

Capítulo 6

PARTE 4/4

PROBLEMAS Y PREGUNTAS

♣ *Para resolver estos problemas usted necesitará las fórmulas que se encuentran la última página*

PROBLEMA 1

En un laboratorio se prepara una solución que contiene:

NaHCO₃⁻.....0,21 g

agua destc.s.p. 100 mL

Como el peso molecular del bicarbonato de sodio es de 84 g/mol, la solución tendrá una concentración de:

a) mmol/L de NaHCO₃⁻

una vez preparada, se le mide el pH y se agrega HCl hasta que éste sea de 7,4. En ese momento, la relación entre base conjugada (B) y el ácido débil (A) será:

b) B/A

la concentración de B (HCO₃⁻) será:

c) [HCO₃⁻] mEq/L

INDICE – Parte 4	Pág
PROBLEMAS Y PREGUNTAS	1
- PROBLEMA 1	1
- PROBLEMA 2	2
- PROBLEMA 3	2
- PROBLEMA 4	3
PRUEBA DE AUTOEVALUACION	4
RESPUESTAS	10
FORMULAS USADAS	12

PROBLEMA 2

Un estudiante desea saber la $[\text{HCO}_3^-]$ de dos muestras de sangre que tienen los siguientes valores:

	Muestra 1	Muestra 2
pH	7,35	7,52
pCO₂	60 mm Hg	37 mm Hg

Para ello recurre a las curvas de la Fig. 8.10, donde encuentra que:

- a) Muestra 1: $[\text{HCO}_3^-]$ mmol/L
- b) Muestra 2 : $[\text{HCO}_3^-]$ mmol/L

Como encuentra que leer las curvas es muy impreciso, decide calcular la $[\text{HCO}_3^-]$ y encuentra:

- a) Muestra 1: $[\text{HCO}_3^-]$ mmol/L
- b) Muestra 2 : $[\text{HCO}_3^-]$ mmol/L

PROBLEMA 3

A continuación se señalan los pH y PCO₂ de 4 muestras de sangre. Utilizando la Fig. 8.28 indique si hay un exceso de base buffer (EBB) o un déficit de base buffer (DBB)

- 1) pH: 7,30; PCO₂ : 70 mm Hg; Base buffer
- 2) pH: 7,20; PCO₂: 50 mm Hg; Base buffer:.....
- 3) pH: 7,60; PCO₂: 25 mm Hg; Base buffer:.....
- 4) pH: 7,40; PCO₂: 30 mm Hg; Base buffer:

PROBLEMA 4

Al hospital ingresa un niño con el diagnóstico de **acidosis tubular renal**, una enfermedad renal congénita en la que, por un defecto tubular, se excreta bicarbonato por la orina. Al mismo tiempo ingresa otro niño con una **diabetes grave**. A los dos se le extrae sangre arterial que se envía al laboratorio para el estudio de electrolitos y equilibrio ácido-base. Los resultados son:

	Muestra NL	Muestra RJ
pH	7,32	7,34
PCO₂	36 mm Hg	38 mm Hg
Na⁺	137 mEq/L	142 mEq/L
K⁺	2,5 mEq/L	4,7 mEq/L
Cl⁻	107 mEq/L	92 mEq/L

Con estos datos se calcula (complete los cuadros en blanco y subraye lo que corresponde)

	Muestra NL	Muestra RJ
[HCO₃⁻]		
Base Buffer	exceso-defecto	exceso-defecto
Brecha de los aniones	mEq/L	mEq/L

Por estos resultados se puede concluir que:

a) Ambos pacientes tienen acidosis respiratoria - acidosis metabólica (subraye lo que corresponde) ya que

b) La muestra NL corresponde al paciente con acidosis tubular renal - acidosis diabética (subraye lo que corresponde) ya que

c) La muestra RJ corresponde al paciente con acidosis tubular renal - acidosis diabética (subraye lo que corresponde) ya que

PRUEBA DE AUTOEVALUACION

1) Se prepara una solución de Na₂HP₄ de 3 mmol/L y se la lleva a pH 7,8. Luego se burbujea la solución con una mezcla gaseosa de O₂ 95% y CO₂ 5% (carbógeno). Como consecuencia de esto ocurrirá (señale la línea con todas las opciones correctas)

	pH	[H ₂ PO ₄ ⁻]	[HPO ₄ ⁼]
a)	↓	↓	↑
b)	=	↑	↓
c)	↑	↓	↑
d)	↓	↑	↓
e)	↓	=	=

2) Hay varias maneras de calcular la $[\text{HCO}_3^-]$ Señale la línea en que todas las opciones son correctas.

a)	$[\text{HCO}_3^-] = 0,03 \cdot \text{PCO}_2$ $[\text{HCO}_3^-] = 10^{\text{pH} - \text{pK}}$
b)	$[\text{HCO}_3^-] = \text{CO}_2 \text{ disuelto} - \text{TCO}_2$ $[\text{HCO}_3^-] = \text{CO}_2 \text{ disuelto} - (\text{pH} - \text{pK})$
c)	$[\text{HCO}_3^-] = \text{PCO}_2 \cdot 10^{\text{pH} - \text{pK}}$ $[\text{HCO}_3^-] = \text{TCO}_2 - 0,03 \text{ PCO}_2$
d)	$[\text{HCO}_3^-] = \text{TCO}_2 - 0,03 \cdot \text{PCO}_2$ $[\text{HCO}_3^-] = 0,03 \cdot \text{PCO}_2 \cdot 10^{\text{pH} - \text{pK}}$
e)	$[\text{HCO}_3^-] = \text{TCO}_2 \cdot 10^{\text{pH} - \text{pK}}$ $[\text{HCO}_3^-] = 10^{\text{PCO}_2 - \text{pH}}$

3) Para demostrar el cambio de afinidad de la hemoglobina por el H^+ al perder su O_2 se puede decir (señale LAS opciones correctas - **son más de una!**)

- a) Al pasar de HbO_2 a Hb se pueden agregar 0,7 mmol de H^+ por cada mmol de Hb sin que el pH cambie.
- b) Al pasar de HbO_2 a Hb el pH de la sangre pasa de 7,40 a 7,68.
- c) Al pasar de Hb a HbO_2 se debe agregar 0,7 mmol de H^+ por cada mmol de Hb para que el pH se mantenga en 7,40.
- d) Al pasar de HbO_2 a Hb debe agregarse 0,7 mmol de H^+ por cada mmol de Hb para que el pH se mantenga en 7,40.
- e) Al pasar de Hb a HbO_2 el pH espontáneo de la sangre pasa de 7,40 a 7,68.

4) Una persona sana tiene una FG de 120 mL/min y una concentración de HCO_3^- en plasma de 24 mmol/L. En orina no se encuentra bicarbonato, por lo que se calcula que se ha secretado, a nivel tubular, una cantidad de H^+ igual a (señale la correcta)

- a) 2,48 mmol/día
- b) 24 mmol/día
- c) 42 mmol/día
- d) 4050 mmol/día
- e) 4147 mmol/día

5) La acetazolamida actúa como diurético al (señale **las** correctas - hay más de una)

- a) Aumentar la secreción de H^+
- b) Disminuir la formación de HCO_3^- intracelular
- c) Inhibir la formación de CO_2 en la luz tubular.
- d) Inhibir el antitransporte $H^+ - Na^+$
- e) Inhibir el antitransporte $Cl^- - HCO_3^-$

6) En un asmático, con hipoventilación alveolar moderada, es posible encontrar (N; normal) (en las siguientes preguntas, utilice el diagrama de Davenport para averiguar cual fue el desequilibrio inicial y su posible compensación)

	pH sanguíneo	PCO ₂	Reabsorción renal HCO ₃ ⁻	Base buffer
a)	↓	↑	↓	EBB
b)	↑	↑	↓	N
c)	↑	↓	↑	DBB
d)	N ó ↓	↑	↑	EBB
e)	N • • ↓	↑	↑	N

7) En una diarrea severa por rotavirus, lo más probable que ocurra es (señala la correcta)

	pH sanguíneo	PCO ₂	Reabsorción renal HCO ₃ ⁻	Base buffer
a)	↑	↓	↑	EBB
b)	↓	↓	↑	N
c)	↓	↓	↑	DBB
d)	N ó ↓	↑	↓	EBB
e)	N ó ↑	↓	↑	N

8) En una estenosis pilórica hay una gran dificultad para el vaciado estomacal y vómitos repetidos. Se produce, en consecuencia una (señale la correcta)

- a) Alcalosis metabólica por pérdida de Cl^-
- b) Alcalosis metabólica por aumento de la secreción de H^+ .
- c) Alcalosis metabólica por ganancia neta de HCO_3^-
- d) Acidosis metabólica por aumento de la secreción de H^+ .
- e) Acidosis metabólica por pérdida de HCO_3^-

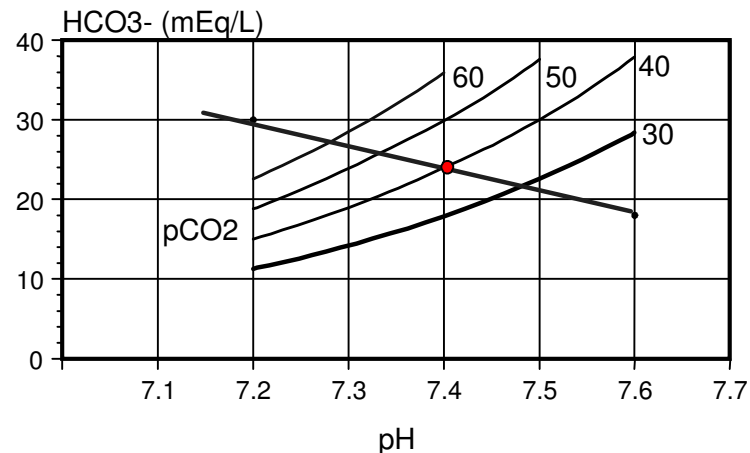
9) Un aumento de los aniones no medidos (brecha de los aniones) se puede deber (señale la correcta)

- a) Entrada excesiva de HCO_3^- a la sangre
- b) Aumento de la frecuencia respiratoria
- c) Entrada de H^+ no acompañados por Cl^-
- d) Una acidosis respiratoria
- e) Una hiponatremia de cualquier causa.

10) En una muestra de sangre arterial se encuentran los siguientes valores:

pH: 7,38 --- PCO_2 : 64 mm Hg -- $[\text{HCO}_3^-]$: 38 mmol/L

Marque en el diagrama siguiente. Ese punto y busque, en las opciones que siguen, el camino posible



- a) Un aumento de la $[\text{HCO}_3^-]$ por ingesta de HCO_3^- compensada con una hipoventilación.
- b) Una acidosis respiratoria.
- c) Un problema respiratorio, en el que la acidosis está compensada con una retención de HCO_3^-

- d) Una alcalosis metabólica
 e) Una pérdida de H^+ por vómitos, compensada con una hipoventilación.

11) La siguiente es una lista de algunas de las situaciones que pueden cursar con un desequilibrio ácido-base. En cada uno de los casos, haga el "camino" en un diagrama de Davenport e indique que clase de alteración encuentra.

	pH	HCO ₃ ⁻	PCO ₂	Causa
1	7,40	24,1	40	--
2	7,28	18,1	40	ingesta. cloruro de amonio
3	7,20	12	30	acidosis diabética
4	7,50	30,1	40	ingesta. de bicarbonato
5	7,56	49,8	58	vómito prolongado
6	7,34	25	48	respiración. CO ₂ al 7%
7	7,34	33,5	64	enfisema
8	7,53	22,0	27	hiperventilación
9	7,48	18,7	26	residencia a 3000 m

Recuerde los pasos que se siguieron: 1) la ubicación de la situación original en el esquema de Davenport 2) el camino para llegar desde el punto 7,4, 24, 40 al punto indicado por el análisis de gases en sangre 3) el camino de la posible compensación.

RESPUESTAS

PROBLEMAS

- 1) a) 25 mmol/L
b) 19,95...20 mmol/L
c) 23,8 mmol/L
- 2) a) 32 mmol/L
b) 28 mmol/L
c) 32 mmol/L
d) 29 mmol/L
- 3) 1) EBB
2) DBB
3) EBB
4) DBB

4) **NL** **RJ**

[HCO₃⁻] 17,9 mEq/L 19,8 mEq/L

**Base
buffer** DBB DBB

**Brecha
de los
aniones** 14,6 mEq/L 36,9 mEq/L

4a) Ambos (NL y RJ) tienen acidosis metabólica, uno por ganancia de H⁺ y el otro por pérdida de bicarbonato
4b) NL tiene una acidosis tubular renal, ya que por el defecto tubular se perdió bicarbonato, pero la brecha de los aniones se mantuvo normal.
4c) RJ tiene una acidosis diabética ya que por la entrada de ácidos se perdió bicarbonato, pero como el H⁺ no entró acompañado de Cl⁻, la brecha de los aniones aumentó.

PRUEBA DE AUTOEVALUACION

- | | |
|------------|-------------|
| 1) d | 6) d |
| 2) d | 7) c |
| 3) a; b; c | 8) c |
| 4) e | 9) c |
| 5) b; c; d | 10) a; c; e |

11) No se dan las respuestas a los 9 casos de esta pregunta.. . ¡debe hacer el esfuerzo!

LECTURAS RECOMENDADAS

Un clásico: Davenport, HW. El ABC de la química ácido- base, Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1966 (hay otras ediciones en castellano)

Barne RM y Levy NM. Physiology. Mosby Inc. 4th Ed. San Luis, Missouri, 1998

Best y Taylor. Bases Fisiologicas de la Práctica Médica. West JB. Director. Editorial Médica Pamericana, Mexico, 1998

Devlin TM *Bioquímica. Libro de Texto con Aplicaciones Clínicas*. 3^a edición. Barcelona, ed. Reverté, 1999

FORMULAS USADAS EN ESTE CAPITULO**CONCENTRACION DE H⁺**

$$\text{pH} = \log \frac{1}{\text{mol/L de H}^+}$$

$$1 \text{ nmol} = 10^{-9} \text{ mol}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

CO₂ DISUELTO

$$\text{CO}_2 \text{ disuelto: } 0,03 \cdot \text{PCO}_2$$

HENDERSON-HASSELBALCH**a) general**

$$\text{pH} = \text{pK} + \log \frac{[\text{BASE CONJUGADA}^-]}{[\text{ACIDO DEBIL}]}$$

b) modificada para CO₂ disuelto

$$\text{pH} = 6,1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{0,03 \cdot \text{PCO}_2}$$

RELACION BASE CONJUGADA / ACIDO DEBIL

$$\text{B/A} = 10^{\text{pH} - \text{pK}}$$

CO₂ TOTAL

$$\text{TCO}_2 = [\text{CO}_2 \text{ disuelto}] + [\text{HCO}_3^-]$$

CONCENTRACION DE HCO₃⁻

$$[\text{HCO}_3^-] = 0,03 \cdot \text{PCO}_2 \cdot 10^{\text{pH} - \text{pK}}$$

VALORES DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS DEL EQUILIBRIO ACIDO-BASE (Las cifras entre paréntesis son las aceptadas como normales)

Sangre arterial

pH: 7,40 (7,35 – 7,45)

PCO₂: 40 mm Hg (35 – 45)

[HCO₃⁻]: 24 mmol/L (22 – 25)

CO₂ disuelto: 1,2 mmol/L

CO₂ total: 25,2 mmol/L (23 – 27)

Exceso de Base: + 2 a – 2 mmol/L

Brecha de los Aniones
(sangre venosa): 12 a 16 mmol/L

**FIN DEL TOMO 1
del
Manual de Fisiología y Biofísica para Estudiantes de
Medicina**

Ricardo Montoreano. Edición electrónica 2002



La despedida de Esculapio fue también la de Norberto Rey, que falleció el 30 de octubre de 1987, cuando la primera edición de este Manual estaba en preparación