

# Capítulo 3

## PARTE 3/3

### PROBLEMAS Y PRUEBA DE AUTOEVALUACION

#### PROBLEMA 1

- Calcular si un paciente se encuentra en balance hidroelectrolítico.
- Estimar el volumen y composición de las soluciones de reemplazo.

INDICE – PARTE 3	Pág
PROBLEMA 1	1
PROBLEMA 2	5
PROBLEMA 3	7
PROBLEMA 4	9
AUTOEVALUACION	11
RESPUESTAS	16
LECTURAS RECOMENDADAS	16

En la vida habitual de un individuo sano hay, sin duda, cambios transitorios del balance hidroelectrolítico que son rápidamente compensadas por la ingesta de agua o por la formación de orinas hipo o hiperosmóticas. Una situación diferente es la de un sujeto enfermo en la que su balance debe ser MANTENIDO por medios artificiales. Esto es lo habitual en los casos de accidentados o personas que han sido sometidas a intervenciones quirúrgicas. No intentaremos aquí enseñar a los estudiantes estas técnicas, pero si señalarle los pasos a seguir para saber si el paciente está o no en balance y mostrarle cuales serían, en general, las medidas que se deberían adoptar. En el problema 1A, luego de la presentación del caso, iremos mostrando cómo obtener el resultado: lo único que se le pide es que complete los espacios en blanco. En el Problema 1B, todo quedará a cargo del estudiante.

**1A** Un paciente de 54 años de edad y 78 kg de peso sale de la sala de cirugía, donde fue operado de las vías biliares, quedando con un drenaje (un tubuladura que conecta su colédoco con el exterior, *drenando* bilis). El cirujano simplemente ordena: "Mantener balance hidrosalino. No agua o alimentos por vía oral en las primeras 24 horas". El médico residente indica inyectar 2 litros de NaCl 0,9% y 2 litros de solución de glucosa al 5% en 24 horas. En las primeras 24 horas se recoge lo siguiente:

1) Orina: volumen: 1520 mL

Na<sup>+</sup> : 80 mEq/ L      K<sup>+</sup> : 17 mEq/ L

2) Líquido de drenaje: Volumen: 740 mL      Na<sup>+</sup> : 123 mEq/ L      K<sup>+</sup> : 17 mEq/ L

3) Sudor y pérdida

insensible (estimado): Volumen: 1200 mL      Na<sup>+</sup>: 0      K<sup>+</sup> : 0

En base a estos datos se puede hacer la siguiente tabla de balance:

### EGRESOS

1) AGUA: (1+2+ 3) = ..... mL

2) SODIO

2a) Na<sup>+</sup> orina: C<sub>O</sub> . V<sub>O</sub> = .... mEq

2b) Na<sup>+</sup> drenaje: C<sub>d</sub> . V<sub>d</sub> = .... mEq

2c) Na<sup>+</sup> total ..... mEq

3) POTASIO

3a) K<sup>+</sup>: C<sub>O</sub> . V<sub>O</sub> = ..... mEq

### INGRESOS

4) Solución de NaCl 0,9%

4a) ..... mEq/ L de Na<sup>+</sup>

4b) ..... mL inyectados

4c) .....mEq totales de Na<sup>+</sup>

5) Solución de glucosa al 5%

5a) volumen inyectado: ..... mL

**BALANCE**

a) Volumen

negativo-positivo de ..... mL

b) Na<sup>+</sup>:

negativo-positivo de ..... mEq

c) K<sup>+</sup>

negativo-positivo de ..... mEq

**Respuestas:**

a)	3460 mL	4a)	154 mEq/L
2a)	121 mEq	4b)	2000 mL
2b)	91 mEq	4c)	308 mEq
2c)	212 mEq	5a)	200 mL
3a)	18,2 mEq	6a)	+540 mL
3b)	12,6 mEq	6b)	+96 mEq
3c)	30,8 mEq	6c)	-31 mEq

**Comentario:** Hay un exceso en el volumen de agua y la cantidad de  $\text{Na}^+$  inyectados, pero esto no es muy importante si el paciente tiene buena función renal. Lo que hay, sí, es un déficit de  $\text{K}^+$ . El error estuvo en no dar, en alguna forma, soluciones con  $\text{K}^+$ .

**1B** Un hombre de 72 kg de peso comienza a trabajar en una fundición de acero, cerca de un horno. Como el ambiente tiene una temperatura cercana a los  $40\text{ }^\circ\text{C}$ , se decide estudiar su balance de agua y de  $\text{Na}^+$  durante un período de 3 horas. Durante ese lapso el obrero toma el volumen de agua que quiere y se mide el volumen perdido por perspiración y por sudor y su composición, así como el volumen y composición de la orina. Los datos obtenidos son:

### **EGRESOS**

Perspiración: 370 mL/ 3horas

Agua de respiración: 100 mL/ 3 horas

Sudor:

Volumen: 2900 mL/ 3 horas

$\text{Na}^+$ : 30 mEq/L

Orina:

Volumen: 180 mL/ 3 horas

$\text{Na}^+$  : 103 mEq/L

### **INGRESOS**

Agua de bebida: 3,75 litros

En esas condiciones, el obrero ha tenido:

- a) Un balance positivo-negativo de agua de ..... mL
- b) Un balance positivo- negativo de  $\text{Na}^+$  de ..... mEq
- c) Para compensar la pérdida de sal se le podría recomendar que ingiera, durante el turno de 3 horas, sellos o cápsulas de  $\text{NaCl}$ . La cantidad de  $\text{NaCl}$  a ingerir es de ..... g de  $\text{NaCl}$ .

## Respuestas

- a) + 800 mL
- b) - 88 mEq
- c) 5,1 g  $\Omega$  5 g

### PROBLEMA 2

**Objetivo:** Calcular los volúmenes y concentraciones de los compartimentos corporales luego de una situación que modifique el balance de agua.

En base a los 3 ejemplos que se han dado en el texto, usted debería poder resolver, dentro de los esquemas simples que hemos usado, la mayoría de las situaciones de desequilibrio hídroelectrolítico. En el Problema 2 A daremos un caso y señalaremos los pasos que *podrían* ser necesarios para llegar a los resultados. No es único camino para llegar a ellos, pero es uno de los tantos métodos a usar. En el Problema 2 B la resolución queda totalmente a su cargo.

**2A** A un hombre de 54 kg de peso se le solicita que done sangre para un familiar que será operado en el Hospital. En el Banco de Sangre se le extraen, de una vena del pliegue del codo, 400 mL de sangre. Poco después, el sujeto siente sed y bebe 500 mL de agua. Si sus volúmenes y las concentraciones en el EC e IC, antes de la extracción, eran normales, se pueden calcular 2 cosas: los volúmenes y concentraciones inmediatamente después de donar la sangre y los volúmenes y concentraciones después de tomar el agua.

Para ello se puede razonar en este orden:

- 1) ¿Cuál era el volumen EC original?
- 2) ¿Cuál es el volumen de agua EC extraído, considerando sólo el plasma (con 100% de agua) y un hematocrito del 45%?
- 3) ¿Cuál es la masa osmolar EC extraída, usando el mismo razonamiento que en 2?
- 4) ¿Cuál es el volumen de agua EC que queda?
- 5) ¿Cuál es la osmolaridad EC resultante?
- 6) ¿Qué volumen de agua se mueve del EC al IC o del IC al EC?
- 7) ¿Cuál es el volumen EC e IC luego de la extracción?
- 8) ¿Cuál es la osmolaridad EC e IC de equilibrio?
- 9) Al tomar el agua, ¿qué pasa con la osmolaridad EC e IC?
- 10) ¿Luego de tomar agua, qué volumen IC queda en el equilibrio?
- 11) ¿Luego de tomar agua, qué volumen EC queda en el equilibrio?

## RESPUESTAS

- 1) 10,8 litros
- 2)  $400 \text{ mL} \cdot 0,55 = 220 \text{ mL}$
- 3)  $290 \text{ mOsm/L} \cdot 0,220 \text{ L} = 63,8 \text{ mOsm}$
- 4) 10,580 litros
- 5)  $290 \text{ mOsm/L}$ , la misma que antes de la extracción, ya que se extrajo un líquido isotónico.
- 6) ninguno
- 7) 10,58 y 21,6 litros
- 8)  $290 \text{ mOsm/L}$
- 9) baja a  $286 \text{ mOsm/L}$ , ya que:

$$\text{OSM EC e IC} = \frac{(54 \cdot 0,6 \cdot 290) - 63,8 \text{ mOsm}}{(54 \cdot 0,6) + (0,5 - 0,22 \text{ L})} = 286 \text{ mOsm/L}$$

donde 0,6 es la fracción del peso corporal ocupada por agua. Se supone un primer paso en que la osmolaridad EC baja a menos de  $286 \text{ mOsm/L}$ , hay un movimiento de agua del EC al IC y se llega al equilibrio

- 10) 21,9 L, ya que:

$$\text{MASA IC inicial} = \text{MASA IC final}$$

$$V_f = V_i \cdot C_i / C_f = (54 \cdot 0,4) \cdot 290 / 286 = 21,9 \text{ L}$$

Como el IC tenía  $(54 \cdot 0,4) = 21,6 \text{ L}$ , ha ganado  $0,3 \text{ L}$

- 11) 10,28 L, ya que tenía, luego de la extracción (punto 4), 10,58 L, y se fueron al IC  $0,3 \text{ L}$

**2B** Una paciente de 61 kg recibe, por vía endovenosa, 1 litro de solución de NaCl al 0,45% y 1 litro de solución de glucosa al 5%. Calcule:

- a) la masa osmolar inyectada, suponiendo que en el tiempo que duró la infusión la glucosa no se ha metabolizado.
- b) La osmolaridad EC e IC de equilibrio, en esas mismas condiciones.
- c) El volumen EC e IC de equilibrio, en esas mismas condiciones

**Respuestas:**

- a) 422 mOsm
- b) 286 mOsm/L (usando  $g = 0,94$ )
- c) 13,84 litros y 24,757 litros

**PROBLEMA 3**

Objetivo:

- Determinar los volúmenes y con-centraciones de los compartimientos corporales luego de una situación que modifique el balance de agua y de electrolitos.

**ESTE PROBLEMA ESTA PLANTEADO DE UNA FORMA DIFERENTE A LOS ANTERIORES: NO SE DARAN LOS DATOS DE PESO, VOLUMENES, CONCENTRACIONES, ETC. HABITUALES, SINO QUE SIMPLEMENTE SE INDICARA LA SITUACION EN QUE SE ENCUENTRA LA PERSONA Y SERA USTED MISMO QUIEN COMPLETE LA INFORMACION, PREFERIBLEMENTE CON SUS DATOS PERSONALES.**

3A Un estudiante de Fisiología sale a navegar por el Mar Caribe en una pequeño bote a motor. El mar está calmo y aleja varias millas de la costa. Ya casi al mediodía, el motor se detiene y no hay modo de volverlo a poner en marcha. Bastante preocupado, mira alrededor y sólo ve agua. Como ha dejado familiares y amigos en la playa sabe que, tarde o temprano, lo saldrán a buscar. Lo cierto es que se hace de noche y no lo han rescatado. A la mañana siguiente, 24 horas después de haber salido a pasear, sigue en su bote, muy angustiado y sediento. Recordando lo que le enseñaron en Fisiología, razona:

- a) Yo, ayer, cuando salí en el bote, pesaba ..... kg
- b) Hacía bastante calor, así que debo haber sudado unos ..... litros.
- c) El sudor debe haber tenido una osmolaridad de ..... mOsm/L .
- d) Por lo tanto, perdí ..... mOsm por el sudor.
- e) Oriné cerca de ..... litros
- f) Esa orina no era muy concentrada, de modo que debe haber tenido una osmolaridad de ..... mOsm/L
- g) Por orina, debo haber perdido unos ..... mOsm
- h) Pongamos que por respiración perdí ..... mL
- i) Imaginemos que por perspiración perdí .. . mL
- j) Entonces, he tenido un balance negativo de agua de ..... litros!!
- k) Y un balance negativo de solutos de ..... mOsm !!
- l) Entonces, mi EC se ha concentrado, ha pasado agua del IC al EC y mi osmolaridad intra y extracelular, en este momento, debe ser de unos ..... mOsm/ L. ¡¡Con razón tengo sed!!
- m) Mientras sigue esperando, trata de recordar lo que leyó, alguna vez, sobre beber o no agua de mar. Razón: si no bebo, me sigo concentrando, pero si bebo, como el agua de mar tiene una osmolaridad de 1000 mOsm/ L, mi osmolaridad aumentará más todavía. ¿Cuánto más? ¿Mucho? Quizas no... Supongamos que me tomo nada más que medio litro. Mi osmolaridad EC e IC (en equilibrio. como decían en clase) será de ..... mosm/ L. ¡ Mejor me mojo la CABEZA con agua !!
- n) Ya casi convencido de que morirá deshidratado, promete que la próxima vez no saldrá sin agua, motor auxiliar, remos y bengalas. Una voz lo saca de su depresión. Es su hermano, que desde otro bote la dice: "¡Eh...! ¿no quieres una cerveza? No pudiendo creer lo que oye, piensa: lo que yo ahora necesito no es una cerveza sino ..... litros! Si me tomo todo eso, mi osmolaridad plasmática bajaría de ..... mOsm/L, que es la tengo ahora, a ..... mOsm/L. Si.....

Los familiares y amigos, convencidos que el sol "le afectó la cabeza", lo trasladan a la Medicatura, mientras nuestro héroe sigue calculando, .. calculando ...

#### PROBLEMA 4

Objetivo

- Verificar que los pacientes diabéticos, con hiperglucemia, presentan hiponatremia.

En la Nota Aparte "Hiponatremia de los enfermos diabéticos" se señaló que un aumento de la concentración de glucosa en el EC puede determinar una hiponatremia. Esto es debido a que la glucosa, máxime en estos casos, puede considerarse un soluto extracelular. En ausencia de INSULINA, la hormona que falta en los diabéticos (en especial en los tipo I o insulino-dependientes), la glucosa se acumula en el EC y su osmolaridad aumenta. Por gradiente osmótico pasa agua del IC al EC y todos los componentes normales del EC se diluyen, entre ellos el  $\text{Na}^+$ . En el problema siguiente se hará un cálculo APROXIMADO de en CUANTO disminuye la concentración de  $\text{Na}^+$  en un diabético.

**4A** Un paciente de 67 años y 70 kg de peso ingresa al hospital para ser tratado por su diabetes. Un análisis de sangre muestra los siguientes elementos significativos:

Glucosa: 500 mg/dL

$\text{Na}^+$  = 129 mEq/ L

La **pregunta** es: ¿la hiponatremia es por la diabetes o por otra causa? Para decidir esto se calcula que:

- El volumen EC, para ese peso, debe ser de .....litros.
- Si la osmolaridad fuera de 290 mOsm/L la masa osmolar EC sería de ..... mOsm.
- Como la cifra de glucosa EC normal es de 1 g/L y el paciente tiene ..... g/ L, tiene un exceso de ..... mOsm por cada litro EC.
- Entonces, hay una masa osmolar EC, debida a la glucosa de .... mOsm, que se agrega a la masa osmolar EC normal, por lo que la masa osmolar TOTAL EC será de .... mOsm.
- Entonces, si no hubiera MOVIMIENTO DE AGUA ENTRE IC e EC, la osmolaridad EC sería de ..... mOsm.

f) Eso determinaría un movimiento de agua desde el IC al EC, hasta llegar a una osmolaridad de equilibrio de .... mOsm/L.

g) Para llegar a ese equilibrio, el volumen EC debe ser ahora de .... litros.

h) Con ese volumen, la concentración de Na<sup>+</sup> tiene que ser de ..... mEq/ L.

**Respuestas**

- a) 14 litros; b) 4060 mOsm
- c) 5g/L y 22,2 mOsm; d) 311 mOsm y 4371 mOsm
- e) 312 mOsm/L; f) 297 mOsm/ L
- g) 14,7 litros ; h) 133 mEq/ L.

**NOTA:** es un cálculo aproximado ya que el aumento de masa EC de glucosa no es brusco, como ocurría en la inyección de la solución glucosada al 5% y hay siempre una regulación de volumen celular. De todos modos, se comprueba que decir que por cada 1 g/ L de exceso de glucosa en plasma hay una disminución de 1,5 a 2 mEq/ L de Na<sup>+</sup> es correcto.

## AUTOEVALUACION

*LOS **PROBLEMAS** QUE HEMOS VENIDO RESOLVIENDO HASTA AQUI SON, COMO SE COMPRENDE, LA PARTE MAS IMPORTANTE DE CUALQUIER EXAMEN. SIN EMBARGO, LAS **PREGUNTAS** SIGUIENTES TRATARAN DE EVALUAR ALGUNOS ASPECTOS EN UNA FORMA NO NUMERICA. SON TEMAS DE LOS TRES PRIMEROS CAPITULOS Y SE HA PREFERIDO NO PONERLOS EN UN ORDEN DETERMINADO.*

**PREGUNTA 1** Un obrero se encuentra trabajando al sol y suda profusamente. Una análisis de los compartimientos corporales, efectuado después de varias horas de trabajo y sin haber bebido agua, mostraría (el signo (+) significa aumento, el signo (-) disminución y el signo (=) que no hubo cambio) (señale la línea donde TODAS las opciones son correctas).

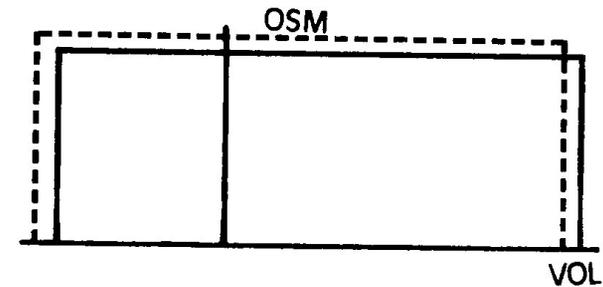
	Osmolaridad EC	Volumen EC	Osmolaridad IC	Volumen IC
a)	+	+	+	+
b)	-	-	+	-
c)	+	+	-	+
d)	-	+	-	+
e)	-	+	=	-

**PREGUNTA 2** La concentración de proteínas plasmáticas y el hematocrito pueden ser tomados, hasta cierto punto, como indicadores del estado de hidratación de un individuo. Supongamos que a una persona, sin ninguna alteración hidroelectrolítica previa, se le inyectan 3 litros de una solución isotónica de NaCl. Un análisis de sangre efectuado inmediatamente después mostrará (señale la línea con las opciones correctas).

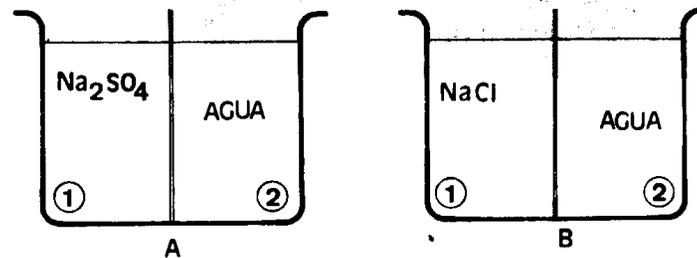
	Proteínas	Hematocrito
a)	+	+
b)	+	=
c)	=	=
d)	-	-
e)	-	=

**PREGUNTA 3** Este esquema de Darrow-Yannet corresponde, muy posiblemente, al cuadro hidroelectrolítico de un paciente que señale lo correcto).

- a) Recibió una inyección endovenosa de una solución hipertónica
- b) Bebió rápidamente un gran volumen de agua
- c) Perdió solutos y agua en una proporción similar a la existente en el E
- d) Perdió  $\text{Na}^+$  sin perder agua.
- e) sufrió una hemorragia.



**PREGUNTA 4** En el recipiente A de la figura siguiente se ha puesto, en el lado 1, una solución de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  50 mmol/ L y en el lado 2, agua. En el recipiente B se ha puesto, del lado 1, una solución de  $\text{NaCl}$  100 mmol/ L y en el lado 2, también agua.



La membrana, que es la misma en ambos recipientes, tiene un coeficiente de reflexión de 1 para el  $\text{SO}_4^{=}$ , de 0,55 para el  $\text{Na}^+$  y de 0,55 para el  $\text{Cl}^-$ . Tomando coeficientes  $\sigma$  como iguales a 1 para ambas sales, se puede razonar que el descenso crioscópico ( $\Delta t_c$ ) de la solución que se encuentra en el lado 1, la diferencia de presión osmótica efectiva ( $\Pi_{ef}$ ) y el flujo de agua de 2 hacia 1 ( $J_{21}$ ) son:

	$\Delta t_c$	$\Pi_{ef}$	$J_{21}$
a)	$A > B$	$A > B$	$A > B$
b)	$A < B$	$A < B$	$A < B$
c)	$A < B$	$A > B$	$A > B$
d)	$A < B$	$A > B$	$A < B$
e)	$A > B$	$A < B$	$A < B$

**PREGUNTA 5** El potencial eléctrico de una célula se encuentra próximo siempre al potencial del ion (señale la correcta)

- a) Que es transportado activamente
- b) Al que la célula es impermeable
- c) Que presenta la mayor permeabilidad
- d) Que tiene la mayor diferencia de concentración entre el IC y el EC.
- e) Que se encuentra en mayor concentración en el IC.

**PREGUNTA 6** El mecanismo más importante de salida de  $\text{Na}^+$  de la célula es (señal la respuesta correcta)

- a) pasivo, en el que la sustancia atraviesa la membrana por poros y en el que el flujo tiende a un máximo al aumentar la concentración
- b) activo, en el que la sustancia atraviesa la membrana utilizando transportadores y en el que el flujo aumenta linealmente con la concentración
- c) pasivo, en el que la sustancia atraviesa la membrana a través de poros y el que el flujo aumenta linealmente con la concentración
- d) pasivo, en el que la sustancia atraviesa la membrana utilizando transportadores y en el cual el flujo tiende a un máximo al aumentar la concentración
- e) activo, en el cual la sustancia atraviesa la membrana utilizando transportadores y el flujo tiende a un máximo al aumentarse la concentración

**Pregunta 7** La ouabaina determine que la diferencia de potencial (**AV**), la concentración de  $\text{Na}^+$  intracelular (**Na' IC**), el flujo de  $\text{Na}^+$  de adentro hacia afuera (**Jio**) y el flujo de  $\text{Na}^+$  de afuera hacia adentro (**Joi**) sufra las siguientes modificaciones (señale la línea en que todas las opciones son correctas)

	$\Delta V$	Na <sup>+</sup> IC	Joi	Jio
a)	=	+	+	-
b)	-	+	-	=
c)	-	=	+	-
d)	+	-	-	=
e)	-	+	-	-

**PREGUNTA 8** Un hombre está recibiendo, en su dieta habitual, unos 150 mEq de Na<sup>+</sup> por día. Por razones médicas es colocado en una dieta de 20 mEq de Na<sup>+</sup> por día. En los primeros días de esta dieta el paciente nota una pérdida de peso. Esto es debida a (señale la correcta)

- a) Adelgazamiento, ya que el Na<sup>+</sup> contribuye a fijar las grasas.
- b) A un balance negativo de agua, ya que al ingerir menos Na<sup>+</sup> bebe menos agua.
- c) A un balance negativo de agua, tendiente a compensar el aumento de osmolaridad plasmática.
- d) Adelgazamiento, ya que al comer con poca sal, lo insípido de los alimentos le hace comer menos.
- e) A un balance negativo de agua, tendiente a compensar la disminución de la osmolaridad plasmática.

**PREGUNTA 9** En una célula determinada, sabiendo las concentraciones intra y extracelulares, se puede establecer, para cada uno de los iones, el potencial eléctrico de equilibrio (**V<sub>ion</sub>**) y, comparándolo con el potencial de membrana (**V<sub>m</sub>**), saber si el ion está en equilibrio (**eq**) o no, si tiende a salir (**S**) o a entrar en la célula (**E**) y si necesita una bomba y en qué sentido, si haciendo salir (**S**) o entrar (**E**) el ion. En el siguiente cuadro, analice todas las líneas **y** en la última columna señale si todas las opciones son correctas (**C**) o incorrectas (**I**)

	ion	Vion (mV)	Vm (mV)	eq	Tiende a	bomba	C ó l
a)	Na+	+61	-70	no	E	S	
b)	Cl-	-85	-85	sí	0	no	
c)	Na+	+23	-23	sí	0	no	
d)	Cl-	-85	-90	no	E	S	
e)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-32	-90	no	E	S	
f)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-60	-40	no	E	S	
g)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-32	-90	sí	E	E	
h)	K+	-80	-89	sí	E	S	
i)	K+	-85	-90	no	E	S	
j)	K+	-92	-90	no	sí	E	

Pregunta 10 En una persona que tiene, por alguna razón, una osmolaridad EC de 310 mOsm/L, ocurren cambios en la secreción de **ADH**, en la reabsorción de agua en los túbulos renales (**Ragua**), en el volumen (**V**) de orina y en su osmolaridad (**Osm orina**) Señale la línea que contiene todas las opciones correctas.

	ADH	Ragua	V	Osm orina
a)	-	-	=	+
b)	+	+	-	+
c)	+	-	-	-
d)	-	+	-	+
e)	+	+	+	-

## Respuestas prueba de autoevaluación

1) b	2) d	3) a	4) c	5) e
6) e	7) e	8) e	9a) C	9b) C
9c) I	9d) I	9e) I	9f) C	9g) C
9h) I	9i) C	9j) C	10) b	

### LECTURAS RECOMENDADAS

*Dos clásicos:*

- **Fisiología del Riñón y los fluidos corporales**  
RF Pitts, Editorial Panamericana, S.A. 1976
- **Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism**  
MH Maxwell y CR Kleeman  
McGraw Hill Book Co, New York, 1976

**Manual de Fisiología y Biofísica para estudiantes de medicina**  
**R. Montoreano – Edición electrónica 2002**

**FIN DEL CAPITULO 3**