

# UNIVERSIDAD DEL SURESTE

LIC. MEDICINA HUMANA

**CAMPUS:**

SAN CRISTÓBAL

**ASIGNATURA:**

FISIOLOGÍA 1

**DOCENTE:**

DR. JULIO ANDRES BALLINAS GÓMEZ

**ALUMNO:**

JOSÉ SÁNCHEZ ZALAZAR

**GRADO:**

2DO CUATRIMESTRE

GRUPO "A"

**FECHA:**

26/02/2022

**CIUDAD:**

SAN CRISTÓBAL DE LAS CASA, CHIAPAS



## **ACTIVIDAD: ensayo**

### **TEMAS**

1. Transporte de sustancias a través de las membranas celulares
2. Difusión
3. Transporte activo de sustancias a través de la membrana
4. Potencial de la membrana y potencial de acción
5. Potencial de membrana en reposo de las neuronas
6. Potencial de acción neuronal
7. Propagación del potencial de acción
8. Transmisión de impulsos desde las terminaciones nerviosas a las fibras del músculo-esquelético.

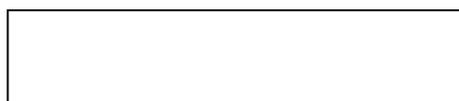
### **INTRODUCCIÓN:**

La membrana celular o citoplasmática confiere protección a la célula. También le proporciona unas condiciones estables en su interior, y tiene otras muchas funciones. Una de ellas es la de transportar nutrientes hacia su interior y expulsar las sustancias tóxicas fuera de la célula. Otra de sus funciones es debida a que en la propia membrana hay insertadas distintas proteínas que interactúan con otras sustancias del exterior y otras células. Estas proteínas pueden ser glicoproteínas, cuando están formadas por un azúcar unido a una proteína, o pueden ser lipoproteínas, cuando se componen de la unión de un lípido con una proteína. Todas estas proteínas están enganchadas en la superficie de la membrana celular (o inseridas en ella) y permiten que la célula interaccione con otras células. La membrana celular, por otra parte, también aguanta la estructura celular, le da forma.

### **Transporte activo de sustancias a través de la membrana**

La membrana celular consiste en una bicapa lipídica con proteínas de transporte de la membrana celular.

Esta membrana está formada casi totalmente por una bicapa lipídica, aunque también contiene grandes números de moléculas proteicas insertadas en los lípidos, muchas de las cuales penetran en todo el grosor de dicha membrana.



La bicapa lipídica no es miscible, por lo que no se mezcla con el líquido extracelular ni con el líquido intracelular. Por tanto, constituye una barrera frente al movimiento de moléculas de agua y de sustancias insolubles entre los compartimientos del líquido extracelular e intracelular.

Las moléculas proteicas de la membrana tienen unas propiedades totalmente diferentes para transportar sustancias. Sus estructuras moleculares interrumpen la continuidad de la bicapa lipídica y constituyen una ruta alternativa a través de la membrana celular. Muchas de estas proteínas penetrantes pueden actuar como proteínas transportadoras.

Proteínas diferentes actúan de una manera diferente.

Algunas tienen espacios acuosos en todo el trayecto del interior de la molécula y permiten el movimiento libre de agua, así como de iones o moléculas seleccionados; estas proteínas se denominan proteínas de los canales.

Otras, denominadas proteínas transportadoras, se unen a las moléculas o iones que se van a transportar y cambios conformacionales de las moléculas de la proteína desplazan después las sustancias a través de los intersticios de la proteína hasta el otro lado de la membrana.

Las proteínas de los canales y las proteínas transportadoras habitualmente son selectivas, es decir que escogen los tipos de moléculas o de iones que pueden o no atravesar la membrana.

### **«Difusión» frente a «transporte activo»**

El transporte a través de la membrana celular, ya sea directamente a través de la bicapa lipídica o a través de las proteínas, se produce mediante uno de dos procesos básicos: difusión o transporte activo.

La difusión se refiere a un movimiento molecular aleatorio de las sustancias molécula a molécula, a través de espacios intermoleculares de la membrana o en combinación con una proteína transportadora.

La energía que hace que se produzca la difusión es la energía del movimiento cinético normal de la materia.

Por el contrario, el transporte activo se refiere al movimiento de iones o de otras sustancias a través de la membrana en combinación con una proteína transportadora de tal manera que la proteína transportadora hace que la sustancia se mueva contra un gradiente de energía, como desde un estado de baja concentración a un estado de alta concentración. Este movimiento precisa una fuente de energía adicional, además de la energía cinética

## **Difusión**

Todas las moléculas y iones de los líquidos corporales, incluyendo las moléculas de agua y las sustancias disueltas, están en movimiento constante, de modo que cada partícula se mueve de manera completamente independiente.

El movimiento de estas partículas es lo que se le llama calor «calor» (cuanto mayor sea el movimiento, mayor es la temperatura), y el movimiento nunca se interrumpe salvo a la temperatura de cero absoluto. Cuando una molécula en movimiento, A, se acerca a una molécula estacionaria, B, las fuerzas electrostáticas y otras fuerzas nucleares de la molécula A rechazan a la molécula B, transfiriendo parte de la energía del movimiento de la molécula A, a la B. En consecuencia, la molécula B adquiere energía cinética del movimiento, mientras que la molécula A se enlentece, perdiendo parte de su energía cinética.

una única molécula en una solución rebota entre las otras moléculas primero en una dirección, después en otra, después en otra, y así sucesivamente, rebotando de manera aleatoria miles de veces por segundo. Este movimiento continuo de moléculas entre sí en los líquidos o los gases se denomina difusión.

## **Difusión a través de la membrana celular**

La difusión a través de la membrana celular se divide en dos subtipos, denominados difusión simple y difusión facilitada.

Difusión simple significa que el movimiento cinético de las moléculas o de los iones se produce a través de una abertura de la membrana o a través de espacios intermoleculares sin ninguna interacción con las proteínas transportadoras de la membrana.

La difusión facilitada precisa la interacción de una proteína transportadora.

Se puede producir difusión simple a través de la membrana celular por dos rutas:

1) a través de los intersticios de la bicapa lipídica si la sustancia que difunde es liposoluble,  
2) a través de canales acuosos que penetran en todo el grosor de la bicapa a través de las grandes proteínas transportadoras.

Difusión de agua y de otras moléculas insolubles en lípidos a través de canales proteicos, Aunque el agua es muy insoluble en los lípidos de la membrana, pasa rápidamente a través de los canales de las moléculas proteicas que penetran en todo el espesor de la membrana.

Muchas de las membranas celulares del cuerpo contienen «poros» proteicos denominados acuaporinas que permiten selectivamente el rápido paso de agua a través de la membrana celular.

### **Difusión a través de poros y canales proteicos: permeabilidad selectiva y «activación» de canales**

Las reconstrucciones tridimensionales computarizadas de los poros y canales proteicos han mostrado trayectos tubulares que se extienden desde el líquido extracelular hasta el intracelular. Por tanto, las sustancias se pueden mover mediante difusión simple directamente a lo largo de estos poros y canales desde un lado de la membrana hasta el otro.

Dichos poros están compuestos por proteínas de membranas celulares integrales que forman tubos abiertos a través de la membrana y que están siempre abiertos. Sin embargo, el diámetro de un poro y sus cargas eléctricas proporcionan una selectividad que permite el paso de solo ciertas moléculas a su través.

Por ejemplo, los poros proteicos denominados acuaporinas o canales de agua permiten el rápido paso de agua a través de las membranas celulares, pero impiden el de otras moléculas, por su selectividad.

En las distintas células del cuerpo humano se han descubierto al menos 13 tipos diferentes de acuaporinas. Las acuaporinas tienen un poro estrecho que permite que las moléculas de agua se difundan a través de la membrana en una única fila.

El poro es demasiado pequeño para permitir el paso de iones hidratados. Los canales proteicos se distinguen por dos características importantes:

1) con frecuencia son permeables de manera selectiva a ciertas sustancias,

2) muchos de los canales se pueden abrir o cerrar por compuertas que son reguladas por señales eléctricas (canales activados por el voltaje) o sustancias químicas que se unen a las proteínas de canales (canales activados por ligandos).

### **Permeabilidad selectiva de los canales proteicos**

Muchos de los canales proteicos son muy selectivos para el transporte de uno o más iones o moléculas específicos.

Esta selectividad se debe a las características del propio canal, como su diámetro, su forma y la naturaleza de las cargas eléctricas y enlaces químicos que están situados a lo largo de sus superficies internas.

Los canales de potasio permiten el paso de iones potasio a través de la membrana celular con una facilidad aproximadamente 1.000 veces mayor que para el paso de iones sodio.

Este alto grado de selectividad no puede explicarse completamente por los diámetros moleculares de los iones, ya que los iones potasio son solo ligeramente mayores que los de sodio.

Cuando los iones potasio hidratados entran en el filtro de selectividad, interactúan con los oxígenos de carbonilo y envuelven la mayoría de sus moléculas de agua ligadas, lo que permite que los iones potasio deshidratados pasen a través del canal. Sin embargo, los oxígenos de carbonilo están demasiado separados para permitir su interacción estrecha con los iones sodio, más pequeños, que de este modo son excluidos en la práctica por el filtro de selectividad y no pueden pasar a través del poro.

### **Transporte activo» de sustancias a través de las membranas**

En ocasiones es necesaria una gran concentración de una sustancia en el líquido intracelular aun cuando el líquido extracelular contenga solo una pequeña concentración. Esta situación tiene lugar, por ejemplo, para los iones potasio.

Por el contrario, es muy importante mantener las concentraciones de otros iones bajas en el interior de la célula, aunque su concentración en el líquido extracelular sea elevada. Así sucede especialmente para los iones sodio. Ninguno de estos dos efectos podría producirse por difusión simple, porque la difusión simple finalmente equilibra las concentraciones a ambos lados de la membrana.

Por el contrario, alguna fuente de energía debe producir un movimiento excesivo de iones potasio hacia el interior de las células y un movimiento excesivo de iones sodio hacia el exterior de las células.

Cuando una membrana celular transporta moléculas o iones «contra corriente» contra un gradiente de concentración (o «contra corriente» contra un gradiente eléctrico o de presión), el proceso se denomina transporte activo.

Diferentes sustancias que se transportan activamente a través de al menos algunas membranas celulares incluyen los iones sodio, potasio, calcio, hierro, hidrógeno, cloruro, yoduro y urato, diversos azúcares diferentes y la mayoría de los aminoácidos.

### **Transporte activo primario y transporte activo secundario**

El transporte activo se divide en dos tipos según el origen de la energía que se utiliza para facilitar el transporte:

En el transporte activo primario la energía procede directamente de la escisión del trifosfato de adenosina (ATP) o de algún otro compuesto de fosfato de alta energía.

En el transporte activo secundario la energía procede secundariamente de la energía que se ha almacenado en forma de diferencias de concentración iónica de sustancias moleculares o iónicas secundarias entre los dos lados de una membrana celular, que se generó originalmente mediante transporte activo primario, es decir que no produce energía sino que solo usa la ya almacena.

En ambos casos el transporte depende de proteínas transportadoras que penetran a través de la membrana celular, al igual que en la difusión facilitada. Sin embargo, en el transporte activo la proteína transportadora funciona de manera diferente al transportador de la difusión facilitada porque es capaz de impartir energía a la sustancia transportada para moverla contra el gradiente electroquímico.

Por su parte las sustancias que se transportan mediante transporte activo primario están el sodio, el potasio, el calcio, el hidrógeno, el cloruro y algunos otros iones.

El mecanismo de transporte activo que se ha estudiado con mayor detalle es la bomba sodio, potasio ( $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ ), que es el proceso de transporte que bombea iones sodio hacia

fuera a través de la membrana celular de todas las células y al mismo tiempo bombea iones potasio desde el exterior hacia el interior.

### **Potenciales de membrana y potenciales de acción**

Hay potenciales eléctricos a través de las membranas de prácticamente todas las células del cuerpo.

Algunas células, como las células nerviosas y musculares, generan impulsos electroquímicos rápidamente cambiantes en sus membranas, y estos impulsos se utilizan para transmitir señales a través de las membranas de los nervios y de los músculos.

En otros tipos de células, como las células glandulares, los macrófagos y las células ciliadas, los cambios locales de los potenciales de membrana también activan muchas de las funciones de las células

### **Potencial de membrana en reposo de las neuronas**

El potencial de membrana en reposo de las fibras nerviosas grandes cuando no transmiten señales nerviosas es de aproximadamente  $-90$  mV. Es decir, el potencial en el interior de la fibra es  $90$  mV más negativo que el potencial del líquido extracelular que está en el exterior de la misma.

Los factores importantes que establecen el potencial de membrana en reposo normal de  $-90$  mV. Son los siguientes:

1. Cuando el potencial de membrana está producido totalmente solo por la difusión de potasio.
2. Cuando el potencial de membrana está producido por la difusión de los iones sodio y potasio.
3. Cuando el potencial de membrana está producido por la difusión de los iones sodio y potasio más el bombeo de estos dos iones por la bomba  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ .

### **Potencial de acción de las neuronas**

Las señales nerviosas se transmiten mediante potenciales de acción que son cambios rápidos del potencial de membrana que se extienden rápidamente a lo largo de la membrana de la fibra nerviosa.

Cada potencial de acción comienza con un cambio súbito, esto quiere decir que desde el potencial de membrana negativo en reposo normal hasta un potencial positivo y termina con un cambio casi igual de rápido de nuevo hacia el potencial negativo.

Para conducir una señal nerviosa el potencial de acción se desplaza a lo largo de la fibra nerviosa hasta que llega a su extremo.

Fases del potencial de acción son las siguientes

### **Fase de reposo**

La fase de reposo es el potencial de membrana en reposo antes del comienzo del potencial de acción. Se dice que la membrana está «polarizada» durante esta fase debido al potencial de membrana negativo de  $-90$  mV que está presente.

### **Fase de despolarización**

En este momento la membrana se hace súbitamente muy permeable a los iones sodio, lo que permite que un gran número de iones sodio con carga positiva difunda hacia el interior del axón.

El estado «polarizado» normal de  $-90$  mV se neutraliza inmediatamente por la entrada de iones sodio cargados positivamente, y el potencial aumenta rápidamente en dirección positiva, a este proceso se le denomina despolarización.

En las fibras nerviosas grandes el gran exceso de iones sodio positivos que se mueven hacia el interior hace que el potencial de membrana realmente se «sobreexcite» más allá del nivel cero y que se haga algo positivo.

En algunas fibras más pequeñas, así como en muchas neuronas del sistema nervioso central, el potencial simplemente se acerca al nivel cero y no hay sobreexcitación hacia el estado positivo.

### **Fase de repolarización**

En un plazo de algunas diezmilésimas de segundo después de que la membrana se haya hecho muy permeable a los iones sodio, los canales de sodio comienzan a cerrarse y los canales de potasio se abren más de lo normal.

De esta manera, la rápida difusión de los iones potasio hacia el exterior restablece el potencial de membrana en reposo negativo normal, que se denomina repolarización de la membrana.

Para explicar más en detalle los factores que producen tanto la despolarización como la repolarización se describirán las características especiales de otros dos tipos de canales transportadores que atraviesan la membrana nerviosa: como lo son los canales de sodio y de potasio activados por el voltaje.

### **Propagación del potencial de acción**

Anteriormente hemos analizado el potencial de acción que se produce en un punto de la membrana. Sin embargo, un potencial de acción que se desencadena en cualquier punto de una membrana excitable habitualmente excita porciones adyacentes de la membrana, dando lugar a la propagación del potencial de acción a lo largo de la membrana.

Una fibra nerviosa que ha sido excitada en su porción media, es decir, la porción media presenta de manera súbita un aumento de la permeabilidad al sodio

las cargas eléctricas positivas son desplazadas por la difusión hacia dentro de iones sodio a través de la membrana despolarizada y posteriormente a lo largo de varios milímetros en ambos sentidos a lo largo del núcleo del axón.

Estas cargas positivas aumentan el voltaje a lo largo de una distancia de 1 a 3 mm a lo largo de la gran fibra mielinizada hasta un valor superior al umbral del voltaje para iniciar el potencial de acción.

Por tanto, los canales de sodio de estas nuevas zonas se abren inmediatamente, y se produce una propagación explosiva del potencial de acción.

Estas zonas recién despolarizadas producen a su vez más circuitos locales de flujo de corriente en zonas más lejanas de la membrana, produciendo una despolarización progresivamente creciente.

De esta manera el proceso de despolarización viaja a lo largo de toda la longitud de la fibra a esto se denomina impulso nervioso o muscular, lo cual crea un estímulo.

### **Dirección de propagación**

Una membrana excitable no tiene una dirección de propagación única, sino que el potencial de acción viaja en todas las direcciones alejándose del estímulo (incluso a lo largo de todas las ramas de una fibra nerviosa) hasta que se ha despolarizado toda la membrana.

### **Principio del todo o nada**

Una vez que se ha originado un potencial de acción en cualquier punto de la membrana de una fibra normal, el proceso de despolarización viaja por toda la membrana si las condiciones son las adecuadas, o no viaja en absoluto si no lo son.

Este principio se denomina principio del todo o nada y se aplica a todos los tejidos excitables normales.

### **Transmisión de impulsos desde las terminaciones nerviosas a las fibras del músculo esquelético**

Las fibras del músculo esquelético están inervadas por fibras nerviosas mielinizadas grandes que se originan en las motoneuronas grandes de las astas anteriores de la médula espinal.

Todas las fibras nerviosas, después de entrar en el vientre muscular, normalmente se ramifican y estimulan entre tres y varios cientos de fibras musculares esqueléticas. Cada terminación nerviosa forma una unión, denominada unión neuromuscular, con la fibra muscular cerca de su punto medio.

El potencial de acción que se inicia en la fibra muscular por la señal nerviosa viaja en ambas direcciones hacia los extremos de la fibra muscular.

Con la excepción de aproximadamente el 2% de las fibras musculares, solo hay una unión de este tipo en cada fibra muscular.

### **Anatomía fisiológica de la unión neuromuscular:**

La placa motora terminal muestra la unión neuromuscular que forma una gran fibra nerviosa mielinizada con una fibra muscular esquelética.

La fibra nerviosa forma un complejo de terminaciones nerviosas ramificadas que se invaginan en la superficie de la fibra muscular, pero que permanecen fuera de la membrana plasmática.

Toda la estructura se denomina placa motora terminal.

Está cubierta por una o más células de Schwann que la aíslan de los líquidos circundantes.

La membrana invaginada se denomina gotiera sináptica o valle sináptico y el espacio que hay entre la terminación y la membrana de la fibra se denomina espacio sináptico o hendidura sináptica.

Este espacio mide de 20 a 30 nm de anchura. En el fondo de la gotiera hay numerosos pliegues más pequeños de la membrana de la fibra muscular denominados hendiduras subneurales, que aumentan mucho el área superficial en la que puede actuar el transmisor sináptico, cuando hablamos de transmisor hay que tener en cuenta que este transmite.

En la terminación axónica hay muchas mitocondrias que proporcionan trifosfato de adenosina (ATP), la fuente de energía que se utiliza para la síntesis del transmisor excitador, acetilcolina.

Esta, a su vez, excita la membrana de la fibra muscular.

La acetilcolina se sintetiza en el citoplasma de la terminación, pero se absorbe rápidamente hacia el interior de las vesículas sinápticas, cuya cantidad se aproxima a 300.000 en las terminaciones de una única placa terminal.

## **Conclusión**

Debemos de recordar que la membrana celular consiste en una bicapa lipídica con proteínas de transporte de la membrana celular.

Es de grande importancia recordar que la membrana está formada casi totalmente por una bicapa lipídica, aunque también contiene grandes números de moléculas proteicas insertadas en los lípidos, muchas de las cuales penetran en todo el grosor de dicha membrana.

Por su parte la bicapa lipídica no es miscible, por lo que no se mezcla con el líquido extracelular ni con el líquido intracelular.

Por tanto, constituye una barrera frente al movimiento de moléculas de agua y de sustancias insolubles entre los compartimientos del líquido extracelular e intracelular.

Hay que tener en cuenta que el transporte activo se divide en dos tipos según el origen de la energía y que se utiliza para facilitar el transporte:

En el transporte activo primario la energía procede directamente de la escisión del trifosfato de adenosina (ATP) o de algún otro compuesto de fosfato de alta energía.

Por otra parte, el transporte activo secundario la energía procede secundariamente de la energía que se ha almacenado en forma de diferencias de concentración iónica de sustancias moleculares o iónicas secundarias entre los dos lados de una membrana celular, que se generó originalmente mediante transporte activo primario, es decir que este no produce energía, sino que solo usa la ya almacenada.

Cabe mencionar que la membrana necesita dichos factores importantes que establecen el potencial de membrana en reposo normal de  $-90$  mV.

1. Cuando el potencial de membrana está producido totalmente solo por la difusión de potasio. 2. Cuando el potencial de membrana está producido por la difusión de los iones sodio y potasio. 3. Cuando el potencial de membrana está producido por la difusión de los iones sodio y potasio más el bombeo de estos dos iones por la bomba  $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ .

## **BIBLIOGRAFÍA**

LIBRO: GAYTON (FISIOLOGIA MEDICA)