

- * Se trata de un paciente de 76 años de edad que consulta por que desde hace 3 días esta con tos y expectoración blanquecina. AP: EPOC con OD de 15 años de evolución. Al examen físico no presenta signos de dificultad respiratoria.
- * pH: 7,34
- * PaCO₂: 60

Acidosis y alcalosis respiratoria crónica

*En una situación crónica por cada 1 mm Hg que se incrementa la PaCO₂ se produce un cambio en el pH de 0.003 unidades.

$$\text{Expected pH} = 7.40 - [0.003 \times (\text{PaCO}_2 - 40)]$$

*pH: 7,34

*PaCO₂: 60

*pH: $7.40 - \{0.003 \times (60 - 40)\} =$

* $7.40 - \{0.003 \times 20\} = 7.40 - 0.06 = 7.34$

Acidosis respiratoria crónica

Tres situaciones:

- * pH medido igual al ph calculado
- * pH medido mayor que el calculado: se le adiciona una alcalosis metabólica
- * pH medido menor que el calculado: se le adiciona una acidosis metabólica

Alcalosis respiratoria crónica

$$\text{Expected pH} = 7.40 + [0.003 \times (40 - \text{PaCO}_2)]$$

- pH: 7,44
- PaCO₂: 26
- pH: $7.40 + \{ 0.003 \times (40 - 26) \} =$
- $7,40 + \{ 0.003 \times 14 \} = 7,40 + 0,042 = 7,44$

Alcalosis respiratoria crónica