

LAS CÉLULAS DEL SISTEMA NERVIOSO

AUTORA: LAURA PATIÑO



San Marcos

Introducción	3
Las células del sistema nervioso	5
Citología de las neuronas y las células gliales	8
El potencial de reposo	9
Conducción del impulso nervioso	12
Bibliografía	14

ÍNDICE

Las células del sistema nervioso



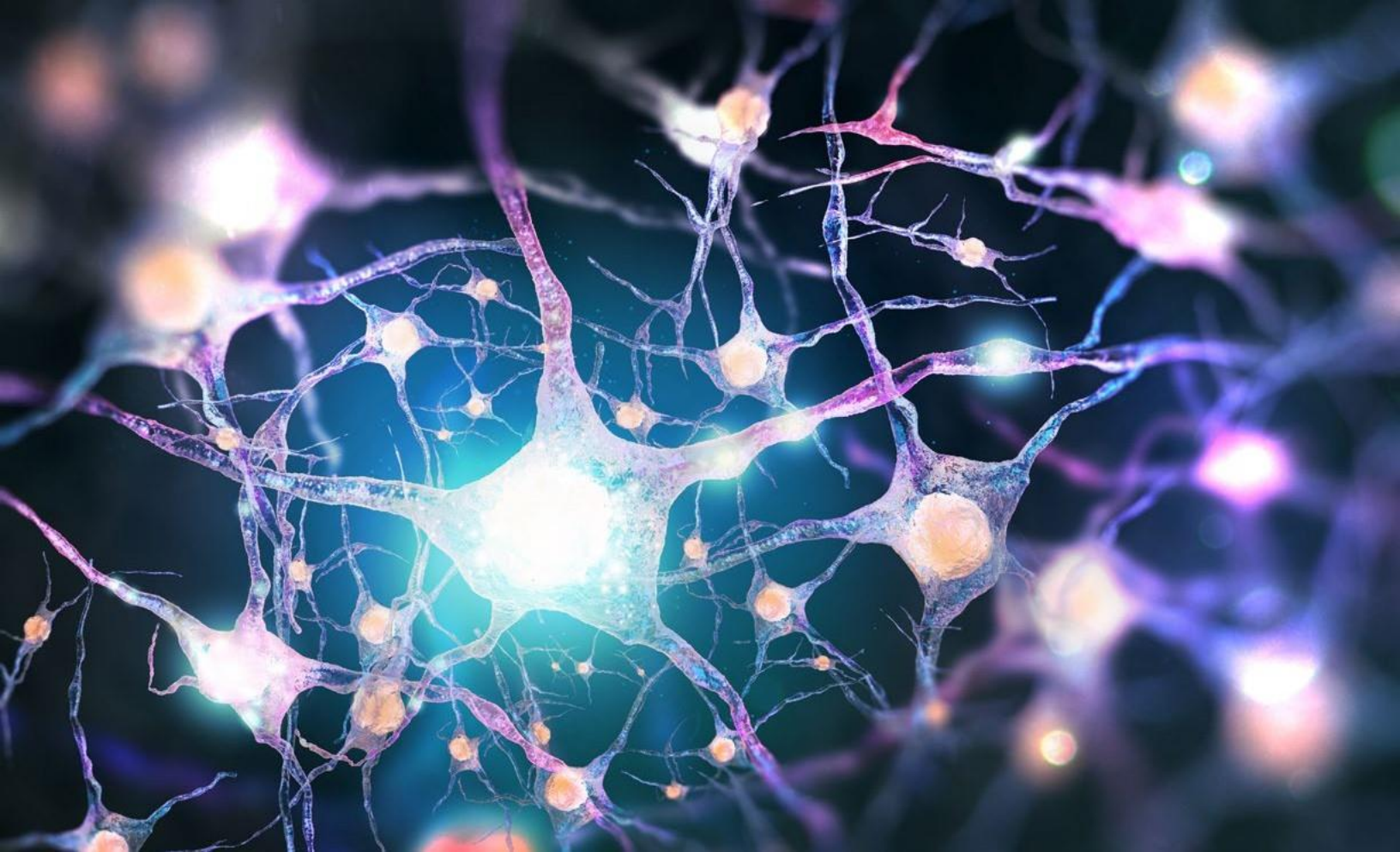


Figura 16.
Fuente: shutterstock/536377753

“El sistema nervioso contiene tres tipos de células: neuronas, células gliales o de la glía y células del tejido endotelial o endotelios” . Las neuronas contienen estructuras especializadas en la transmisión de señales a otras neuronas, así como a células musculares y endocrinas . Por su parte, las células gliales, inicialmente consideradas únicamente como células de sostén, ejercen funciones muy diversas, contribuyendo de manera fundamental al funcionamiento de las neuronas . En cuanto al tejido endotelial se encuentra en el borde del cerebro y la médula espinal formando una capa con células de un tamaño muy pequeño llamadas endotelios . La función en general del tejido endotelial es la de aislar al sistema nervioso (principalmente al cerebro y la médula espinal) del resto del cuerpo . En cuanto a la principal función de los endotelios, se puede decir que es servir de barrera o protección para aislar a las neuronas y glía del resto del cuerpo . En otras palabras, es como si fueran una frontera entre lo que es sistema nervioso y lo que no .

Las neuronas constan de una región central, denominada soma o cuerpo celular, que contiene el núcleo, así como los orgánulos encargados del control metabólico, y de una serie de prolongaciones cilíndricas . Una de dichas prolongaciones se denomina axón o cilindroeje, y constituye la zona donde generalmente se inician y conducen los impulsos nerviosos . Los axones pueden estar ramificados, y en los extremos de dichas ramificaciones hay uno o varios botones sinápticos o terminales presinápticos, que permiten transmitir información a otras neuronas . Las demás prolongaciones se denominan dendritas y contienen estructuras especializadas en la recepción de información a través de las sinapsis .

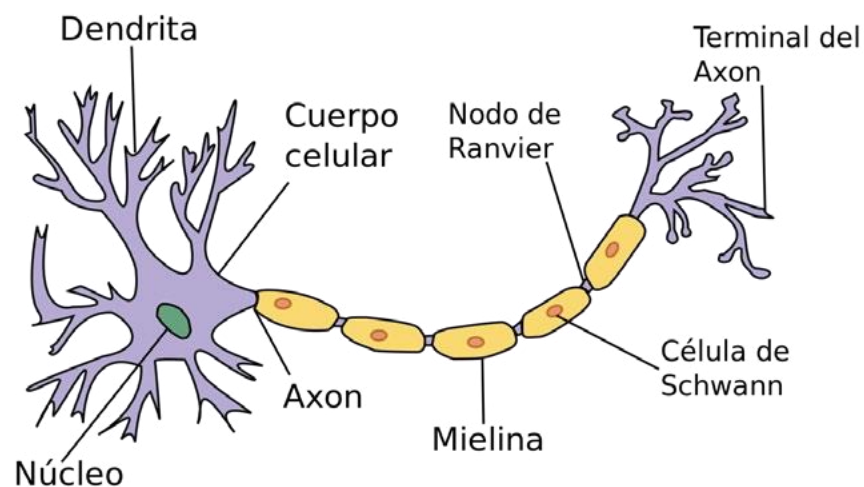


Figura 17.
Fuente: goo.gl/XCXdqG

Especialmente destacables en este aspecto son las denominadas espinas dendríticas, pequeñas protrusiones membranas de las dendritas especializadas en la recepción de inputs sinápticos y que revisten especial interés por sustentar algunos de los mecanismos de plasticidad sináptica . Existe una gran diversidad en el tamaño y la morfología de las neuronas, estas pueden clasificarse a partir de diversos criterios, como la forma del soma, el número de prolongaciones, su localización en el sistema nervioso o su función .

En cuanto a las células gliales existen diversos tipos, las más abundantes en el cerebro son los astrocitos, denominados así por su forma estrellada . Los astrocitos desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento del equilibrio iónico extracelular, intervienen en los procesos de síntesis, inactivación y recaptación de algunos neurotransmisores, ejercen funciones inmunitarias, y forman parte de los mecanismos de la denominada barrera hematoencefálica, que protege el cerebro, limitando de manera selectiva el paso de sustancias desde la sangre hasta el tejido neural .

Fuente: goo.gl/jMbgAU

Los oligodendrocitos, entre otras funciones, forman la mielina (una sustancia que actúa de aislante eléctrico y que, al envolver los axones, aumenta la velocidad de conducción del impulso nervioso) del Sistema Nervioso Central (SNC), mientras que la mielina del Sistema Nervioso Periférico (SNP) la forman las células de Schwann .

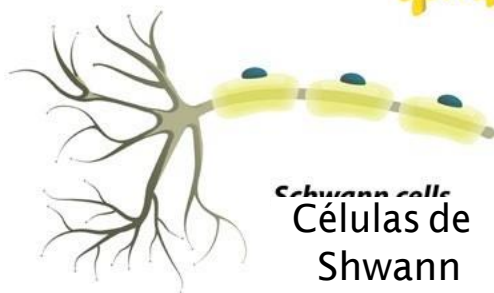
Las células de microglía eliminan los desechos de células en degeneración mediante fagocitosis . Su número aumenta cuando existen procesos inflamatorios o degenerativos .

Células gliales

Oligodendrocitos

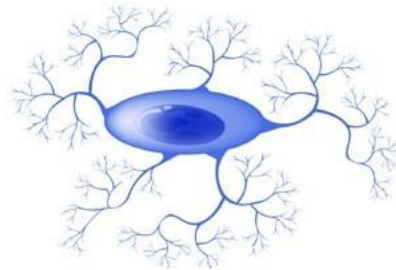


Células ependimarias



Schwann cell
Células de Schwann

Microglía



Astrocytes
Astrocitos

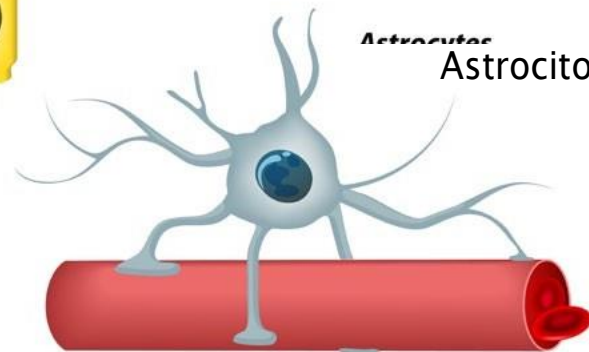


Figura 18. Células gliales
Fuente: shutterstock/238798642

Citología de las neuronas y las células gliales

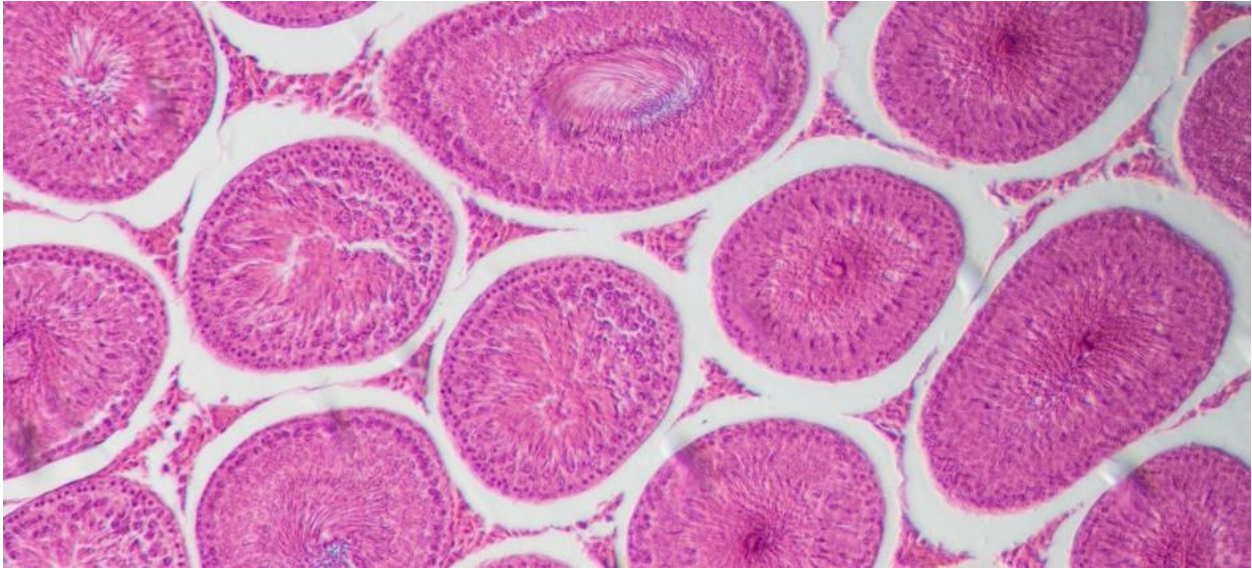


Figura 19.
Fuente: shutterstock/99330671

Como se mencionó en los anteriores apartados, todas las células vivas están separadas del entorno por unas membranas que constituyen una barrera semipermeable. Las propiedades de dichas membranas y la composición de los líquidos intra y extracelular determinan la existencia de una diferencia de potencial entre el interior y el exterior. Por convención, el signo del voltaje hace referencia al tipo de cargas predominantes en el líquido intracelular. En realidad, los líquidos intra y extracelular son casi eléctricamente neutros. El voltaje se establece porque las cargas desiguales de la neurona se alinean a lo largo de la membrana por la atracción electrostática a través de esta fina barrera. Las neuronas utilizan los cambios en el voltaje de la membrana para comunicarse. El voltaje existente en las membranas celulares en un momento dado recibe el nombre de potencial de membrana.

Las membranas contienen canales iónicos, moléculas proteicas transmembrana que permiten el paso de iones específicos. Así pues, la permeabilidad o la conductancia de la membrana para determinados iones viene determinada principalmente por la presencia en ella de canales iónicos específicos y de su estado. Algunos canales, denominados pasivos, permanecen siempre abiertos; en cambio, los denominados canales activos están cerrados cuando la neurona está en reposo, y solo se abren o bien por influencia de algunas sustancias químicas (canales activos controlados por ligando o dependientes del ligando) o bien cuando la membrana neuronal alcanza un determinado valor de voltaje (canales activos controlados por voltaje o dependientes del voltaje).



¡Importante!

1. Los líquidos intra y extracelular tienen una composición iónica diferente . Cuando existen diferencias de concentración de una sustancia entre lugares diferentes, se establece un gradiente de concentración mediante el cual las sustancias tienden a difundirse desde el lugar de máxima concentración al lugar de mínima concentración .
2. En el caso de los iones, debe tenerse en cuenta también el hecho de que la distribución desigual de cargas eléctricas genera un gradiente electrostático, de manera que los iones tienden a desplazarse atraídos por las cargas de signo contrario y repelidos por las cargas de igual signo . . Es decir, el desplazamiento de los iones viene determinado por los gradientes químico o de concentración y electrostático .



¡Lectura complementaria!

Neuronas espejo y teoría de la mente en la explicación de la empatía
Emilio García, Javier González y Fernando Maestú

El potencial de reposo

El potencial de reposo es el valor que tiene el potencial de membrana cuando la neurona está en reposo, es decir, no emite impulsos nerviosos ni está siendo sometida a estímulos que modifican el voltaje de la membrana . El potencial de reposo es siempre un voltaje muy negativo (de alrededor de -60 o -70 mV) . A continuación, se esbozan los motivos por los cuales sucede esto .

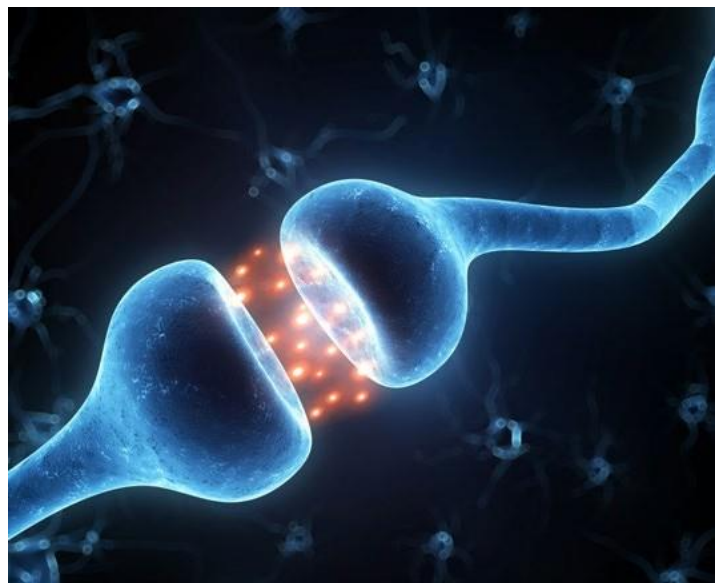


Figura 20.

Fuente: shutterstock/130088948

Concentración de iones en los líquidos intra y extracelular ya que la mayoría de las células contiene una elevada concentración de potasio en el líquido intracelular, mientras que el líquido extracelular está formado esencialmente por agua con cloruro sódico, de manera que el ion sodio (representado por el símbolo Na^+) está predominantemente concentrado en el exterior de las células. Además, el interior de la neurona contiene muchos aniones (iones con carga negativa), denominados aniones orgánicos, de gran tamaño, que no pueden atravesar la membrana.

Permeabilidad o conductividad de la membrana, dado que en reposo la permeabilidad de la membrana para los diferentes iones viene determinada por la existencia de los canales pasivos. La neurona tiene un elevado número de canales iónicos pasivos para el potasio (ion representado con el símbolo K^+). En cambio, tiene pocos canales pasivos para el sodio, y carece de canales para los aniones orgánicos. Dicho en otras palabras, la membrana neuronal en reposo muestra una elevada permeabilidad para el potasio y una baja permeabilidad para el sodio. a pesar de que hay otros iones que pueden influir en el valor del potencial de reposo, su influencia es menos importante.

El sodio, al estar muy concentrado en el líquido extracelular, está sometido a un gradiente de concentración que le impulsa a entrar en la neurona. Además, como el voltaje es negativo, tiene también tendencia a entrar en la neurona por fuerzas electrostáticas (atracción hacia las cargas negativas del interior). Sin embargo, la escasa permeabilidad de la membrana para el sodio solo permite una lenta y escasa entrada de este ion. En cambio, como se ha dicho antes, la membrana neuronal es altamente permeable al potasio (gracias a la gran cantidad de canales pasivos para este ion). El potasio está sometido a fuerzas químicas (gradiente de concentración) que le impulsan a salir; sin embargo, el elevado número de aniones orgánicos del líquido intracelular ejerce una fuerza electrostática de atracción hacia el interior.

Es decir, en condiciones de reposo, el potasio está sometido a dos fuerzas contrapuestas, el gradiente de concentración (fuerza química) y el gradiente electrostático. En situaciones como estas, el desplazamiento neto de un ion a través de la membrana se ejerce en el sentido de la fuerza de mayor intensidad hasta que las dos fuerzas contrapuestas se contrarrestan completamente. Se denomina equilibrio electroquímico de un ion a aquella situación en que las dos fuerzas contrapuestas que impulsan a dicho ion en sentido contrario se hallan contrarrestadas, de manera que no hay flujo neto del ion a través de la membrana.

Fuente:shutterstock

El voltaje (o fuerza electroestática) necesario para contrarrestar completamente al gradiente químico de signo contrario y, por tanto, colocar a un ion en estado de equilibrio electroquímico se puede calcular mediante la ecuación de Nernst . Este voltaje recibe el nombre de potencial de equilibrio (de un ion) y se representa mediante la letra E con el símbolo del ion correspondiente como subíndice . En el caso del potasio, la ecuación de Nernst indica que su potencial de equilibrio (E_{K^+}) es un poco más negativo que el potencial de reposo (aproximadamente, $-75/-80$ mV) . Por ello, en reposo, el potasio tenderá a salir en pequeñas cantidades de la neurona hasta que el potencial de membrana coincida con el valor de su potencial de equilibrio .



¡Datos!

Si el potasio fuera el único ion que pudiese atravesar la membrana, el valor del potencial de reposo coincidiría exactamente con E_{K^+} . Sin embargo, no es así; ello se debe a que existe un flujo pequeño, pero constante, de otros iones (como el sodio), y a la existencia de unos transportadores activos denominados bombas de sodio-potasio .

La bomba de sodio-potasio, puesto que en reposo hay un flujo neto de potasio hacia el exterior, así como un pequeño, pero constante, flujo neto de sodio hacia el interior (a través de los escasos canales pasivos para este ion que hay en la membrana) . A pesar de estos flujos iónicos, el voltaje de la membrana en reposo es un valor estable y los gradientes iónicos se mantienen . Ello se debe a la existencia de unas proteínas de transporte activo, denominadas bombas de sodio-potasio . Estos transportadores bombean continuamente sodio hacia el exterior y potasio hacia el interior (en ambos casos, en contra de los respectivos gradientes electroquímicos) . Así pues, la función principal de la bomba de sodio-potasio es mantener los gradientes de concentración de los iones de sodio y potasio, y, a su vez, generar también un gradiente electroestático .

Esto resulta de gran importancia, ya que la existencia de ambos gradientes constituye la fuerza que permitirá cambios en el potencial de membrana esenciales para la comunicación neuronal . La bomba de sodio-potasio es 'electrogénica' (el desplazamiento de cargas eléctricas entre los dos lados de la membrana no es equitativo), porque, por cada tres iones de sodio que expulsa, introduce dos de potasio .

Conducción del impulso nervioso

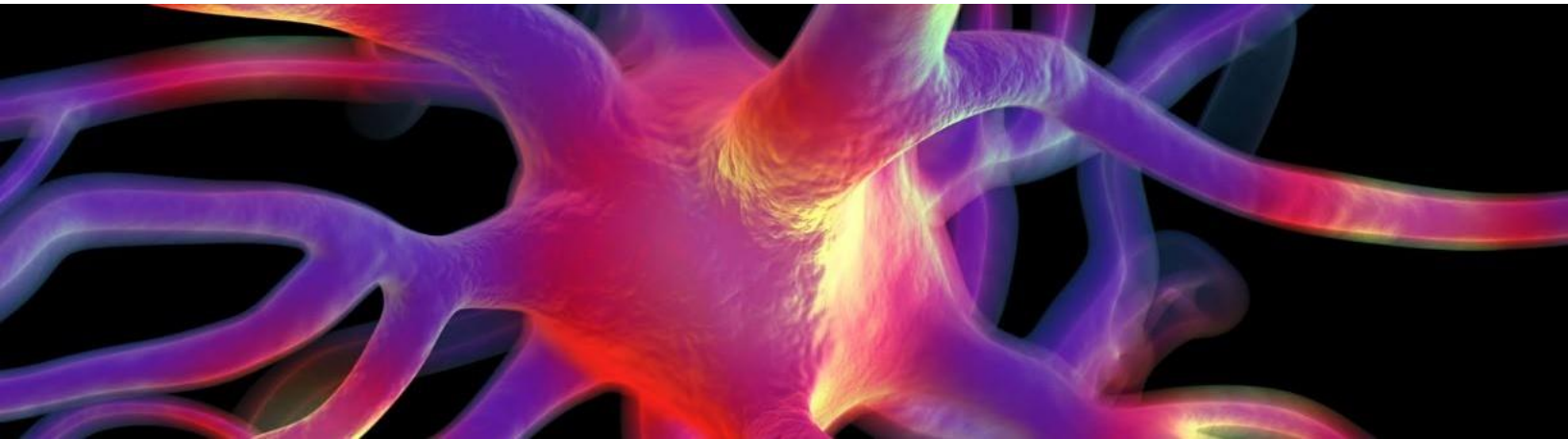


Figura 21.
Fuente: shutterstock/287218472

Una característica fundamental de las neuronas es la conductividad, consistente en el hecho de que el potencial de acción puede conducirse a lo largo de grandes distancias sin perder magnitud. Como regla general, los potenciales de acción se inician en el segmento del axón más próximo al soma, región que se denomina segmento inicial. Eso se debe al hecho de que en el segmento inicial hay muchos canales de sodio controlados por voltaje y, además, estos suelen tener un umbral de descarga más bajo que en otras zonas de la neurona debido a las características de los canales de sodio controlados por voltaje, los potenciales de acción se conducen normalmente en sentido anterógrado u ortodrómico.




¡Recordemos que!

1. La conducción de los impulsos nerviosos difiere en función de si los axones están o no mielinizados. En los axones amielínicos, los potenciales de acción deben ir conduciéndose sucesivamente por todos los puntos de la membrana del axón.

2. Eso implica que se generan potenciales de acción en todos los lugares del axón, lo cual, a su vez, requiere una gran actividad de la bomba de sodio-potasio para poder re-establecer los gradientes de concentración y electrostáticos propios del potencial de reposo.

3. Es importante tener en cuenta que los flujos iónicos que se dan a través de canales siempre se realizan a favor del gradiente electroquímico, pero los que se dan a través de bombas o proteínas de transporte activo suponen un gran gasto energético.

En cambio, los axones mielínicos están recubiertos por segmentos de mielina, que es un aislante eléctrico, separados por pequeños espacios desprovistos de mielina, los nodos de Ranvier . En estos axones, los potenciales de acción se conducen de manera 'saltatoria', de nodo de Ranvier a nodo de Ranvier . En los internodos, la corriente no se transmite en forma de potenciales de acción, sino en forma de potenciales locales, ya que la mielina dificulta los grandes flujos iónicos y, además, la membrana de los internodos no tiene muchos canales de sodio controlados por voltaje debido a la conducción saltatoria, la velocidad con que se propagan los impulsos nerviosos es mayor en las fibras mielínicas que en las amielínicas . La velocidad de conducción del potencial de acción también es directamente proporcional al diámetro del axón .



Video

Impulso nervioso

Autor: BioTK1



¡Lectura recomendada!

Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos

María Garcés y Juan Suárez

Biggs, A., (2012). *Biología*. (3 ed.), México D. F., México: Editorial McGraw-Hill Interamericana .

Pérez, M . A ., García, S . D ., y Kopp, S . (2013) . *Biología celular en las ciencias agropecuarias*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas .

BIBLIOGRAFÍA



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica