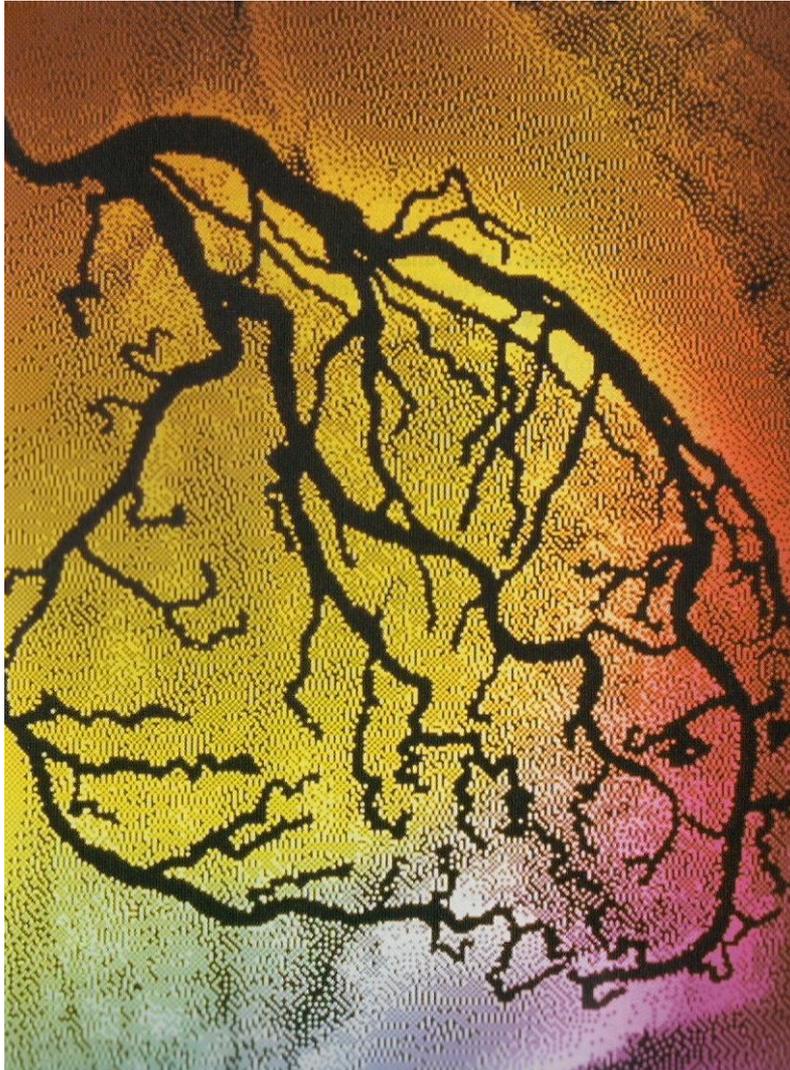


Fisiología Humana



BLOQUE 1 Fisiología General

Tema 3 División eferente: control autónomo y motor somático

Prof. Juan Manuel Moreno Ayuso
Departamento de Fisiología
Facultad de Medicina, Espinardo (Murcia)



Objetivos del tema

1. Describir la estructura y función de la división autónoma y explicar los efectos antagonistas, complementarios y cooperativos de la inervación simpática y parasimpática sobre los distintos órganos.
2. Describir los neurotransmisores más importantes de las neuronas preganglionares y posganglionares de los sistemas simpático y parasimpático.
3. Describir las relaciones estructurales y funcionales entre el sistema simpático y la médula suprarrenal.
4. Describir la estructura y función de la división motora somática.

Contenido

1. La division autónoma
 - 1.1. Estructura del sistema nervioso autónomo
 - 1.2. Neurotransmisores principales de la división autónoma
 - 1.3. Diferencias entre la vía simpática y parasimpática
2. La division motora somática
3. Resumen de las divisiones eferentes del sistema nervioso

La división eferente del sistema nervioso periférico puede subdividirse en:

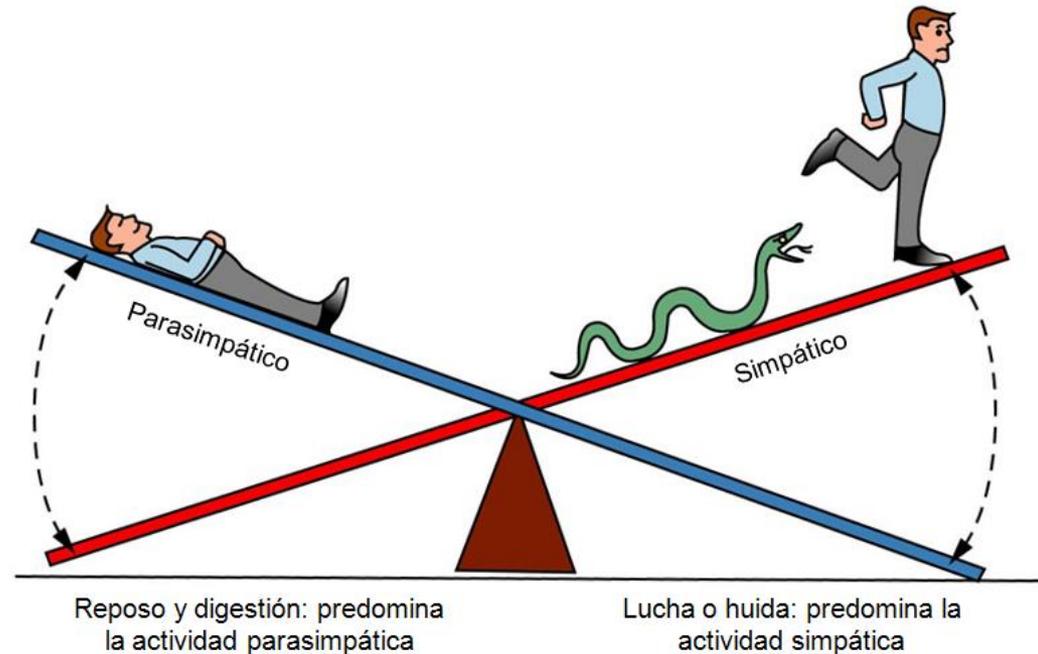
- **neuronas motoras somáticas**, que controlan los **músculos esqueléticos**.

- y **neuronas autónomas**, que controlan el **músculo liso**, el **músculo cardíaco**, muchas **glándulas** y parte del **tejido adiposo**.



1. La división autónoma

- El sistema nervioso autónomo lleva a cabo la regulación de las actividades del **músculo cardíaco**, **músculo liso** y **las glándulas**.
- Llamado también **sistema nervioso vegetativo** o **sistema nervioso visceral**.
- Se divide en dos grandes divisiones: **simpática** y **parasimpático**. Una es antagonista de la otra, es decir tienen acciones contrarias (mantiene la homeostasis).



- La mayoría de los órganos internos se encuentran bajo control antagonista, en el que una de las ramas autónomas es **excitatoria** y la otra **inhibitoria**.

Por ejemplo la **frecuencia cardiaca**,, **regulación de la FC** =
$$\frac{\text{rama simpática}}{\text{rama parasimpática}}$$

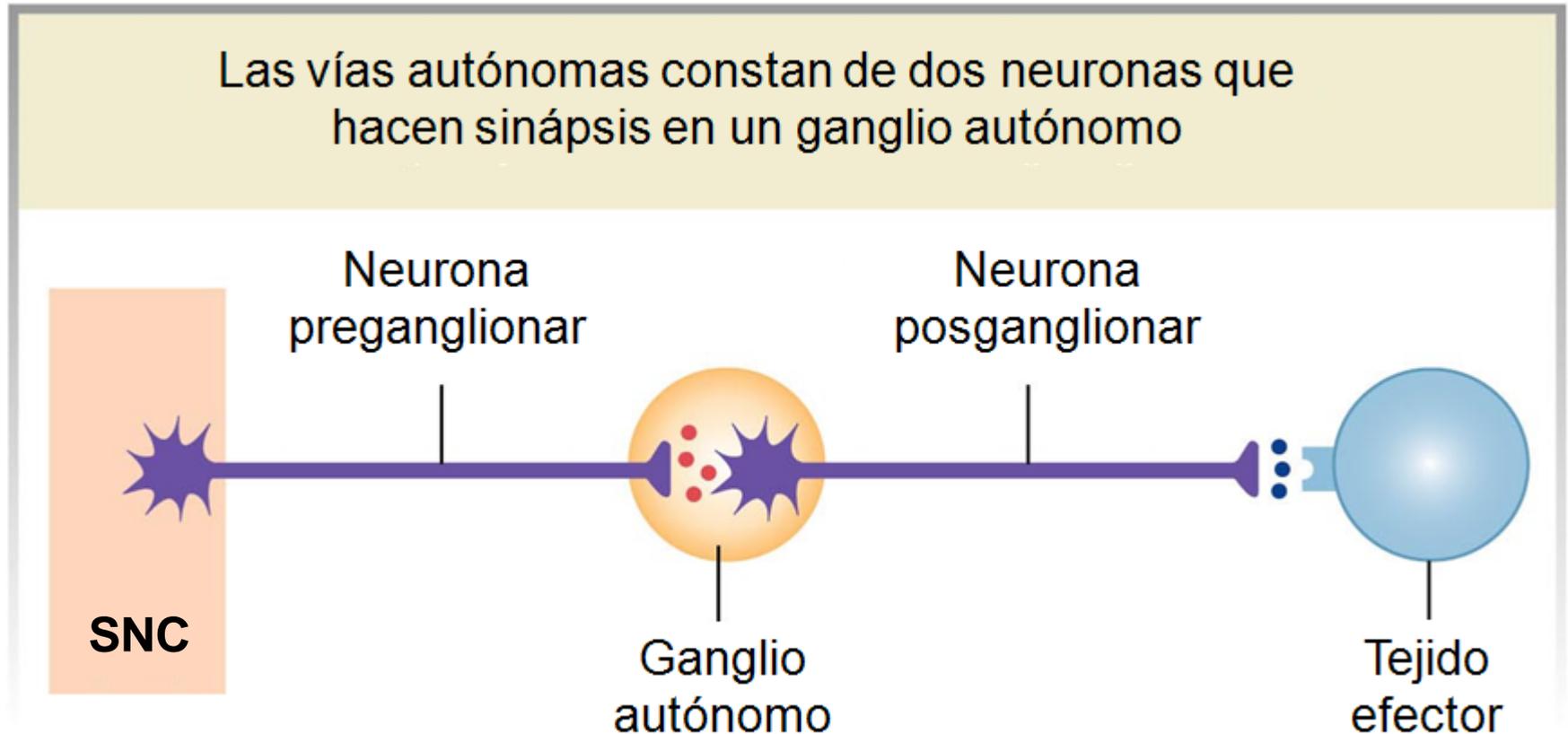
- Hay algunas excepciones como son las **glándulas sudoríparas** y el **músculo liso**, los cuales sólo están controlados por la rama simpática → **Control tónico**.
- A veces actúan coordinadamente sobre diferentes tejidos para lograr un objetivo común.

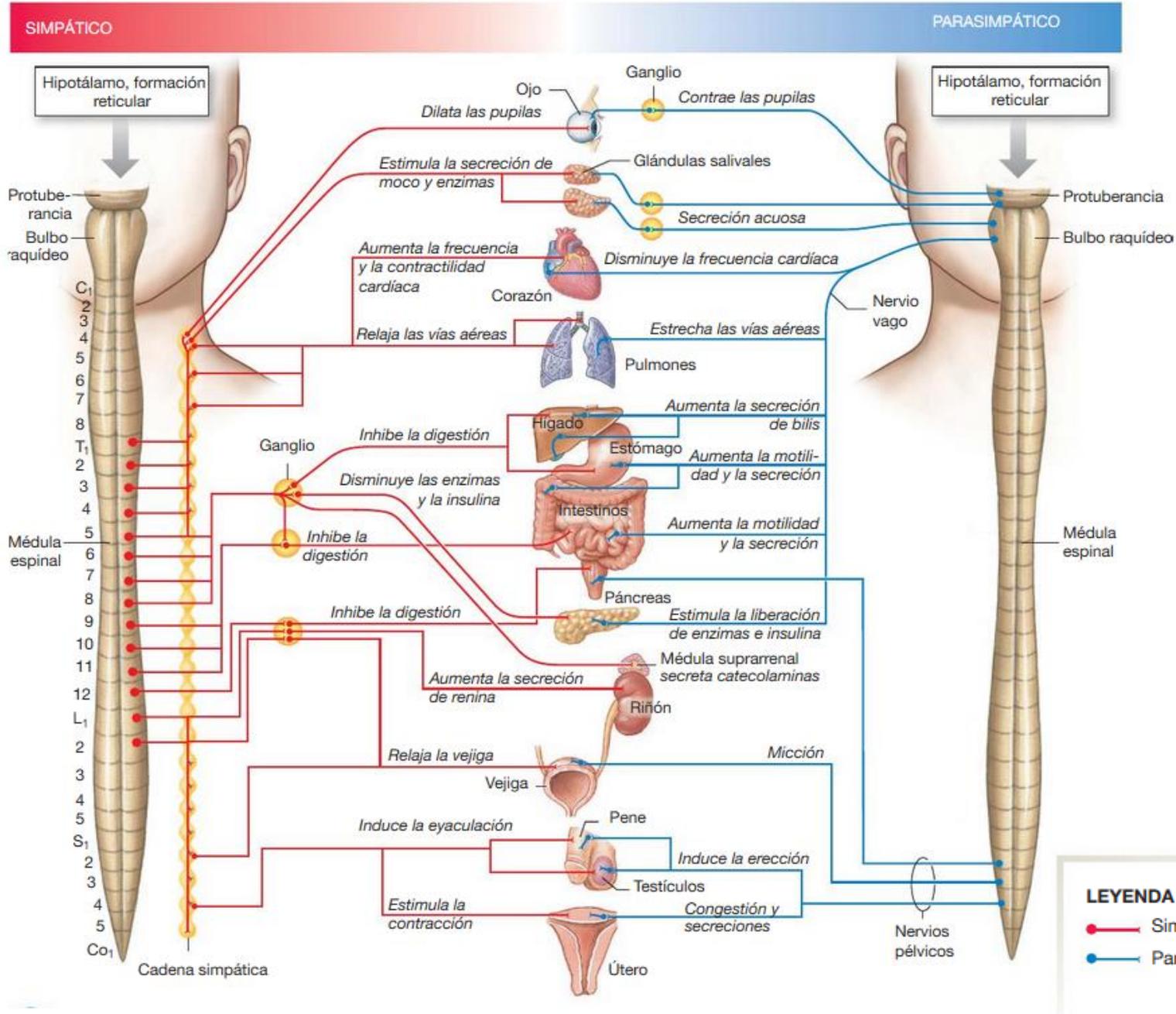
Por ejemplo, la regulación del **flujo sanguíneo para la eyeción del pene** está bajo el control de la **rama parasimpática**, y la **contracción muscular** requerida para la eyaculación del esperma está dirigida por la **rama simpática**.

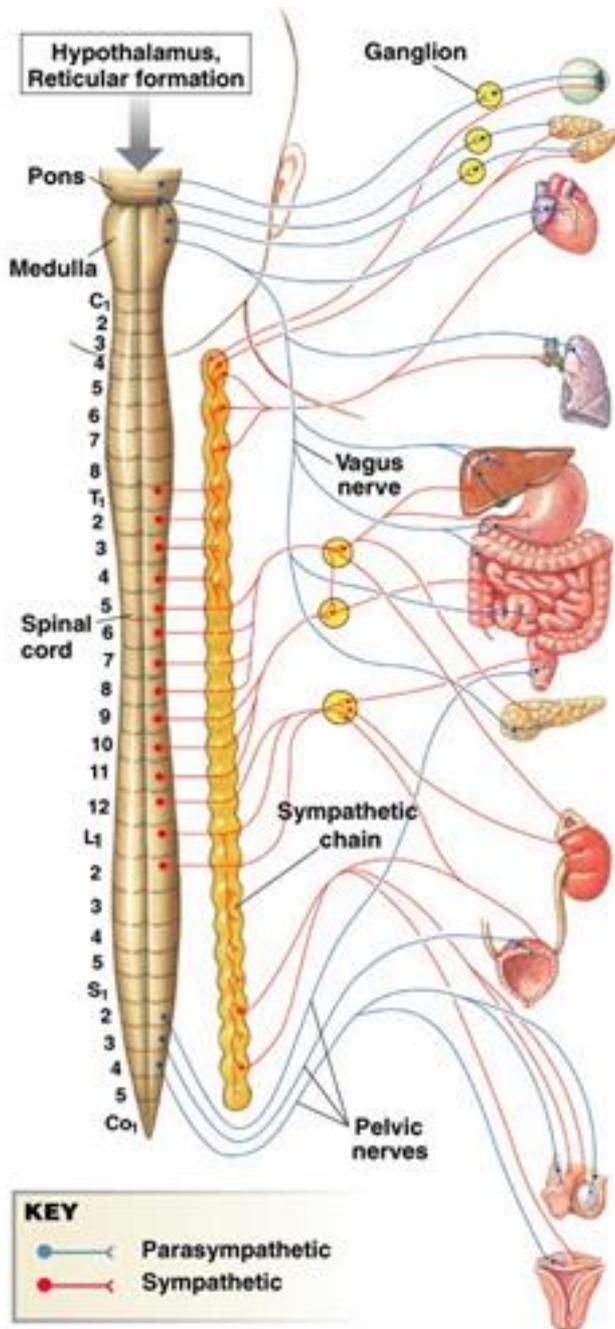
- En algunas vías autónomas, el **receptor** para los neurotransmisores es el que determina la respuesta del órgano diana.

Por ejemplo el **receptor adrenérgico**

1.1. Estructura del sistema nervioso autónomo







Una característica muy importante de la división autónoma es la **divergencia**: la neurona preganglionar hace sinápsis con 8 o 9 neuronas posganglionares o incluso muchas más. A su vez la neurona posganglionar puede inervar a la vez a varios tejidos.

Por lo tanto, una única señal proveniente del SNC puede afectar a gran cantidad de células diana.

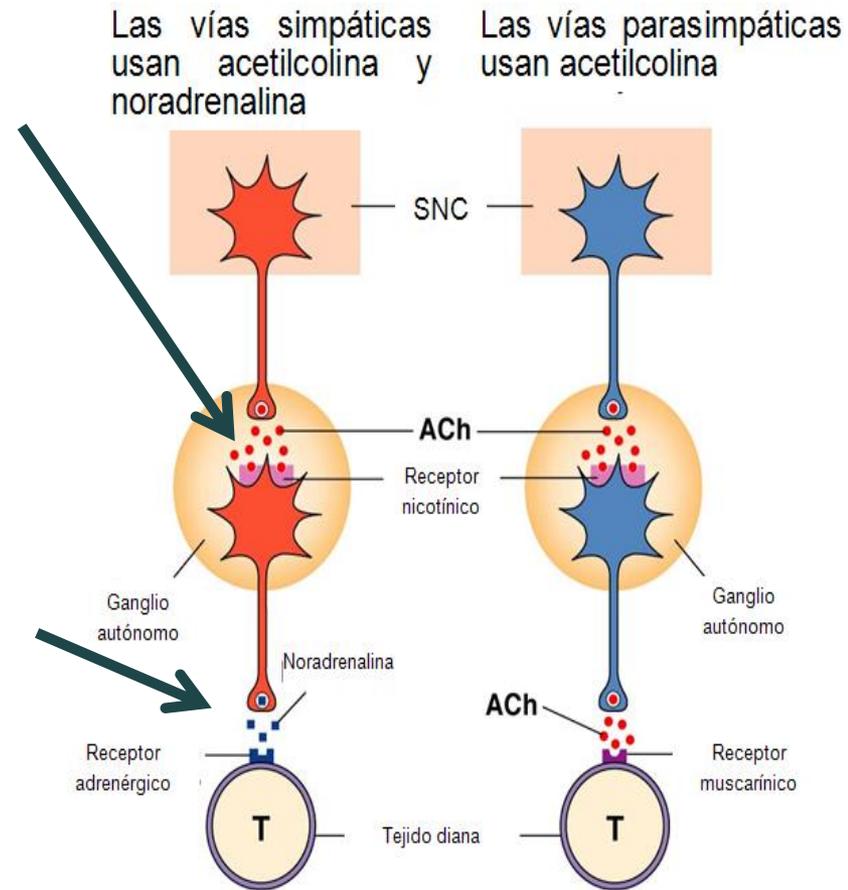
1.2. Neurotransmisores principales de la división autónoma

- Las neuronas **preganglionares** liberan **ACh** sobre receptores **colinérgicos nicotínicos**.

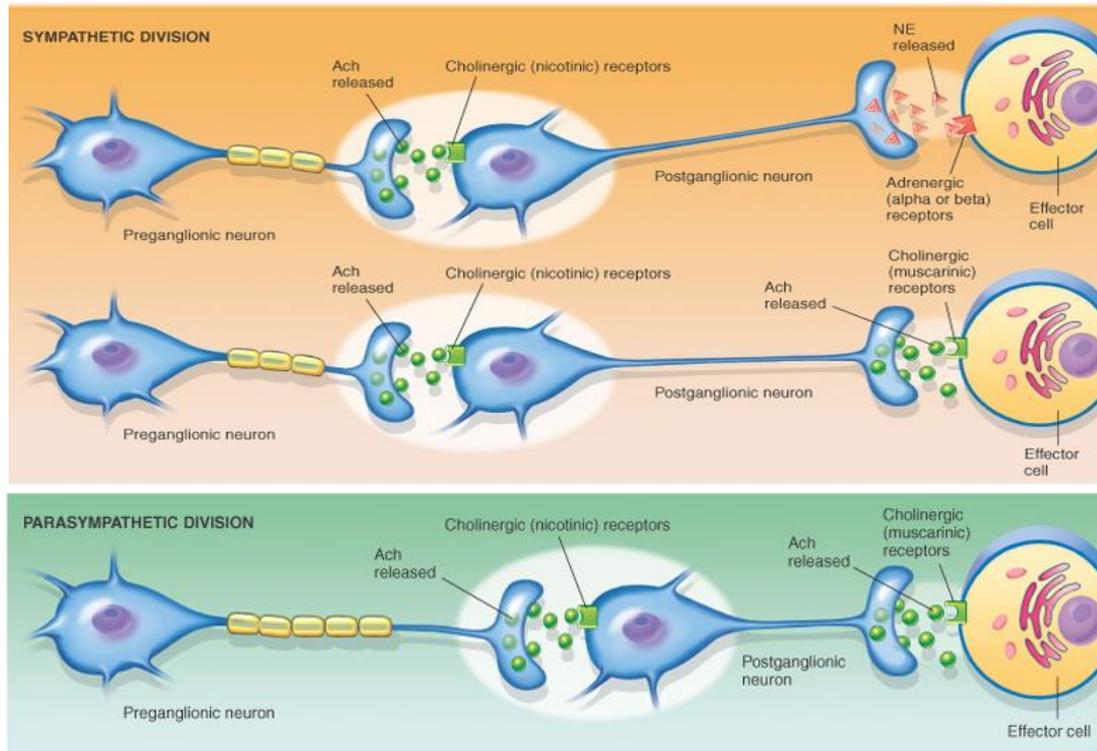
- La mayoría de las neuronas **posganglionares simpáticas** secretan **noradrenalina (NA)** (en general catecolaminas) en los receptores **adrenérgicos**.

Excepción. En la glándulas sudoríparas, donde las neuronas liberan **ACh** y noradrenalina (neuronas simpáticas colinérgicas).

- La mayoría de las neuronas **posganglionares parasimpáticas** secretan **ACh** sobre receptores **colinérgicos muscarínicos**.



Resumen de los neurotransmisores principales y sus receptores en la vía autónoma



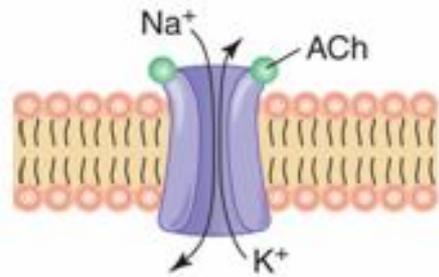
Mosby items and derived items © 2007, 2003 by Mosby, Inc.

Neurotransmisores autónomos posganglionares

	División simpática	División parasimpática
Neurotransmisor	Noradrenalina (NA)	Acetilcolina (ACh)
Tipos de receptor	Adrenérgicos α y β	Colinérgicos nicotínicos y muscarínicos
Enzima de inactivación	Monoaminooxidasa (MAO) en las mitocondrias de las varicosidades	Acetilcolinesterasa (AChE) en la hendidura sináptica

ACh y los receptores colinérgicos

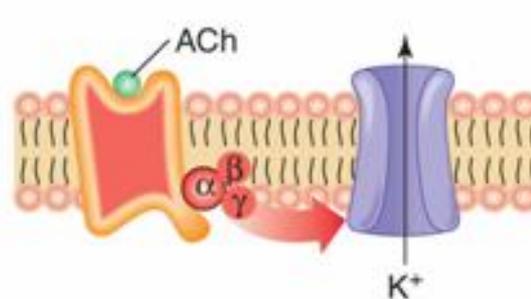
Receptores nicotínicos



Depolarization

Excitation

Receptores muscarínicos

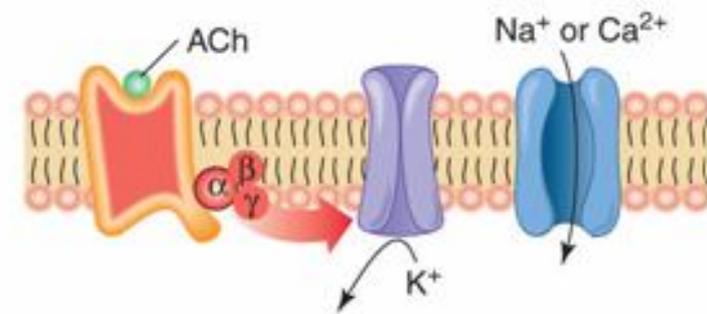


Hyperpolarization

(K⁺ channels opened)

Inhibition

Produces slower heart rate



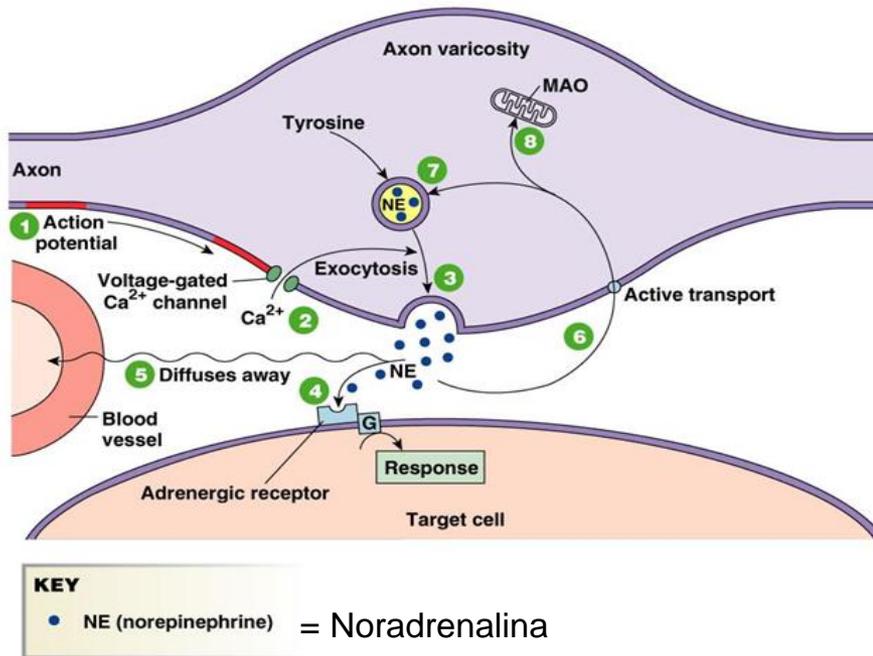
Depolarization

(K⁺ channels closed)

Excitation

Causes smooth muscles of the digestive tract to contract

Liberación de noradrenalina y sus receptores



1. El potencial de acción llega a la varicosidad.
2. La despolarización abre los canales de Ca^{2+} regulados por voltaje.
3. La entrada de Ca^{2+} desencadena la exocitosis de las vesículas sinápticas.
4. La NA se une al receptor adrenérgico de la célula diana.
5. La activación del receptor finaliza cuando la NA difunde hacia afuera del espacio sináptico.
6. La NA es transportada de nuevo hacia dentro del axón.
7. La NA puede ser recapturada por las vesículas sinápticas para ser liberada de nuevo.
8. La monoaminoxidasa (MAO) es la enzima que metaboliza a la NA.

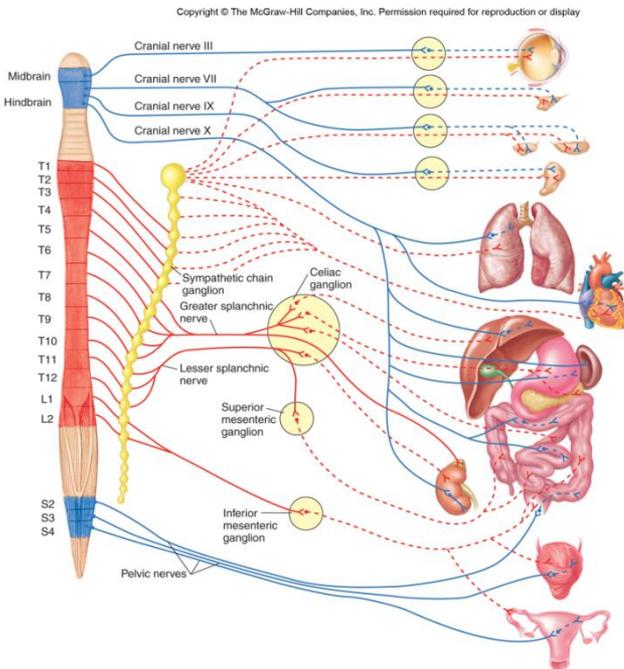
Propiedades de los receptores adrenérgicos

Receptor	Hallado en	Sensibilidad
α_1	La mayoría de los tejidos diana	NA > A*
α_2	Tracto gastrointestinal y páncreas	NA > A
β_1	Músculo cardíaco, riñón	NA = A
β_2	Ciertos vasos sanguíneos y músculo liso de algunos órganos	A > NA
β_3	Tejido adiposo	NA > A

*NA = noradrenalina, A = adrenalina

1.3. Diferencias principales entre la vía simpática y parasimpática

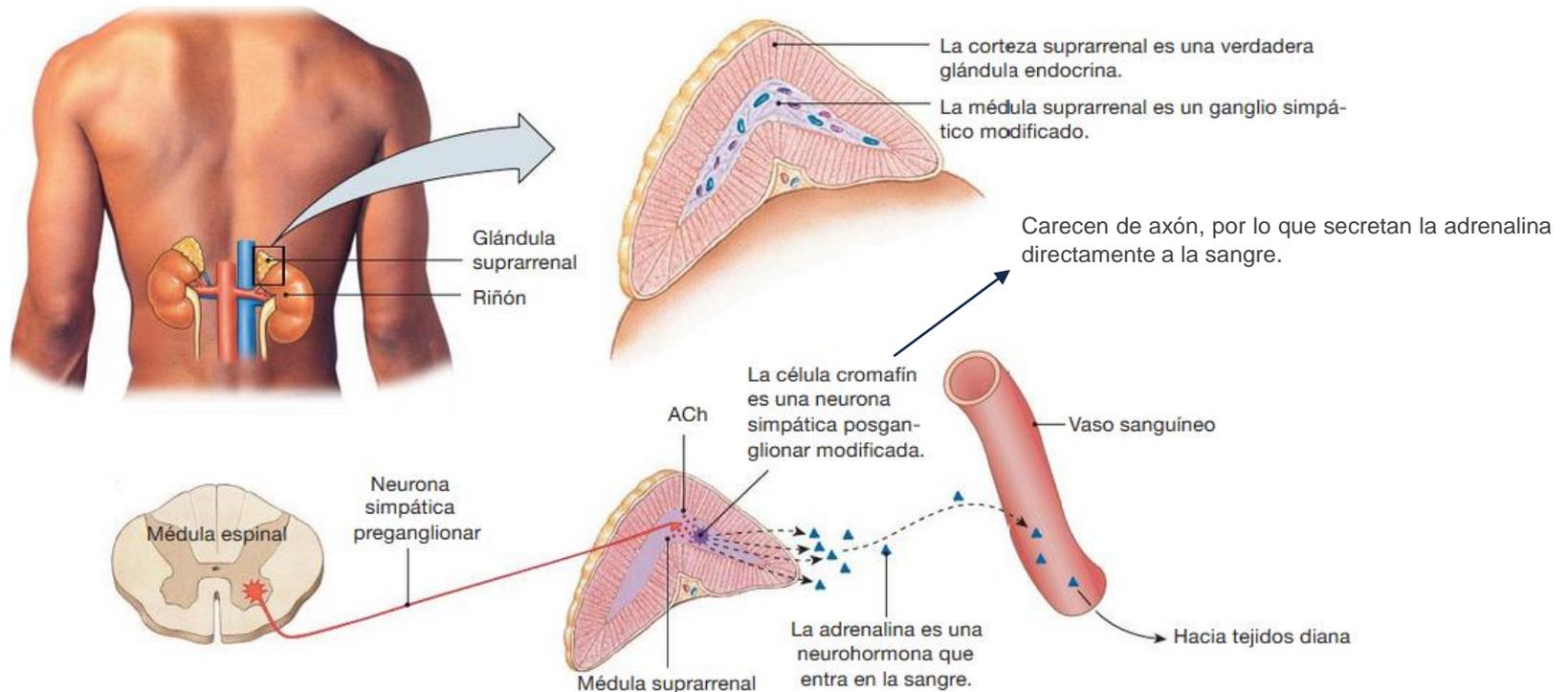
- o La **vía simpática** se origina en las regiones torácica y lumbar.
- o Los ganglios simpáticos se encuentran principalmente formando dos cadenas con algunos ganglios adicionales.
- o En general, las neuronas preganglionares son más cortas que las posganglionares.
- o Las neuronas posganglionares secretan principalmente **catecolaminas** en los **receptores adrenérgicos**.



- o La **división parasimpática** proviene de varios nervios craneales (del tronco encefálico), mientras que otras vías parasimpáticas nacen de la región sacra.
- o Por norma general, los ganglios parasimpáticos se encuentran sobre los órganos diana o muy cerca de ellos, por lo que la neurona preganglionar es mucho más larga que la posganglionar.
- o Las neuronas posganglionares secretan principalmente **acetilcolina** en los **receptores colinérgicos muscarínicos**.

1.4. La médula suprarrenal

- La médula suprarrenal es un tejido neuroendocrino especializado asociado al sistema nervioso simpático.

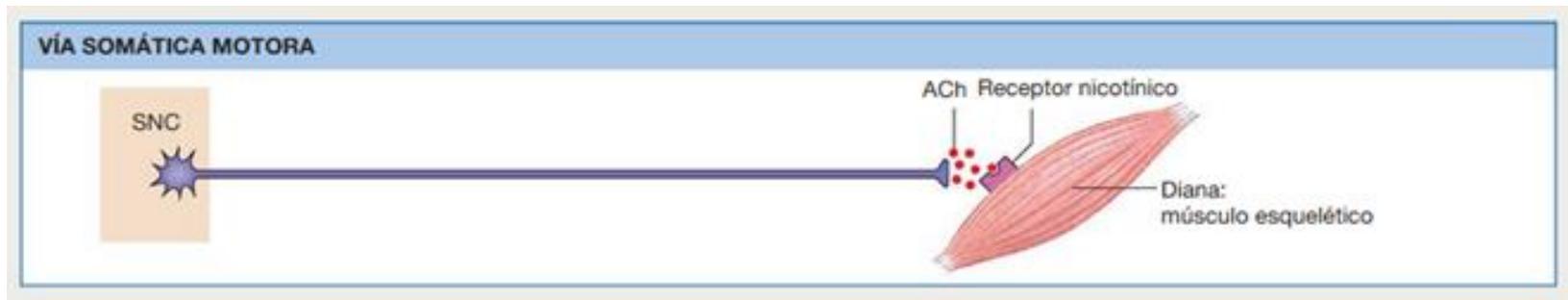


En respuesta a señales de alarma provenientes del SNC, la médula suprarrenal libera grandes cantidades de adrenalina para su distribución por todo el cuerpo.

2. La división motora somática

- Las vías motoras somáticas difieren de las vías autónomas tanto anatómica como funcionalmente.

Tienen una **única neurona**, que se origina en el SNC y proyecta su axón hacia el tejido diana, el cual **siempre es un músculo esquelético**.

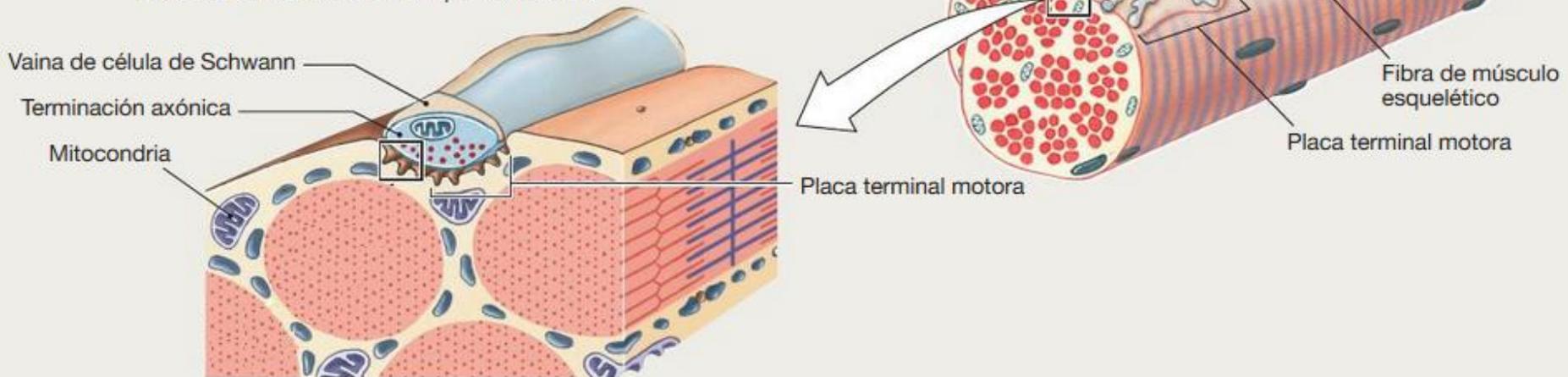


Las vías somáticas son **siempre excitatorias**, a diferencia de las vías autónomas, las cuales pueden ser **excitatorias o inhibitorias**.

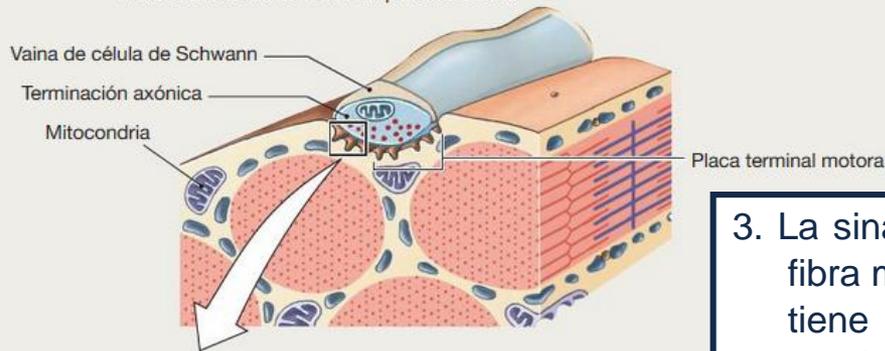
2. Cada ramificación se divide en un grupo de **terminaciones axónicas** que se distribuyen sobre la **superficie** de la fibra del músculo esquelético.

1. Las neuronas motoras somáticas se **ramifican** cerca de sus dianas, permitiendo a una única neurona motora controlar muchas fibras musculares al mismo tiempo

La **placa terminal motora** es una región de la membrana muscular que contiene altas concentraciones de receptores de ACh.

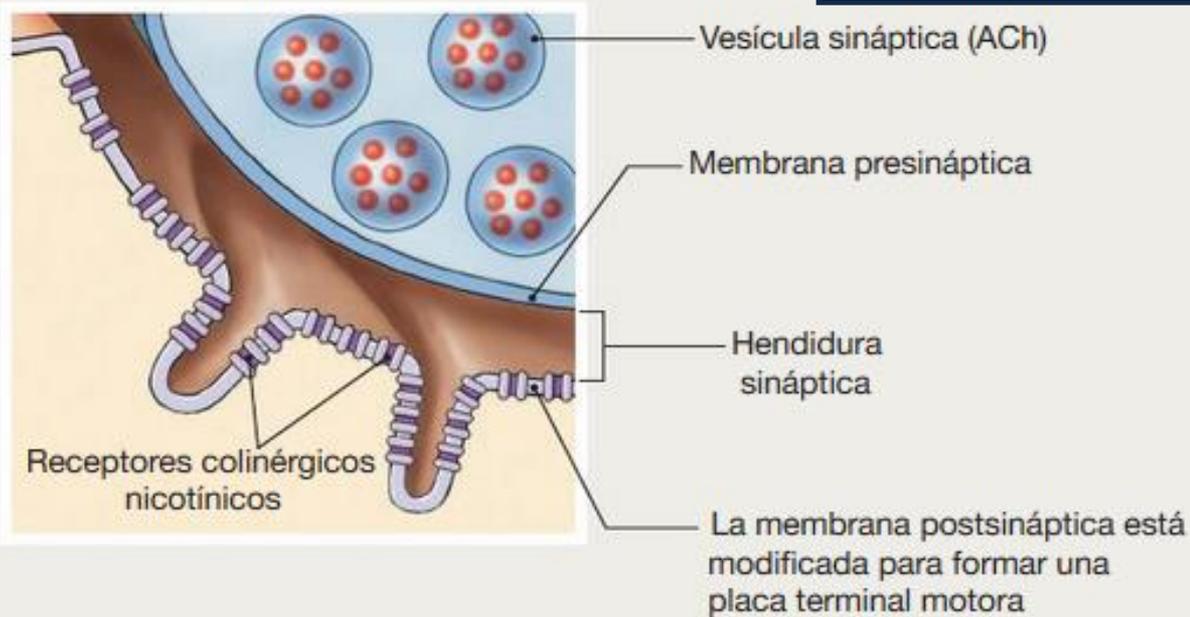


La **placa terminal motora** es una región de la membrana muscular que contiene altas concentraciones de receptores de ACh.



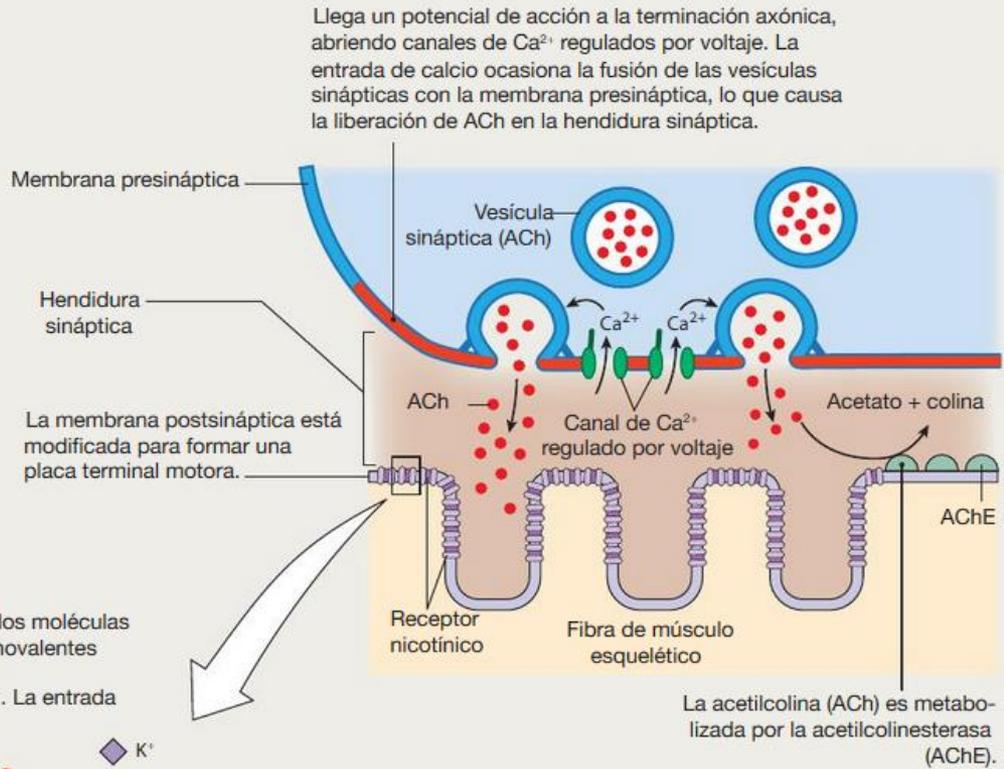
3. La sinapsis de una neurona motora somática con una fibra muscular se llama **unión neuromuscular**, la cual tiene tres componentes: la terminación axónica presináptica; la hendidura sináptica; y la membrana postsináptica de la fibra muscular.

La unión neuromuscular

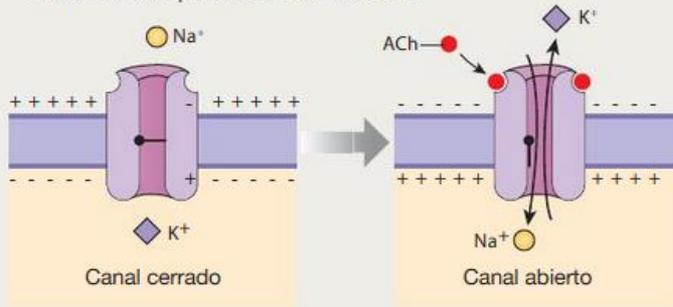


4. La placa terminal motora consta de una serie de pliegues con surcos poco profundos. Sobre la superficie de cada surco hay receptores colinérgicos nicotínicos.

5. La llegada del **potencial de acción** a la terminación axónica desencadena la **liberación de ACh**. A continuación la acetilcolina difunde a través de la hendidura sináptica y **se une a los receptores nicotínicos** que se encuentran en la **placa terminal motora**.



El receptor colinérgico nicotínico se une a dos moléculas de ACh, abriendo un canal de cationes monovalentes no específico. El canal abierto permite el paso de Na^+ y K^+ . La entrada neta de Na^+ despolariza la fibra muscular.



3. Resumen de las divisiones eferentes del sistema nervioso

