

Neurona y neuroglía

Leonardo Flavio Medina Guillen

Resumen

El texto explora detalladamente la anatomía y fisiología del sistema nervioso, con énfasis en las neuronas y células gliales. Se describe las neuronas y sus diferentes tipos según estructura y función, así como sus partes y procesos de señalización y conducción eléctrica. Explica el transporte intracelular y la conducción de señales, resaltando el potencial de acción. Se discute cómo las señales subumbrales no generan respuestas y la importancia de la frecuencia para distinguir entre estímulos. La sección sobre neuroglía enfatiza su papel en el sistema nervioso central, incluyendo funciones de reparación, soporte y eliminación de desechos. Se detallan las funciones específicas de células como astrocitos, oligodendrocitos, células de Schwann y microglía, así como su implicación en procesos patológicos. En resumen, el texto ofrece una comprensión completa de la compleja red celular del sistema nervioso.

Palabras claves

Fisiología; Neuroglía; Neurona.

Medina Guillen, L. F. (2024). Neurona y neuroglía. En L. F. Medina Guillen, L. C. Milian. (Eds). *Funciones corticales superiores. Neuroanatomía, neurofisiología y su relación disfuncional*. (pp. 21-34). Religación Press. <http://doi.org/10.46652/religacionpress.140.c129>

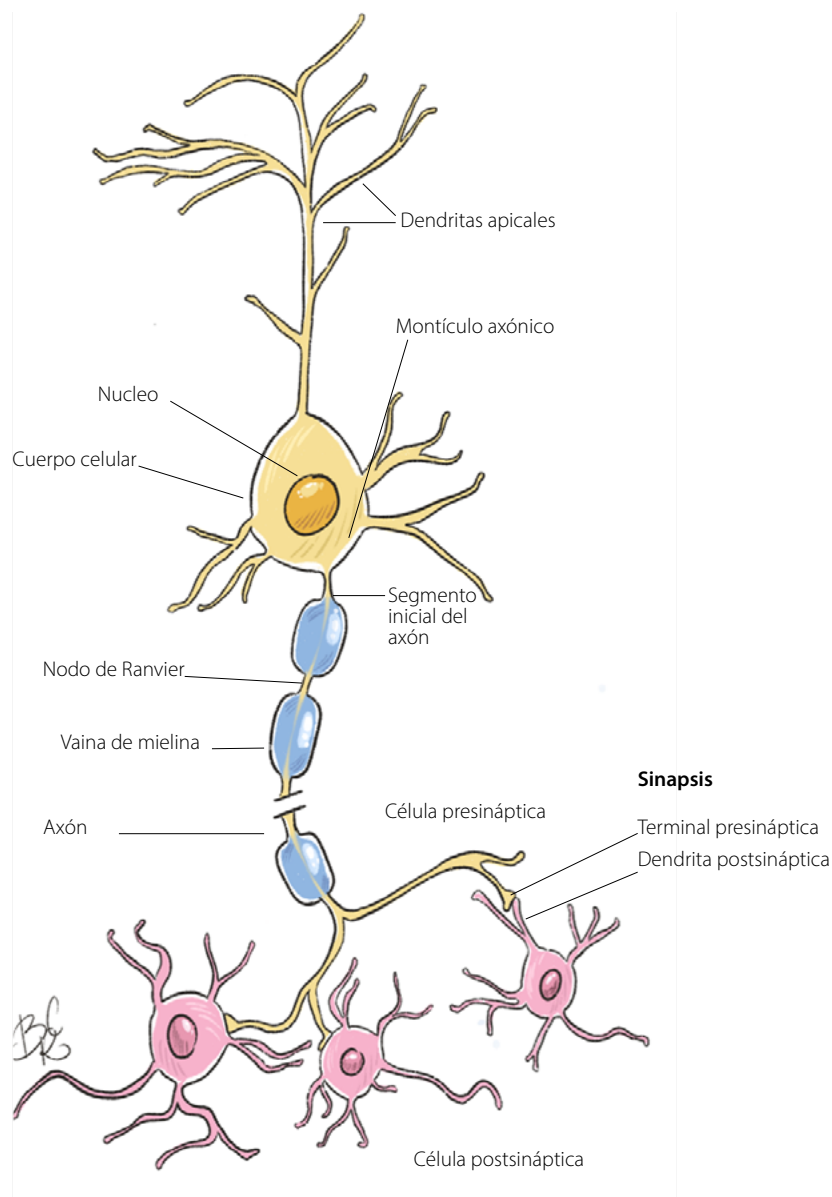


Objetivo: detallar la anatomía y fisiología tanto neuronal como neuroglial orientado a una posible disfunción patológica.

Neurona

Definición: son células nerviosas excitables especializadas en la recepción de estímulos y procesamiento del impulso nervioso (figura 1) (Snell, 2007).

Figura 1. Neurona y sus partes.



Fuente: Carranza, 2023.

Partes

Según Snell (2007) y Turlough Fitzgerald et al. (2012):

Soma: es el centro metabólico de la célula.

- Núcleo: contiene los genes y retículo endoplasmático (extensión del núcleo que se encarga de la síntesis proteica).
- Pericarión o citoplasma: conformado por aglomeraciones del retículo endoplásmico rugoso (cuerpos de Nissl), complejos de Golgi, ribosomas libres (encargado de la traducción celular), mitocondrias y retículo endoplásmico liso (figura 2).

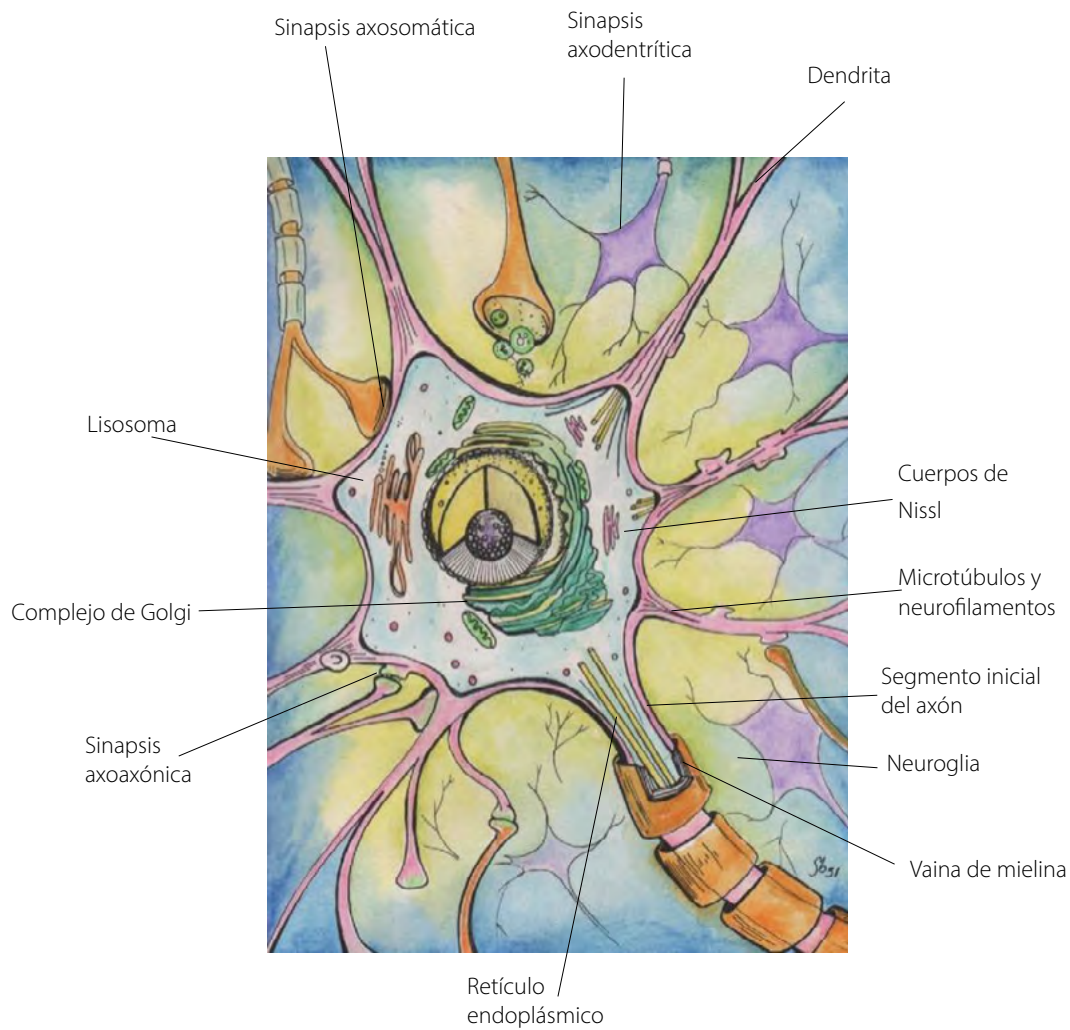
Neuritas: son prolongaciones del soma.

- Dendritas: neuritas responsables de la recepción y transmisión de información hacia el soma y se encuentran conformadas por un alto contenido ribosomal.
- Axón: neurita tubular única que conduce impulsos desde el soma hacia otras neuronas (potenciales de acción).
 - Terminales presinápticas: terminaciones nerviosas que transmiten señales a otras células a la región postsináptica mediante un espacio de intercambio llamado hendidura sináptica, proceso que se detallará con más profundidad en este capítulo.
 - Nodos de Ranvier: zonas no mielinizadas en donde se regenera el potencial de acción.

Tipos de neuronas según su axón

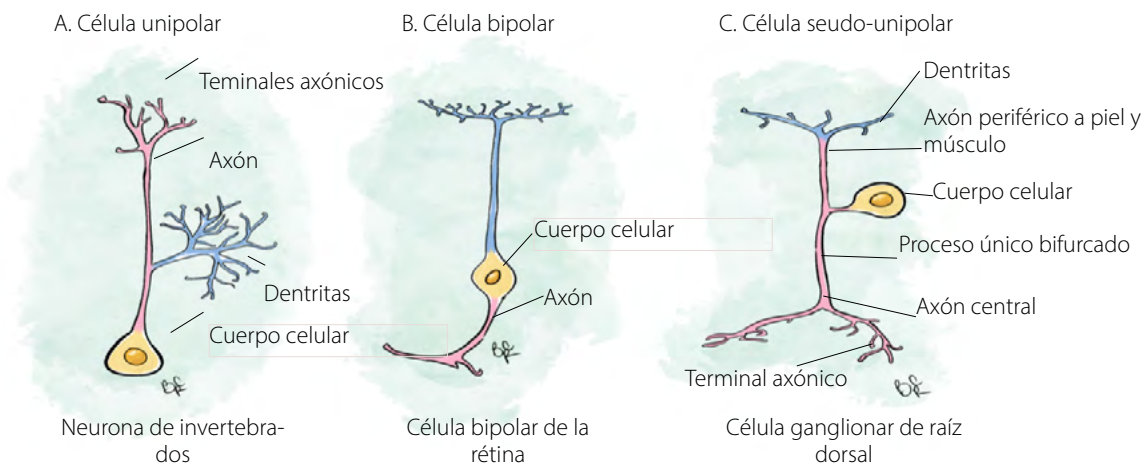
- Neuronas unipolares: poseen una neurita dividida en dos ramas; una se dirige hacia la periferia y otra hacia el sistema nervioso central (una actúa como axón y otra como dendrita). Ejemplo: ganglio de la raíz posterior, y en el sistema nervioso autónomo (tanto esta como los siguientes tipos de neuronas se encuentran ilustrados en la figura 3)(Snell, 2007; Kandel et al., 2012).
- Neuronas bipolares: con una neurita única que surge de cualquiera de los dos extremos, la dendrita recibe información desde la periferia dirigida al cuerpo neuronal y un axón que lleva la información al sistema nervioso central (la mayoría de las células sensitivas). Ejemplo: retina, ganglios sensitivos vestibulares y cocleares, y el epitelio olfatorio de la nariz (Snell, 2007; Kandel et al., 2012).

Figura 2. Componentes del soma.



Fuente: Bendeck, 2023.

Figura 3. Neuronas según su axón.



Fuente: Carranza, 2023.

- Neuronas pseudounipolares: son variantes de las neuronas bipolares, emiten información somatosensorial a la médula espinal (neuronas sensoriales primarias de raíces dorsales de los nervios espinales). Durante el desarrollo embrionario, los dos procesos de la célula bipolar embrionaria se fusionan y emergen del soma como un solo proceso con dos segmentos funcionalmente distintos. Ambos segmentos funcionan como axones, con uno extendiéndose hacia la piel o el músculo y el otro hacia la médula espinal. Un ejemplo adicional serían los mecanorreceptores, que se originan como células bipolares en un principio, pero sus prolongaciones se fusionan para formar un único axón (Snell, 2007; Kandel et al., 2012).
- Neuronas multipolares: predominan en el Sistema Nervioso Central (SNC) (Cardinali, 2007), poseen numerosas neuritas (un axón y muchas dendritas), siendo predominantemente motoras (Snell, 2007; Kandel et al., 2012). Ejemplo: neuronas del encéfalo y médula espinal (Snell, 2007).

Neuronas según su función:

Según Kandel et al., 2012:

- Neuronas sensitivas: emiten información desde la periferia del cuerpo hasta la médula espinal o encéfalo con finalidad sensorio-perceptiva y coordinación motora.
- Neuronas motoras: transmiten impulsos nerviosos del encéfalo y/o médula espinal a músculos o glándulas.
- Interneuronas: neuronas que no son motoras ni sensitivas, siendo el grupo más numeroso de esta clasificación.
 - Interneuronas de transmisión o proyección: poseen un axón largo que transmite señales a mayores distancias dentro del sistema nervioso o distintas regiones del cerebro.
 - Interneuronas locales: tienen axones cortos y forman circuitos cercanos.

Transporte intracelular:

Según Turlough Fitzgerald et al., 2012:

- Transporte anterógrado: se desplaza hacia el axón y dendritas y puede ser:
 - Rápido (300-400mm/día): vesículas sinápticas, sustancias transmisoras y mitocondrias.

- Lento (5-10mm/día): son elementos esqueléticos, proteínas solubles.
- Transporte retrógrado: transporte orientado hacia el soma, se da principalmente en materiales deteriorados para su degradación lisosomal.

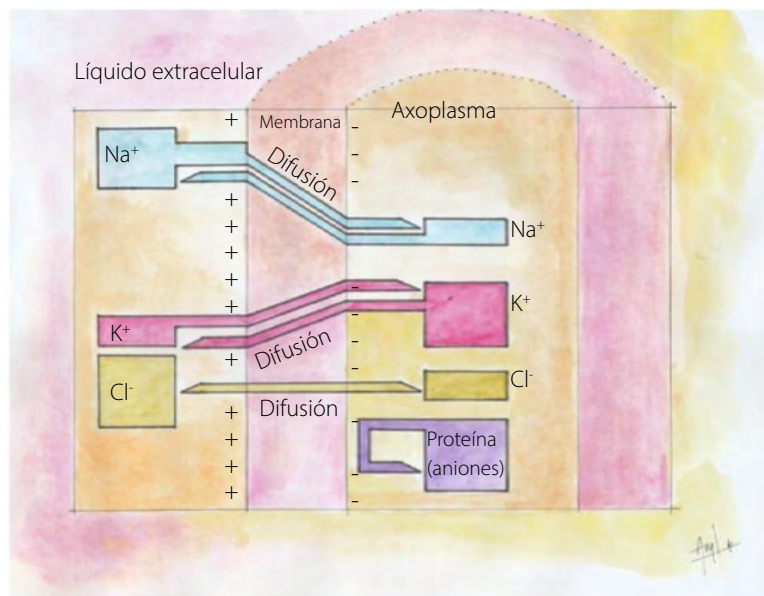
Señalización neuronal:

Según Kandel et al., 2012:

Una conducción, por ejemplo, un reflejo miotático, cada neurona sensitiva y motora genera en secuencia cuatro señales diferentes:

1. Señal de entrada (receptiva).
2. Señal integradora.
3. Señalización.
4. Señal de salida (secretora).

Figura 4. Propiedades eléctricas neuronales.



Fuente: López, 2023.

Conducción eléctrica de las señales:

Según Kandel et al., 2012

En reposo, las células conservan diferencias de potencial eléctrico en ambos lados de la membrana conocido como potencial de membrana el cual normalmente es de -65mV (oscilando entre -40 y -80mV) debido a:

- Distribución desigual de iones a ambos lados de la membrana celular con carga eléctrica; en específico, Na^+ y K^+ (carga positiva) y aminoácidos junto a proteínas (carga negativa).
- Permeabilidad selectiva a K^+ .

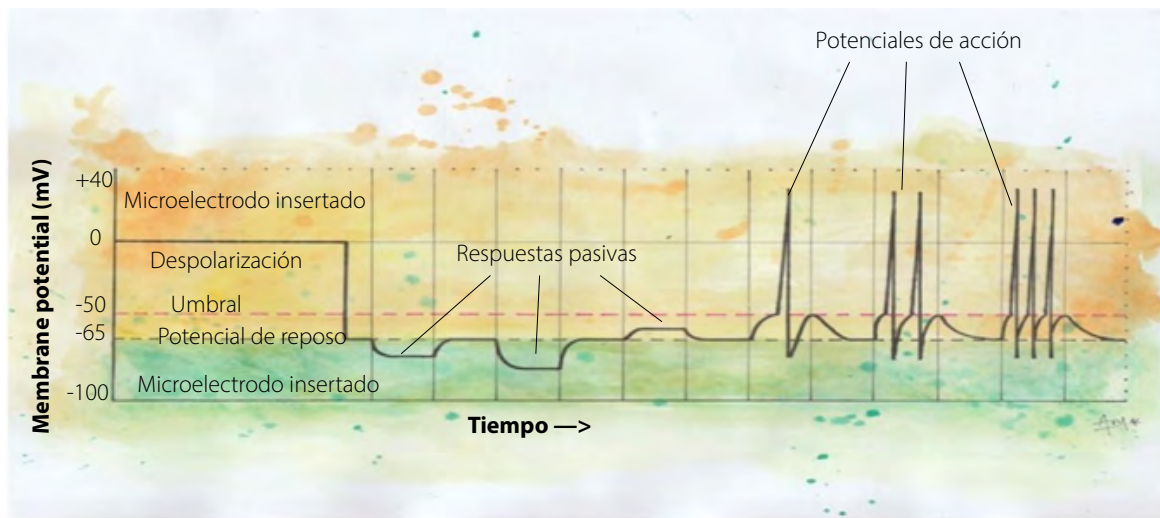
La distribución desigual de carga positiva se mantiene por la bomba de Na^+ y K^+ , la cual determina una baja concentración de Na^+ y alta concentración de K^+ intracelular. En células excitables como las musculares y nerviosas la despolarización puede ser rápida a causa de una reducción de potencial de membrana (de -65 a -55 mV), lo que hace que se vuelva más permeable al Na^+ reduciendo aún más el umbral de excitabilidad dando como resultado el potencial de acción (figura 4) (Kandel et al., 2012).

Potencial de acción

Los estímulos subumbrales no generan señales, mientras que los estímulos que superan el umbral de excitación de la membrana celular producen la misma señal, aunque los estímulos varían en duración o intensidad, son prácticamente iguales en cada potencial de acción (Kandel et al., 2012).

La principal característica de los potenciales de acción es que son estereotipados, incluso las señales sensitivas de voltaje de los potenciales de acción a menudo son indistinguibles de las señales motoras (figura 5). Como expreso Adrián en 1928 «todos los impulsos son muy parecidos, ya sea un mensaje destinado a suscitar la sensación de luz, de tacto o de dolor; si están apiñados la sensación es intensa, si están separados por largos intervalos, la sensación correspondiente es tenue» por tanto, lo determinante en un potencial de acción es la frecuencia. Ahora, ¿cómo se distingue un mensaje visual de uno de dolor o uno auditivo? Es importante tomar en cuenta que las vías visuales activadas por células de la retina son muy diferentes a las vías somatosensitivas activadas en el dolor, siendo determinada por la vía a través por la cual viaja y no por la señal en sí, lo que se denomina código de línea marcada (Kandel et al., 2012).

Figura 5. Propiedades eléctricas neuronales.



Fuente: López, 2023.

Neuroglía

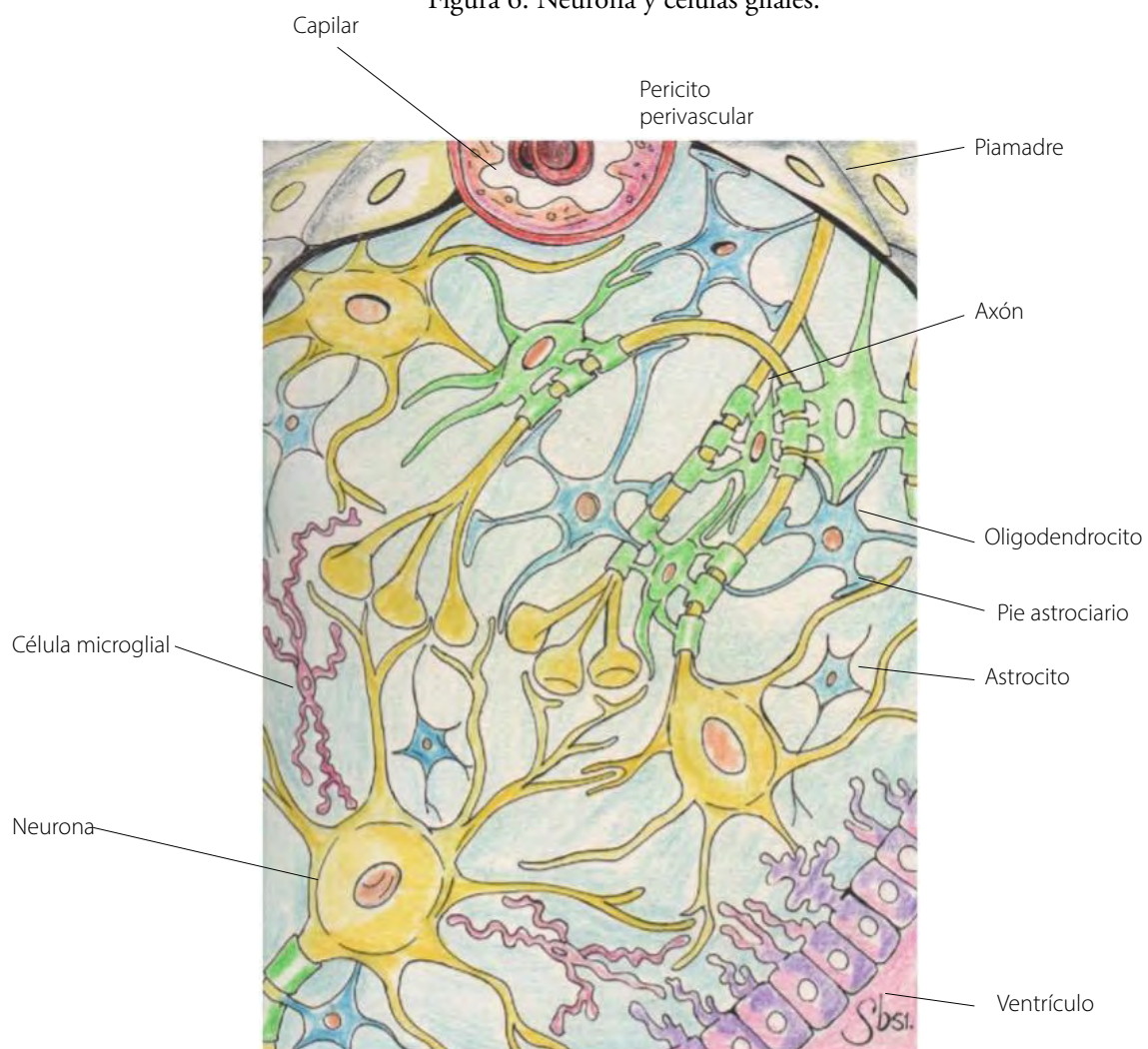
Definición: contribuyentes esenciales para la reparación del sistema nervioso; actúan como células madre en determinadas regiones del cerebro, promoviendo el recrecimiento de neuronas dañadas donde la regeneración puede ser útil, y previenen la regeneración en otras regiones donde el recrecimiento incontrolado podría hacer más daño que bien. Difiere de las neuronas, en su morfología, porque no tienen dendritas ni axones, no poseen las mismas propiedades de membrana, ni son eléctricamente excitables, y no están involucradas con la señalización eléctrica (Kandel et al., 2012; Purves et al., 2015).

Es el componente más abundante del SNC (figura 6), superando el número de las neuronas entre 10 a 50 veces. Dentro de sus funciones se encuentran (Kandel et al., 2012; Purves et al., 2015; Cardinali, 2007):

- Soporte de las neuronas (similar al tejido conectivo en otros órganos).
- Eliminación de productos metabólicos de desecho o restos celulares después de una lesión.
- Mielinización.
- Buffer de K^+ .
- Guía de migración neuronal durante el desarrollo.
- Nutrición neuronal.

- Captación de neurotransmisores.
- Generación de señales paracrinas: como las citocinas, por lo que influyen en los cuadros emocionales que acompañan las infecciones o tumoraciones mediante citocinas circulantes que afectan a las células gliales.
- Regeneración neuronal.
- Forman la Barrera Hematoencefálica (BHE).
- Modulan velocidad de propagación nerviosa.

Figura 6. Neurona y células gliales.



Fuente: Bendeck, 2023.

Las células gliales se dividen en dos grupos (Kandel et al., 2012; Cardinali, 2007; Haines, 2014):

- **Macroglía:** astrocitos, oligodendrocitos, células de Schwann y las células ependimarias.
- **Microglía:** fagocitos, partes del sistema inmune de origen mesodérmico.

Macroglía

Astrocitos

Son células estrelladas con docenas de prolongaciones limitadas al SNC (Purves et al., 2015; Turlough Fitzgerald et al., 2012) poseen en su citoplasma numerosos filamentos intermedios que les confieren rigidez. Favorecen el soporte del encéfalo y, contribuyen a su vez con la conformación de la BHE. También, contienen abundantes gránulos de glucógeno, por lo que, son una fuente inmediata de glucosa para las neuronas. Algunos astrocitos forman membranas limitantes de la glía en la superficie ventricular (interna) y externa (pial) del encéfalo, otros revisten conductos sinápticos neuronales y capilares encefálicos (Turlough Fitzgerald et al., 2012; Sadock & Sadock, 2008; Haines, 2014). Además, regulan de forma indirecta la producción de mielina mediante una interacción paracrina (Cardinali, 2007).

Los astrocitos usan canales específicos para eliminar el exceso de K^+ en el espacio extracelular cuando la actividad neuronal es intensa. Participan en el reciclado de neurotransmisores después de la liberación como el glutamato y el ácido aminobutírico (GABA) (Turlough Fitzgerald et al., 2012; Haines, 2014; Felten & Shetty, 2010). Pueden multiplicarse en cualquier momento, y son parte del proceso de curación posterior a una lesión del SNC; el cual conforma un denso tejido cicatricial (gliosis). La proliferación espontánea de astrocitos puede originar un tumor cerebral (Turlough Fitzgerald et al., 2012).

Oligodendrocitos y células de Schwann

Ambas cumplen la función de mielinización de los axones; pero, su diferencia sustancial es anatómica, ya que los oligodendrocitos se encuentran en el SNC, a diferencia de las células de Schwann, que se encuentran en el Sistema Nervioso Periférico (SNP) (Purves et al., 2015; Sadock & Sadock, 2008). En el sistema nervioso maduro, los subconjuntos de los oligodendrocitos y las células de Schwann mantienen propiedades de las células madre

neurales y pueden generar nuevos oligodendrocitos y células de Schwann en respuesta a una lesión o enfermedad (Cardinali, 2007). También se diferencian en que los genes de las células de Schwann se activan por la presencia de axones y los oligodendrocitos por presencia de astrocitos (Cardinali, 2007).

Las células de Schwann expresan una glucoproteína durante el proceso de mielinización (MAG; *Myelin-associated glycoprotein*) y solo un pequeño porcentaje en la mielina madura, concentrada en la yuxtaposición de la membrana axonal. Esta glicoproteína junto al antígeno mayor de histocompatibilidad, Po, antígenos de superficie de linfocitos T y moléculas de adhesión neuronales pertenecen la familia de proteínas implicadas en el reconocimiento celular (Cardinali, 2007).

Los oligodendrocitos producen las vainas de mielina que envuelven los axones en la sustancia blanca y participan en el intercambio iónico neuronal de la sustancia gris (Turlough Fitzgerald et al., 2012; Haines, 2014).

La mielinización comienza desde el periodo gestacional hasta la segunda década, un solo oligodendrocito mieliniza tres docenas de axones mediante un proceso en espiral, a través de la cara externa e interna de la membrana plasmática, conformando líneas densas alternantes mayores y menores observadas en las secciones transversales de la vaina de mielina. En los nódulos el axón se encuentra relativamente expuesto ya que son intervalos entre los envoltorios gliales, por lo cual, no poseen mielina. La mielina aumenta la velocidad de la conducción del impulso, ya que la despolarización salta entre nódulos (Turlough Fitzgerald et al., 2012).

Células endimarias o endimo

El sistema ventricular encefálico está recubierto por células endimarias cubicas o cilíndricas con microvellosidades o cilios (normalmente móviles) que favorecen la movilización del Líquido Ceforraquídeo (LCR) a través de los ventrículos (Snell, 2007; Turlough Fitzgerald et al., 2012). Pueden dividirse en tres grupos (Snell, 2007):

1. Endimocitos: revisten los ventrículos encefálicos y están en contacto con el LCR, favorecen su movimiento y reabsorción. El LCR se comunica mediante los espacios intercelulares del SNC a pesar de que las superficies adyacentes poseen uniones de hendidura.
2. Tanicitos: revisten el piso del tercer ventrículo (por encima del hipotálamo), poseen prolongaciones basales largas y terminan sobre los capilares sanguíneos. Cumplen la función de transporte de sustancias químicas desde el LCR hasta el

sistema porta-hipofisiario, de tal forma, pueden ejercer un papel en el control de producción hormonal del lóbulo anterior de la hipófisis.

3. Células epiteliales coroideas: favorecen la producción y secreción del LCR, se localizan en el revestimiento la superficie de los plexos coroideos. Forman pliegues cerca del lumen y las células se mantienen juntas por uniones estrechas impidiendo la filtración del LCR.

Microglía

Son las células inmunitarias del SNC y representa entre 5 a 10% de todas las células del SNC. Comparten muchas propiedades con los macrófagos, eliminan desechos celulares de los sitios de lesión o renovación celular, a su vez, secretan moléculas de señalización producidas por el sistema inmune, y pueden modular la inflamación local e influir en la supervivencia o muerte celular junto con el refinamiento de circuitos neuronales (Purves et al., 2015; Mondelli, 2017). Son diminutas en reposo -por eso la etimología de su nombre-, pero al verse activados por una infección o inflamación se agrandan y se convierten en fagocitos móviles y también se convierten en células presentadoras de antígeno, las cuales junto a los linfocitos T enfrentan a los microorganismos invasores (Snell, 2007; Turlough Fitzgerald et al., 2012; Sadock & Sadock, 2008; Mondelli, 2017). En cuanto a su relación clínica, la activación del sistema inmune participa en el desarrollo de síntomas psiquiátricos. Los niveles periféricos elevados de biomarcadores inflamatorios se encuentran asociados a psicosis, trastornos afectivos, depresión y muertes por suicidio. En estudios *post-mortem*, donde se cuantifica el ARNm neuroinmune, se han encontrado aumento de activación de las vías de respuesta inflamatoria aguda en la corteza prefrontal dorsolateral en la esquizofrenia (Mondelli, 2017).

Referencias

- Cardinali, D.P. (2007). *Neurociencia aplicada: sus fundamentos* (1ra. ed.). Médica Panamericana.
- Felten, D.L., & Shetty, A.N. (2010). *Netter: atlas de neurociencia* (2da. ed.). Elsevier Masson.
- Haines, D.E. (2014). *Principios de neurociencia: aplicaciones básicas y clínicas* (4ta. ed.). Elsevier.
- Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessel, T.M., Siegelbaum, S.A., & Hudspeth, A.J. (2012). *Principles of neuroscience* (5ta. ed.). McGraw-Hill Education.
- Mondelli, V., Vernon, A.C., Turkheimer, F., Dazzan, P., & Pariante, C.M. (2017). Brain

- microglia in psychiatric disorders. *The Lancet Psychiatry*, 4(7), 563-572. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215036617301013>
- Purves, D., Augustine, G.J., Fitzpatrick, D., & Hall, W.C. (2015). *Neuroscience* (5ta. ed.). Médica Panamericana.
- Sadock, B.J., & Sadock, V.A. (2008). *Sinopsis de psiquiatría* (10ma. ed.). Lippincott Williams and Wilkins.
- Snell, R.S. (2007). *Neuroanatomía Clínica* (6ta. ed.). Médica Panamericana.
- Turlough Fitzgerald, M.J., Gruener, G., & Mtui, E. (2012). *Neuroanatomía clínica y neurociencia* (6ta. ed.). Elsevier Saunders.

§

Neuron and neuroglia Neurônio e neuroglia

Leonardo Flavio Medina Guillen

<http://orcid.org/0000-0001-7393-1584>

Pontificia Universidad Católica de Chile | Facultad de Medicina | Santiago | Chile

lmedinag@uc.cl

Maestrante en Salud Pública Global, Pontificia Universidad Católica de Chile. Doctor en Medicina y Cirugía, Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Coordinador nacional de proyecto RISSALUD.

Abstract

The text explores in detail the anatomy and physiology of the nervous system, with emphasis on neurons and glial cells. It describes neurons and their different types according to structure and function, as well as their parts and processes of signaling and electrical conduction. Explains intracellular transport and conduction of signals, highlighting the action potential. It discusses how subthreshold signals do not generate responses and the importance of frequency in distinguishing between stimuli. The section on neuroglia emphasizes their role in the central nervous system, including repair, support, and debris removal functions. The specific functions of cells such as astrocytes, oligodendrocytes, Schwann cells, and microglia are detailed, as well as their involvement in pathological processes. In summary, the text provides a comprehensive understanding of the complex cellular network of the nervous system.

Keywords: Physiology; Neuroglia; Neuron.

Resumo

O texto explora em detalhes a anatomia e a fisiologia do sistema nervoso, com ênfase nos neurônios e nas células gliais. Ele descreve os neurônios e seus diferentes tipos de acordo com a estrutura e a função, bem como suas partes e processos de sinalização e condução elétrica. Explica o transporte intracelular e a condução de sinais, destacando o potencial de ação. Discute como os sinais sublimiares não geram respostas e a importância da frequência na distinção entre estímulos. A seção sobre neuroglia enfatiza seu papel no sistema nervoso central, incluindo funções de reparo, suporte e remoção de detritos. As funções específicas de células como astrócitos, oligodendrócitos, células de Schwann e microglia são detalhadas, bem como seu envolvimento em processos patológicos. Em resumo, o texto oferece uma compreensão abrangente da complexa rede celular do sistema nervoso.

Palavras-chave: Fisiologia; Neuroglia; Neurônio.