

# Capítulo 10 parte 3/3

---

## PREGUNTAS Y PROBLEMAS

Las siguientes preguntas pueden servir para que el estudiante, solo o con su grupo, discuta los contenidos y llegue a una respuesta basada en los conocimientos adquiridos en el capítulo. Al final están las respuestas.

### PREGUNTA 1

Con los valores de la tabla que se encuentra a continuación, calcule el Eion de cada uno de ellos en una **célula nerviosa o muscular**. Discuta si esta cerca o lejos del equilibrio electroquímico y cual es su tendencia: si a entrar o a salir de la célula. Use el procedimiento de calcular el Eion en su valor absoluto y después darle un signo de acuerdo al gradiente.

ION	IC (mEq/L)	EC (mEq/L)	Em (mV)	Eion (mV)	Tendencia a:
Na <sup>+</sup>	12	145	-90		
K <sup>+</sup>	155	4	-90		
Cl <sup>-</sup>	3,8	120	-90		

Ahora, en base a esta tabla, analice que pasa con el potencial de membrana si se modifica la **permeabilidad o conductancia** de:

a) Na<sup>+</sup> ; b) K<sup>+</sup> ; c) Cl<sup>-</sup>

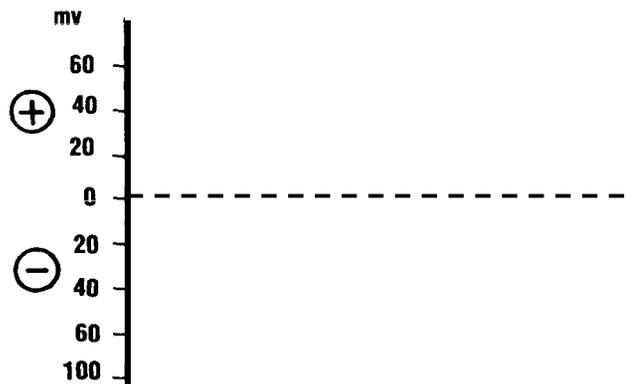
## PREGUNTA 2

Referido a las células excitables, se puede decir que (discuta si la afirmación es cierta o falsa y explique la razón que lo lleva a esa respuesta)

- a) Mientras la célula se encuentre en su potencial de reposo, el flujo neto de cargas a través de la membrana es igual a 0.
- b) En una fibra muscular con los canales de  $K^+$  bloqueados con tetraetilamonio (TEA) no puede aparecer la fase ascendente del potencial de acción.
- c) La "ley del todo o nada" significa que la amplitud del potencial de acción es siempre la misma y eso se cumple aun cuando la concentración extracelular de  $Na^+$  sea menor que lo normal.
- d) En un paciente con hiperpotasemia se observan potenciales de acción de una amplitud mayor que lo habitual.

## PREGUNTA 3

La siguiente es una escala de mV. Marque en ella el valor aproximado, para una célula excitable, del: 1) potencial de reposo ( $E_m$ ); 2) potencial umbral ( $E_u$ ); 3) potencial de equilibrio del  $Na^+$  ( $E_{Na^+}$ ); 4) potencial de equilibrio del  $K^+$  ( $E_{K^+}$ ); 5) potencial de equilibrio del  $Cl^-$  ( $E_{Cl^-}$ )



## AUTOEVALUACION

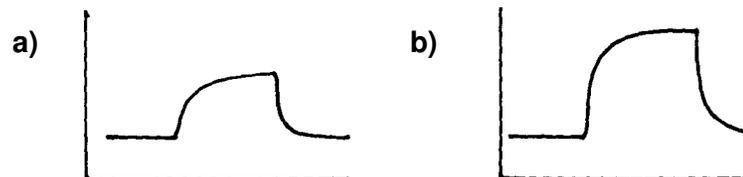
1) Cada vez que se produce un potencial de acción (señale la correcta):

- a) No hay gasto de energía metabólica para abrir los canales de  $\text{Na}^+$ .
- b) Se disipa parte de la energía acumulada como gradiente de  $\text{Na}^+$ .
- c) Se hidrolizan 8 moléculas de ATP.
- d) No hay gasto de energía porque la energía que se disipa con el  $\text{Na}^+$  se gana con el  $\text{K}^+$ .
- e) La energía acumulada como gradiente de  $\text{K}^+$  no se disipa.

2) La toxina de algunos escorpiones tiene como característica "*inhibir la inactivación de los canales de  $\text{Na}^+$* " de las fibras nerviosas. Actuando de ese modo, debería (señale la correcta):

- a) Disminuir la magnitud del sobretiro (overshoot).
- b) Prolongar el periodo refractario relativo.
- c) Facilitar la repolarización.
- d) Aumentar la excitabilidad.
- e) Hiperpolarizar la fibra.

3) A y B son, en la figura, dos potenciales subumbrales en una fibra nerviosa. Sobre los canales iónicos, en esas dos condiciones, se puede decir (señale la correcta):



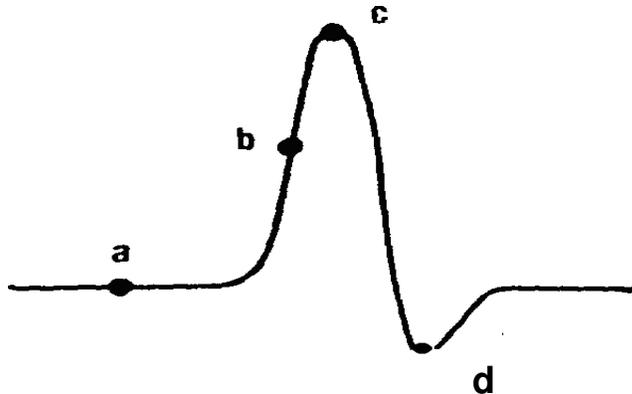
- a) El número de canales de  $\text{Na}^+$  es el mismo en A y en B, pero el diámetro de cada canal es mayor en B.

- b) Hay más canales de Na<sup>+</sup> en B que en A.
- c) El número de canales de Na<sup>+</sup> es el mismo en A y en B, pero el número de canales abiertos es mayor en B.
- d) El número de canales de Na<sup>+</sup> abiertos es el mismo en A que B, pero en B hay más canales de K<sup>+</sup> abiertos.
- e) Prácticamente en ninguno de los dos casos hay canales de Na<sup>+</sup> abiertos porque no se llegó al umbral.

**4) En el ciclo de Hodgkin ocurre que (señale la correcta):**

- a) Un aumento de la conductancia al Na<sup>+</sup> determina un aumento en la conductancia al K<sup>+</sup> y viceversa.
- b) Un aumento en la conductancia al Na<sup>+</sup> determina una despolarización y la despolarización disminuye la conductancia al K<sup>+</sup>.
- c) Una despolarización determina un aumento de la conductancia al Na<sup>+</sup> y viceversa.
- d) Una despolarización determina que entre Na<sup>+</sup> y salga K<sup>+</sup>
- e) Un aumento en la conductancia al Na<sup>+</sup> determina una despolarización y la despolarización aumenta la conductancia al K<sup>+</sup>.

**5) La siguiente es una representación de un potencial de acción en una célula excitable donde se ha señalado varios puntos (a, b, c y d). El potencial de membrana estará más próximo al potencial de equilibrio del Na<sup>+</sup> y del K<sup>+</sup> en:**



	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
a)	a	c
b)	b	c
c)	d	d
d)	c	d
e)	c	a

**6) En el punto d de la figura anterior, la excitabilidad de la célula está:**

- a) disminuida por una hiperpolarización debida al aumento de la gK<sup>+</sup>

- b) aumentada por una hiperpolarización debida al aumento de la  $g_{K^+}$
- c) disminuida por una despolarización debida a la disminución de la  $g_{K^+}$
- d) aumentada por una despolarización debida al aumento de la  $g_{K^+}$
- e) ni aumentada ni disminuida: normal

**7) En una célula excitable, la estabilidad del potencial de reposo se debe a:**

- a) La tendencia neta del  $K^+$  a salir.
- b) La tendencia neta del  $Na^+$  a entrar.
- c) A que la corriente entrante de  $Na^+$  es igual a su corriente saliente.
- d) A que la corriente saliente de  $Na^+$  es igual a la corriente neta.
- e) A que la corriente saliente de  $K^+$  es igual a la corriente entrante de  $Na^+$ .

**8) La respuesta dada en la pregunta anterior puede ampliarse diciendo:**

- a) La fuerza impulsora para el  $Na^+$  es pequeña y su conductancia es baja, mientras que la fuerza impulsora del  $K^+$  es grande y su conductancia es baja.
- b) La fuerza impulsora para el  $Na^+$  es grande y su conductancia es alta, mientras que la fuerza impulsora del  $K^+$  es también grande, pero su conductancia es baja.
- c) La fuerza impulsora para el  $Na^+$  es grande y su conductancia es baja, mientras que la fuerza impulsora del  $K^+$  es pequeña y su conductancia es baja.
- d) La fuerza impulsora para el  $Na^+$  es grande y su conductancia es baja, mientras que la fuerza impulsora del  $K^+$  es pequeña y su conductancia es alta.
- e) La fuerza impulsora para el  $Na^+$  es pequeña y su conductancia es alta, mientras que la fuerza impulsora del  $K^+$  es pequeña y su conductancia es baja.

**9) Del canal de  $K^+$  de una célula excitable puede decirse muchas cosas EXCEPTO:**

- a) Carece de compuerta de inactivación
- b) Permanece abierto mientras dura el estímulo despolarizante.
- c) Es voltaje dependiente.

- d) Se bloquea con TEA.
- e) Se cierra antes que el canal de Na<sup>+</sup>

10) Del papel de la bomba de Na<sup>+</sup> / K<sup>+</sup> en los potenciales de acción de una célula excitable puede decirse (señale la correcta):

- a) Su bloqueo con ouabaina impide la aparición del próximo potencial de acción.
  - b) Determina la velocidad de repolarización.
  - c) Mantiene el gradiente de concentración necesario.
  - d) Es la que genera el potencial de acción al producir una corriente entrante de Na<sup>+</sup>.
  - e) Determina la duración del periodo refractario absoluto.
- 

**RESPUESTAS**

**PREGUNTAS REALIZADAS EN EL TEXTO**

- **Pregunta a)** ¿Qué diferencia de concentración hay entre el EC y el IC para el ión calcio?

**Respuesta:** la concentración IC de Ca<sup>++</sup> es de alrededor de 10<sup>-7</sup> mol/L y la del EC es de 10<sup>-3</sup> mol/L por lo que el Ca<sup>++</sup> esta 10000 veces más concentrado afuera que adentro

- **Pregunta b)** ¿Durante el potencial de reposo, la permeabilidad de la membrana al Ca<sup>++</sup> es alta o baja?

**Respuesta:** es muy baja

- **Pregunta c)** Con la célula en reposo ¿el Ca<sup>++</sup> crea una corriente entrante o saliente?

**Respuesta:** El ECa<sup>++</sup> es de

$$E_{Ca^{++}} = (61/2) \cdot \log 10^{-7}/10^{-3} = +122 \text{ mV}$$

Si la  $g_{Ca^{++}}$  fuera distinta de cero, la corriente sería entrante, ya que la fuerza impulsora sería de:  $(-90) - (+122) = 212 \text{ mV}$

- **Pregunta d):** ¿En el pico del potencial de acción, el  $Ca^{++}$  tiende a entrar o a salir de la célula?

**Respuesta:** Aun cuando el potencial de membrana sea de, por ejemplo,  $+30 \text{ mV}$ , la fuerza impulsora del  $Ca^{++}$  sigue siendo hacia adentro. Todo radica, entonces, en los cambios en la  $g_{Ca^{++}}$ . Si, como en las fibras cardíacas (ver Cap. 12), la  $g_{Ca^{++}}$  aumenta en ese momento, la corriente entrante de  $Ca^{++}$  tendería a mantener el  $E_m$  en la zona positiva (meseta).

- **Pregunta e):** ¿En el pico del potencial de acción, el  $Cl^-$  tiende a entrar o salir de la célula?

**Respuesta:** Tiende a entrar a favor de su gradiente de concentración y a favor de su gradiente eléctrico, pero esto no quiere decir que realmente entre: dependerá de la conductancia al ion.

- **Pregunta f)** ¿Este movimiento de  $Cl^-$  favorece o dificulta la repolarización?

**Respuesta:** Una hipotética entrada de  $Cl^-$  crearía una **corriente** saliente ya que las corrientes eléctricas se definen por el movimiento de las cargas positivas. Si salen cargas positivas, la membrana tiende a hacerse más negativa, favoreciendo la repolarización

- **Pregunta:** ¿Que ocurre con la excitabilidad en:

a) Un aumento EC de  $K^+$

**Respuesta:** Si el  $K^{++}$  IC se mantiene en su valor habitual, un aumento del  $K^+$  EC a, por ejemplo,  $7 \text{ mEq/L}$  haría que el  $E_{K^+}$  fuera de:

$$E_{K^+} = 61 \cdot \log \frac{155}{7} = -82 \text{ mV}$$

por lo que habría despolarización y aumento de la excitabilidad.

b) Una disminución EC del  $Na^+$ .

**Respuesta:** Si el  $Na^+$  IC se mantiene en su valor habitual, el gradiente de  $Na^+$  aumenta y habría tendencia a la despolarización. Sin embargo, como la conductancia al  $Na^+$  durante el potencial de reposo, es muy baja, su influencia sobre la excitabilidad es escasa. Una disminución severa del  $Na^{++}$  EC tendrá, si, mucha influencia sobre los PA.

## DISCUSION

### PREGUNTA 1

$E_{Na^+} = 61 \cdot \log 145/12 = + 66 \text{ mV}$ , tiende a entrar.

$E_{K^+} = 61 \cdot \log 4/155 = -96,8 \text{ mV}$ , tiende a salir.

$E_{Cl^-} = 61 \cdot \log 3,8/120 = -91,4$ , tiende a entrar.

- a) Un aumento de la  $g_{Na^+}$  tendería a despolarizar (potencial menos negativo).
- b) Un aumento de la  $g_{K^+}$  tendería a hiperpolarizar (potencial mas negativo).
- c) Un aumento de la  $g_{Cl^-}$  tendería a hiperpolarizar (potencial mas negativo).

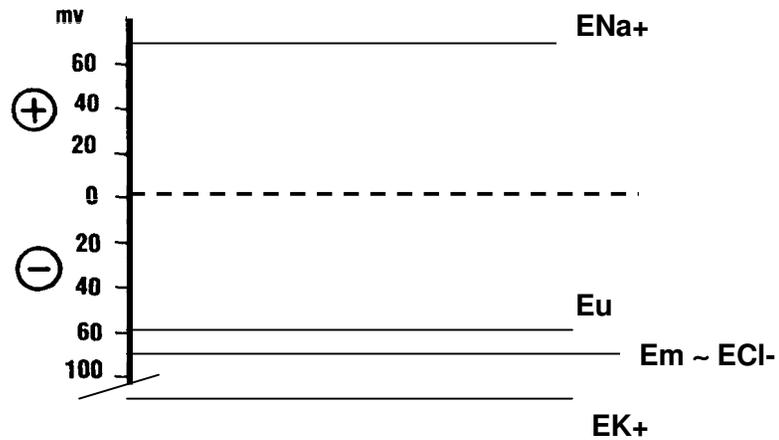
### PREGUNTA 2

a) La afirmación es CIERTA, ya que si durante el potencial de reposo el flujo neto de cargas no fuera cero el potencial no se mantendría constante. Para el caso de la pregunta anterior, debe ocurrir que:

$$g_{Na^+} (E_m - E_{Na^+}) + g_{K^+} (E_m + E_{K^+}) + g_{Cl^-} (E_m - E_{Cl^-}) = 0$$

- b) La afirmación es FALSA ya que al bloquear los canales de  $K^+$  no se esta inhibido el ciclo de Hodgkin y el inicio del PA.
- c) La afirmación es FALSA ya que si la concentración EC de  $Na^+$  disminuye (y si la concentración IC de  $Na^+$  se mantiene), el gradiente químico disminuye, el potencial electroquímico de equilibrio es menor de +66 mV y la amplitud del PA es menor.
- d) La afirmación es CIERTA ya que la salida de  $K^+$  de la célula contribuye a que el potencial de membrana, durante el overshoot, no llegue al  $E_{Na^+}$ . Si la concentración EC de  $K^+$  esta aumentada (y la IC se mantiene) la corriente saliente de  $K^+$  es menor y el PA es de mayor amplitud. Los cardiólogos suponen que un paciente tiene hiperpotasemia cuando ven "hipervoltajes" en el electrocardiograma, un registro en la superficie corporal de los PA del corazón.

**PREGUNTA 3**



**AUTOEVALUACION**

**LECTURAS RECOMENDADAS**

Ver Capítulo 11

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

**Manual de Fisiología y Biofísica para estudiantes de Medicina**

**FIN DEL CAPITULO 10**