

Transmisión de impulsos nerviosos en la piel

La piel es el órgano sensorial más grande del ser humano. Es responsable de percibir el frío, el calor, el contacto, la presión y el dolor. Para cada percepción existen células sensoriales específicas que reciben los estímulos externos y los transmiten a las neuronas.

Las células del sistema nervioso

El sistema nervioso del ser humano consta de dos tipos de células, las neuronas y las células gliales. Las **células gliales** (también células del tejido conjuntivo) proporcionan soporte a las neuronas y las ayudan a transportar sustancias. Su número es notablemente superior al de las neuronas. Las células gliales tienen la capacidad de dividirse. Las **neuronas** conducen información al cerebro, como por ejemplo estímulos sensoriales, en forma de impulsos eléctricos. Las neuronas están altamente especializadas y su función depende de la interconexión con otras neuronas. Al contrario que las células gliales, las neuronas no se pueden dividir más. Es decir, cuando una neurona se destruye, ya no se puede volver a reparar.

Estructura y función de las neuronas

Las funciones de las neuronas pueden ser de naturaleza muy diversa, si bien su estructura básica es siempre la misma:

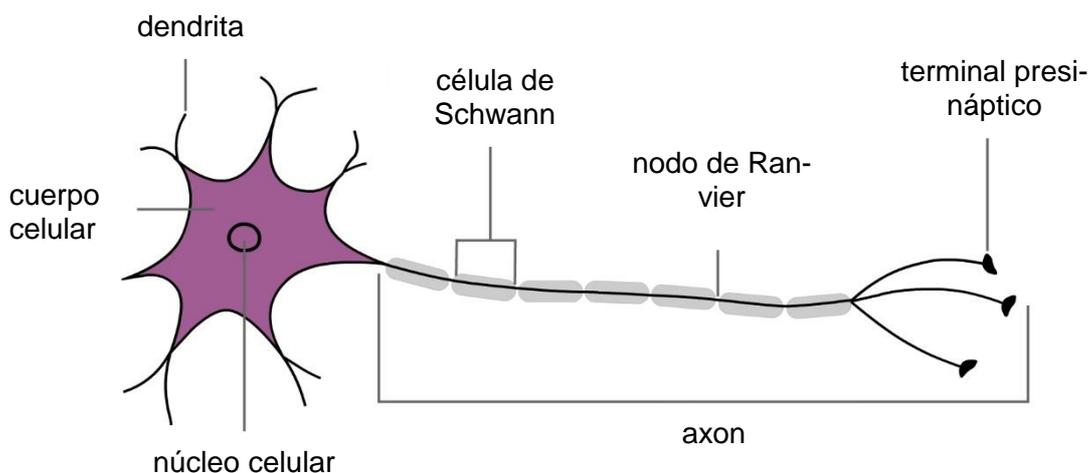


Fig. 1: Estructura básica de una neurona

El centro de las neuronas es el **cuerpo celular**. Es responsable del crecimiento de la célula y alberga los componentes celulares necesarios para la fabricación de las proteínas (biosíntesis proteica). Del cuerpo celular parte un gran número de ramificaciones, las **dendritas** (del griego dendron = árbol). Su tarea consiste en recibir las señales de otras neuronas y transmitirlas al **axón** (fibra nerviosa). El axón es una prolongación única y muy larga de la célula, que transmite las señales en forma de impulsos eléctricos. En los vertebrados está a menudo recubierta por una **vaina de mielina** compuesta por células gliales especiales (las células de Schwann). La vaina de mielina funciona como aislante para las señales eléctricas. Está dividida en intervalos regulares, formando huecos que reciben el nombre de **nodos de Ranvier**. Los impulsos eléctricos "saltan" de nodo a nodo. En su extremo posterior, el axón se ramifica.

Las ramificaciones presentan engrosamientos en su extremo, los llamados terminales presinápticos. Se conectan con las dendritas de otras neuronas, con la particularidad de que siempre queda una pequeña separación (espacio sináptico) entre la conexión. Este punto de conexión recibe el nombre de **sinapsis**. Ésta transmite las señales de una neurona a la siguiente.

Transmisión de la excitación

Si se ejerce un estímulo sobre la piel (p. ej., por roce o calor), el receptor afectado transmite de inmediato un impulso eléctrico a la siguiente neurona. El impulso llega de esta forma a través de sucesivas neuronas finalmente a la médula espinal y de allí al cerebro, donde en última instancia se procesa la información.

El origen del impulso eléctrico:

Cada célula posee un potencial de membrana específico (más exactamente, una diferencia de potencial) que viene determinado por la distribución irregular de iones de carga positiva y negativa, dentro y fuera de la célula. En estado de reposo, el interior del axón presenta por regla general una carga negativa y el exterior, una carga positiva (p. ej., debido a la presencia de iones Na^+). Se puede medir una cierta tensión básica, el llamado potencial de reposo (aprox. -70 mV). Cuando se produce un estímulo, la tensión aumenta y se activa el llamado potencial de acción (-40 hasta $+30 \text{ mV}$). En el axón se abren canales especiales, de forma que una parte de la carga positiva fluye de fuera hacia dentro. Se produce una despolarización, es decir, se invierten las relaciones de carga. Como el axón está recubierto por la vaina de mielina aislante, la despolarización solamente se produce en la zona de los nodos de Ranvier. El potencial de acción se transmite de nodo a nodo. Esta transmisión a saltos de los impulsos eléctricos se llama conducción saltatoria de la excitación. Las cargas positivas (fuerzas electrostáticas) son transmitidas ahora a la siguiente sección del axón hasta alcanzar el terminal presináptico. Allí se encuentran diferentes neurotransmisores que se activan con el potencial de acción y se acoplan, a través del espacio sináptico, a los canales de iones situados en el exterior de una dendrita. A continuación se abren los canales allí situados dejando pasar a su vez de nuevo iones de carga positiva. El potencial de acción se “transmite” a la siguiente neurona.

Sensores de la piel

La piel se puede dividir a grandes rasgos en tres capas: Epidermis, dermis, tela subcutánea. Las células nerviosas sensoriales (terminaciones nerviosas y receptores), que reaccionan al dolor, la presión y la temperatura, se encuentran en ciertas capas de la piel.

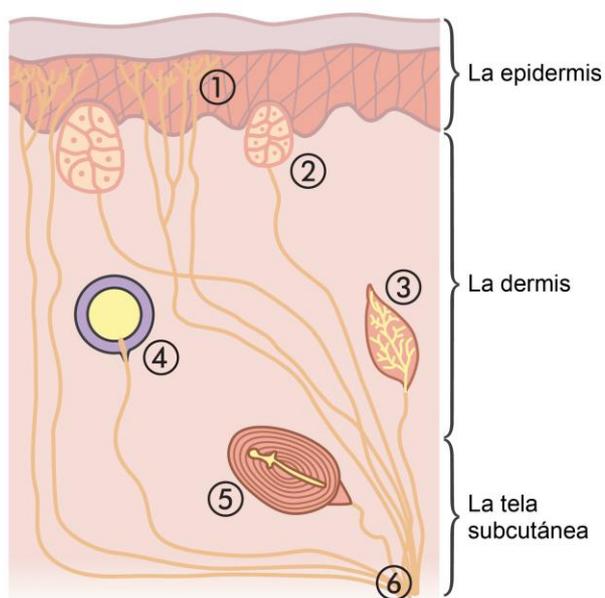


Fig. 2: Sección transversal de la piel

① Terminaciones nerviosas libres:

Responden a estímulos generados por el dolor, picor y cosquilleo. Dado que la sensación de dolor es vital para la supervivencia, estas terminaciones nerviosas llegan hasta la epidermis, a fin de que el ser humano sienta lo más posible cada sensación de dolor. En 1 cm² hay hasta 170 de esas terminaciones nerviosas. Esto explica la razón de que aparte de las zonas en las que hay callosidades gruesas no haya zonas de la piel que no sientan el dolor en la superficie. En cambio, en las zonas insensibles al dolor a nivel superficial hay receptores situados a mayor profundidad que dan la sensación de sustancias que se liberan al dañarse los tejidos.

② Corpúsculo táctil de Meissner:

Responden a los cambios de presión y, por lo tanto, al contacto y a las fuerzas de corte. Están presentes especialmente en las yemas de los dedos y en la mucosa bucal, es decir, en lugares en los que se produce la primera comprobación de objetos y sustancias del entorno. Por otro lado, presentan menor densidad en la zona de la espalda. Los corpúsculos de Meissner proporcionan información sobre las propiedades superficiales de los objetos. Existen otros corpúsculos táctiles.

③ Receptores de frío:

Están presentes en la parte superior de la dermis y desencadenan la sensación de frío. A diferencia de un termómetro, no miden la temperatura en términos absolutos sino las diferencias de temperatura. Reaccionan con temperaturas descendentes y desencadenan la sensación de frío. Alcanzan la máxima sensibilidad a una temperatura exterior de aprox. 25 °C. Están presentes hasta 8 veces por cm² en el dorso de la mano y hasta 20 veces por cm² en la lengua.

④ Receptores de calor:

Están presentes también en la dermis. Reaccionan a los aumentos de temperatura y, por lo tanto, toman parte en la percepción del calor. En el dorso de la mano están presentes hasta una vez por cm². En general, son mucho más escasos que los receptores de frío.

Codificación de la frecuencia de las señales nerviosas:

Los dos receptores de temperatura ③ y ④ envían constantemente impulsos al cerebro. La frecuencia de los impulsos depende de la temperatura. Mediante los estímulos de frío y calor, los receptores de calor y de frío modifican la frecuencia de los impulsos: Los receptores de frío liberan más potencial de acción por unidad de tiempo a medida que la temperatura disminuye. Los receptores de calor lo hacen a la inversa, es decir, dan más potenciales de acción cuando aumenta la temperatura. Después de un cierto tiempo las frecuencias de los potenciales de acción de los receptores de frío y calor se adaptan a la temperatura exterior. Se vuelve a notar un cambio de temperatura sólo si la misma vuelve a cambiar.

⑤ Receptores de vibración (corpúsculos de Vater-Pacini):

Intervienen en la percepción de las vibraciones rápidas y reaccionan a los cambios en la forma de la piel. Están presentes, en general, en la capa que se encuentra entre la dermis y la tela subcutánea.