

NEUROFISIOLOGIA DE LA CONDUCCION NERVIOSA

Coaquira Peláez Silvana Adriana¹
 Condori Quispe Alejandro²
 Fuentes De la Barra PaolaYocelyn³

PALABRAS CLAVE

Neurona. Axón. Mielina. Conducción nerviosa. Sinapsis. Receptores. Potencial de acción.

RESUMEN

La neurofisiología es una rama de la fisiología que estudia el sistema nervioso y tiene como unidad funcional a la neurona que es la célula fundamental y básica del sistema nervioso central con la capacidad de transmitir impulsos nerviosos de origen aferente o eferente. Estos impulsos producen fenómenos eléctricos y químicos, realizando su recorrido a través del axón, dendritas y soma neuronal, que forman parte de la estructura de la neurona, la que se comunica con otra célula similar produciendo el impulso eléctrico nervioso, en el cual la membrana celular sufre un proceso de despolarización-repolarización con cambios químicos en fracciones de segundos, dando lugar a las percepciones dolorosas y sensitivas.

La sinapsis es elemental en la conducción nerviosa la cual da lugar al contacto del axón de una neurona con otra a través de neurotransmisores que se difunden por las hendiduras sinápticas donde se vuelven a generar cambios eléctricos, denominados estímulos excitatorios o inhibitorios dependiendo del estímulo nervioso. De esta manera el organismo funciona de forma sincronizada gracias a que la neurona produce cambios electrofisiológicos e iónicos en el sistema sensitivo y motor.

INTRODUCCION

El sistema nervioso es un conjunto de órganos constituidos por tejido nervioso que controla las funciones del organismo de manera compleja, formando un conjunto de estructuras anatómicas funcionalmente continuas, que tiene la capacidad de responder a los estímulos del medio externo como del medio interno. Las células nerviosas que forman parte de este sistema se interconectan entre sí, emitiendo la percepción del medio ambiente, de la atención, control de las acciones y los actos complejos asociados con la conducta del ser humano, siendo responsable de las actividades sensitivas, motoras y de la regulación de todos los órganos y sistemas del organismo. Todas estas funciones, no podrían realizarse si no se contara con micro-estructuras especializadas para el efecto, como las neuronas que son la parte elemental de este sistema.¹

NEURONA

La neurona o célula nerviosa es un tipo de célula perteneciente al Sistema nervioso central (SNC) cuyo rasgo diferencial es la excitabilidad que presenta su membrana plasmática, la cual permite no solamente la recepción de estímulos sino también la conducción del impulso nervioso entre las propias neuronas, o en su defecto, con otro tipo de células, tales como las fibras musculares de la placa motora, por lo que es considerada como la unidad genética, anatómica, funcional y trófica del sistema nervioso.

¹ Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

² Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA

³ Univ. Tercer Año Facultad de Odontología UMSA.
 Redactora

- a) *Unidad genética*, porque tiene su origen en el neuroblasto, que es la célula embrionaria primitiva de la cual deriva la neurona.
- b) *Unidad anatómica*, porque su estructura morfológica es independiente puesto que ésta se compone de un cuerpo o soma donde se encuentra su núcleo, alrededor de él, existen prolongaciones denominadas dendritas que reciben impulsos nerviosos y una prolongación larga que recibe el nombre de axón o cilindro eje que envía los impulsos nerviosos a otras neuronas.
- c) *Unidad funcional*, puesto que tiene la capacidad de conducir impulsos nerviosos.
- d) *Unidad trófica*, puesto que cualquier parte de la neurona que se separe de la porción celular que contiene el núcleo muere o se degenera, mientras que la parte que permanece en conexión con el núcleo sobrevive.

El sistema nervioso posee más de 100.000 millones de neuronas, presentando variedad en su forma, tamaño, y disposición, teniendo características comunes como: recepción, integración y conducción de los estímulos en una sola dirección.¹⁻³

CLASIFICACION DE LAS NEURONAS.

Las neuronas se clasifican según:

- La morfología del soma :
 - a) *Forma triangular*,
 - b) *Forma redondeada*,
 - c) *Forma fusiforme o piriforme*
- El número y forma de sus ramificaciones:
 - a) *Neuronas unipolares* : presentan una sola prolongación y al realizar un trayecto corto se divide en forma de "T".

- b) *Neuronas bipolares* : presentan una sola prolongación en cada uno de sus extremos
- c) *Neuronas multipolares*: presentan un solo axón y diversas dendritas que salen del soma neuronal.

➤ La función que desempeñan:

- a) *Neuronas sensitivas y sensoriales* son aferentes, es decir, que transmiten el impulso nervioso externo hacia el sistema nervioso central.
- b) *Neuronas motoras o eferentes*, transmiten los impulsos desde el sistema nervioso central hacia los músculos y órganos glandulares.
- c) *Neuronas vegetativas* se relacionan con el sistema autónomo y las interneuronas son las que establecen conexión entre las diferentes neuronas.¹⁻³

CONDUCCION NERVIOSA

La neurona tiene las características de excitarse y transmitir el impulso a lo largo del axón, recibe impulsos por un polo aferente que son el soma y las dendritas descargándolos por su polo eferente formado por el axón y sus ramas. Para entender mejor la conducción nerviosa, se debe tomar en cuenta las propiedades eléctricas que presenta la membrana celular la cual cumple la función más importante en la conducción del impulso nervioso. La membrana celular es permeable porque deja pasar ciertos iones que son átomos cargados eléctricamente. Toda membrana semipermeable posee un proceso selectivo en el paso de iones de manera que algunos pueden atravesar la membrana y otros no, esto depende del tipo de carga ya que esta puede tener carga eléctrica negativa como positiva. El resultado de la permeabilidad selectiva de la membrana crea una distribución desigual de iones en el interior y en el exterior de las células la

cual se conoce como potencial de membrana y reposo.⁴

Potencial de membrana

El potencial de membrana es la diferencia de potencial a ambos lados de una membrana celular la cual separa dos soluciones de diferentes concentraciones de iones, ésta a su vez presenta el "potencial de difusión" o "potencial de unión líquida" que se produce cuando dos disoluciones de diferentes concentraciones están en contacto entre sí a través de una membrana semipermeable produciendo cambios transitorios en el flujo de la corriente a través de la membrana celular por las señales eléctricas, ésta corriente ya sea del interior o del exterior de ellos son controlados por los canales iónicos situados en la membrana celular.

Sinapsis

La sinapsis es la unión de células nerviosas que se conectan entre sí mediante el axón, dendritas o cuerpo celular de cada neurona, transportan el impulso nervioso mediante una descarga química que origina una corriente eléctrica en la membrana de la neurona emisora y una vez que este impulso alcanza en su totalidad el extremo del axón de la neurona receptora se producen compuestos químicos denominados neurotransmisores, como ser la noradrenalina y acetilcolina; que son sustancias que se depositan en el espacio sináptico siendo los encargados de inhibir o excitar la acción de la célula post sináptica. Estructuralmente la sinapsis está constituida por tres elementos básicos que son:

- a) *Neurona Pre sináptica* la cual termina en finas ramificaciones denominadas telodendrias que son las ramificaciones de menor calibre de las dendritas.
- b) *Hendidura o espacio sináptico* la cual produce la separación existente

entre el axón de una neurona y la dendrita de otra neurona o también la separación entre axón y axón.

- c) *Neurona post sináptica* la cual recibe el impulso nervioso.

El mecanismo de la sinapsis se da cuando el potencial de acción llega a las últimas ramificaciones del axón produciendo una movilización de las vesículas sinápticas hacia la membrana pre sináptica del botón sináptico, a ésta altura, la zona activa de la membrana pre sináptica se disuelve con la membrana celular de las vesículas sinápticas produciendo la liberación de neurotransmisores hacia la hendidura sináptica, este proceso se denomina *exocitosis o secreción celular*. De este modo, la despolarización de la membrana es la responsable de la apertura de los canales de calcio a nivel de las zonas activas, donde el ión calcio al ingresar al interior de las terminaciones pre sinápticas produce neurotransmisores hacia la hendidura sináptica, durante este proceso transcurren alrededor de 2 milisegundos de excitabilidad neuronal produciéndose a una enorme velocidad, el neurotransmisor es liberado y se propaga a la hendidura sináptica para ser atraído por las células receptoras ubicadas en la membrana de las células post sináptica.

Al producirse el impulso nervioso, la neurona muestra cuatro regiones fundamentales que son: la entrada, la activación, la conducción y la salida; los tres primeros son eléctricos por la despolarización de la membrana y el ultimo es químico por la liberación de un neurotransmisor en la hendidura sináptica.^{5-6.}

Clasificación de sinapsis neuronales

Las sinapsis neuronales son de dos tipos:

1. *Sinapsis eléctrica*. -Se caracteriza por ser más rápida y ser originada por el paso de iones de una neurona, comunicándose directamente a través de pequeños canales formados por el acoplamiento de *complejos proteicos*, fenómeno característico de células que están estrechamente unidas, lo cual permite una acción rápida y coordinada entre células. Esta sinapsis no necesita de la liberación de neurotransmisores para cumplir una determinada función.
2. *Sinapsis química*. -Se caracteriza porque estas células están distanciadas por un espacio de 20 a 30 nanómetros aproximadamente, presenta un botón pre sináptico donde las terminaciones del axón liberan neurotransmisores a la hendidura sináptica y a la membrana post sináptica que contiene los receptores que van a interactuar con los neurotransmisores. Este tipo de sinapsis es necesaria para la liberación de neurotransmisores para cumplir una función determinada.

Neurotransmisores

Los neurotransmisores son sustancias químicas sintetizadas en los ribosomas del retículo endoplasmático, son elaboradas por las neuronas que hacen posible la transmisión de los impulsos nerviosos a través de las uniones entre neuronas y órganos almacenados en las llamadas terminaciones presinápticas, los cuales se dirigen al aparato de Golgi en donde se almacenan. Al tener lugar un impulso nervioso, son segregados para que éste se pueda transmitir, siendo trasladados por el axón a través de las dendritas hasta las vesículas sinápticas por los microtúbulos. Existen más de 25 neurotransmisores, entre los más significativos se encuentran:

1. *Acetilcolina*. - La acetilcolina es un éster acético de la colina, la cual se sintetiza en la neurona simpática y parasimpática pre y post ganglionares siendo un mediador excitatorio ubicado en la corteza cerebral, núcleos basales, moto neuronas de la médula espinal y las conexiones neuromusculares. La acetilcolina desaparece de la hendidura sináptica, esencialmente por hidrólisis de la enzima acetilcolinesterasa que al ser liberada al espacio interneuronal es captada por los receptores post sinápticos, los cuales son liberados inmediatamente al espacio intersináptico, posteriormente la pseudocolinesterasa hidroliza a la acetilcolina produciendo un efecto sostenido recuperando la capacidad de respuesta del neurotransmisor, además de ser recaptada por las vesículas presinápticas al resto del organismo.
2. *Grupo de aminoácidos*. -Son los siguientes:
 - a) El **glutamato**, deriva del metabolismo intermediario del ciclo de Krebs, es un principal mediador excitatorio del encéfalo y de la médula espinal. La suma excesiva de glutamato es muy letal para las neuronas ya que puede contribuir al daño celular, puesto que si las concentraciones de glutamato son altas producen toxicidad en la célula provocando la degeneración neuronal.
 - b) El **ácido gamma-aminobutírico** forma parte en la inhibición sináptica porque esta es adherida a los receptores específicos de la transmembrana la cual actúa a nivel de las membranas plasmáticas. Predomina en el sistema nervioso central, en la corteza cerebral, en el cerebelo a nivel de las células de

Purkinje y ganglios de la base de la corteza cerebral.

- c) La **glicina** es un neurotransmisor inhibitor, esencialmente de las motoneuronas de la médula espinal y del tronco encefálico.

3. Grupo de las aminos.- Son las siguientes:

- a) La **noradrenalina**, se produce a partir de la tirosina. Es un neurotransmisor de las fibras simpáticas postganglionares, la cual se encuentra también en las células del tronco encefálico e hipotálamo y esta es hidrolizada por la enzima monoaminooxidasa.
- b) La **histamina**, es un mediador químico que se encuentra ampliamente distribuida en el organismo principalmente en las células basófilas de la sangre, mastocitos, hígado y mucosa gástrica.
- c) La **dopamina**, tiene la función de inhibir la prolactina a nivel del lóbulo anterior de la hipófisis. Es producida por neuronas de la sustancia negra y de la región estriada de los núcleos basales.
- d) La **serotonina**, es fabricada por algunas células del tronco encefálico, cumple la función de inhibidor de las vías del dolor.^{4-7.}

Receptores

Los receptores sensoriales son estructuras especializadas, que detectan cambios en el ambiente y traducen pequeños cambios energéticos producidos en las membranas neuronales al producirse la sinapsis.

Hay tres principales clases funcionales de receptores sensoriales que son: a) los *mecanoreceptores* cuyo estímulo es la deformación del terminal nervioso bajo fuerza física; b) los *termoreceptores* que responden a estímulos de frío y calor y

c) *nociceptores* que responden a estímulos que amenazan con lesionar al tejido. La excitación de un receptor puede o no ser registrada a nivel consciente existiendo dos factores involucrados los cuales son: intensidad del estímulo y grado de atención.^{8.}

FISIOLOGIA DE LA CONDUCCION NERVIOSA

Esta se desarrolla en 3 etapas:

a) Percepción del estímulo sensorial, esta es informar al SNC de los estímulos del ambiente exterior o el interior, tiene dos fases: 1) Detección del estímulo ambiental externo; 2) Conducción de la información hacia centros superiores por las neuronas aferentes

b) Integración en el SNC, procesamiento de la información una vez que esta ha llegado a los centros superiores

c) Reacción Motora, que es la respuesta producida luego de que la información ha sido recibida y procesada.^{9-10.}

BIBLIOGRAFIA

1. Duran Quiroz J.C., Alvares Paredes L., Biofísica Aplicada; Membrana Celular y Sinapsis; 1^{ra}. Edición. ; La Paz-Bolivia 1995:2; 72.
2. Arene R. E.; Arene H. J.;Neuroanatomía; Sistema Nervioso, 1^{ra} Edición ;La Paz – Bolivia;Ediciones .Graficas Jivas; 2010; 19.
3. Cingolani H., Houssay A. Fisiología Humana de Huassay.; La Neurona; 7^{ma} Edición. México; Editorial El Ateneo; 2010:5; 34-35
4. Snell Richard S.; Neuro Anatomía Clínica; Estructura y Función de la Neurona- 5^{ta} Edición; Editorial .Medica Panamericana; Buenos Aires Argentina; 2005:3;32-70-71
5. Sancherman de Saudie,G.; Echeverri Guzmán E. Neuro Fisiología de la

- Oclusión.; El Sistema Nervioso; 2^{da} Edición. Bogotá Colombia, Editorial Moserrate: 1995:1;41 – 43.
6. Guyton A. Tratado de Fisiología Médica; Fisiología de la Conducción Nerviosa; Interamericana. 8^{va}. Edición; Editorial Interamericana Mc Graw Hill; México; 1988:5; 56-57.
 7. Silbernagi, S. Despopoulos A., Fisiología Texto Atlas; Sistema Nervioso Central; 7^{ma}. Edición; Editorial Médica Panamericana; Buenos Aires –Argentina 2009:2;42
 8. Pisuñer A, Pisuñer S., Fisiología Humana; La Neurona y sus Funciones; 2^{da}. Edición., Editorial Paz Montalvo; Barcelona – España 1965:7;88-89
 9. Zarco L.A.; Bases Neurofisiológicas de la conducción nerviosa; Asociación Colombiana de neurología; URL Disponible en: <http://www.acnweb.org/guia/g7cap1.pdf>. Fecha de Acceso 24 de Octubre de 2012.
 10. Fundabiomed; Keynes R. D. La conducción del impulso nervioso; FundacionesScientific American, 199: 83, 1958; URL disponible en: <http://www.fundabiomed.fcs.uc.edu.v e/cap111.pdf>. Fecha de acceso 30 de Octubre 2012.