



Bases Científicas del Ser Humano II  
Facultad de las Ciencias de la Salud  
Universidad de Magallanes



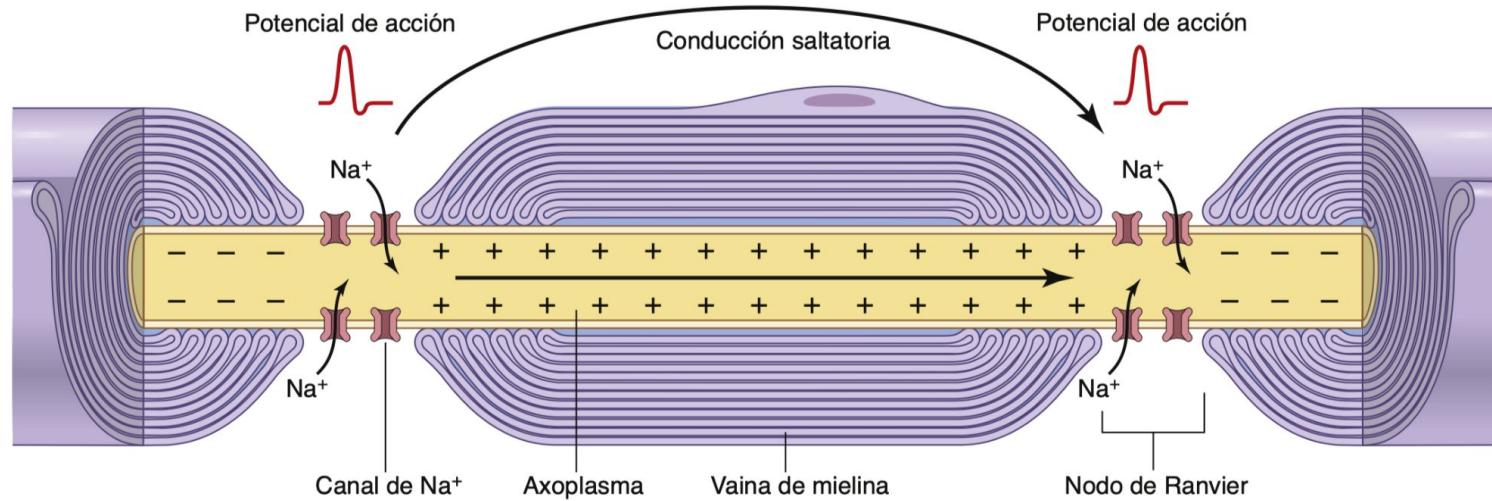
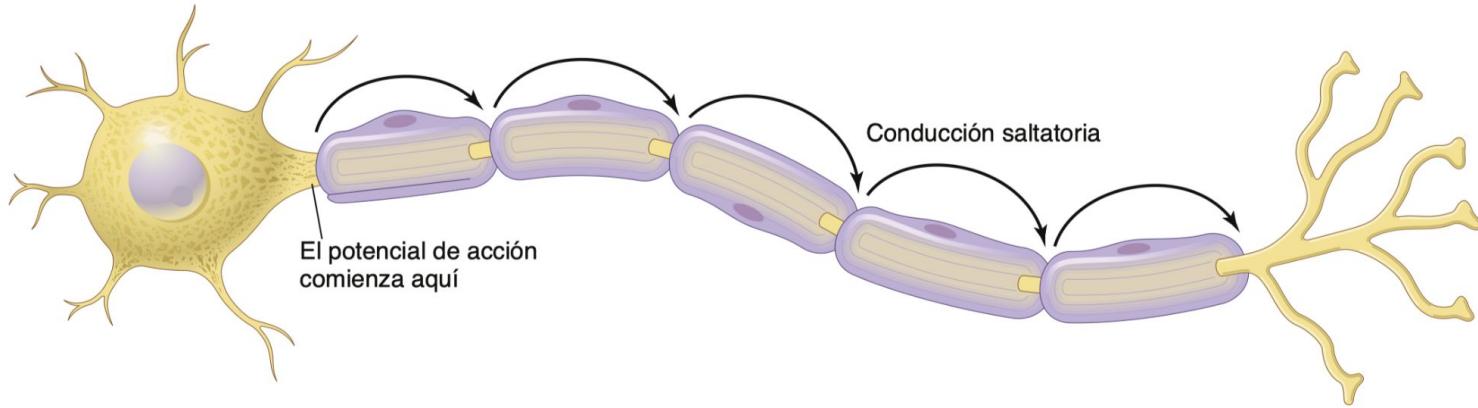
# Fisiología Neuromuscular I

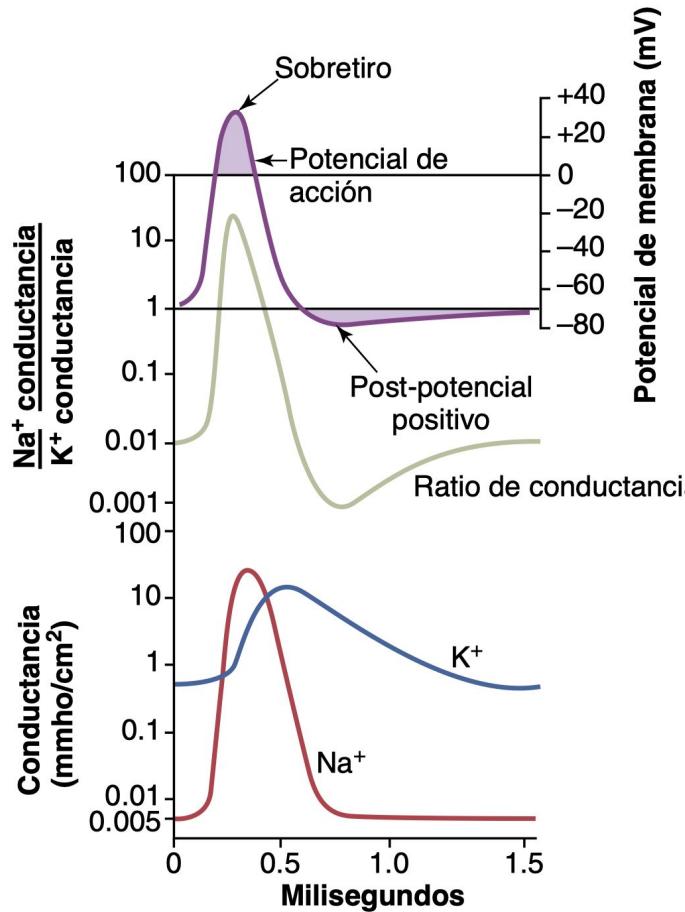
Interacción nervio-músculo y contracción muscular

# Contenidos

1. Clase anterior (Resumen).
2. Estructura de la sinapsis muscular.
3. Transmisión sináptica.
4. Liberación y recaptura de neurotransmisores.
5. Nota clínica: Miastenia Gravis y Guillain Barré.
6. Despolarización de la membrana postsináptica.
7. ¿Cómo se traduce esto en contracción muscular?
8. Estructura del sarcómero.
9. Modelo filamento deslizante.
10. Ciclo de puentes cruzados.
11. Recapitulemos.
12. Recursos adicionales.

# Clase Anterior





Legend: █ Canal – ⚡ Potencial – 🏃 Conductancia

---

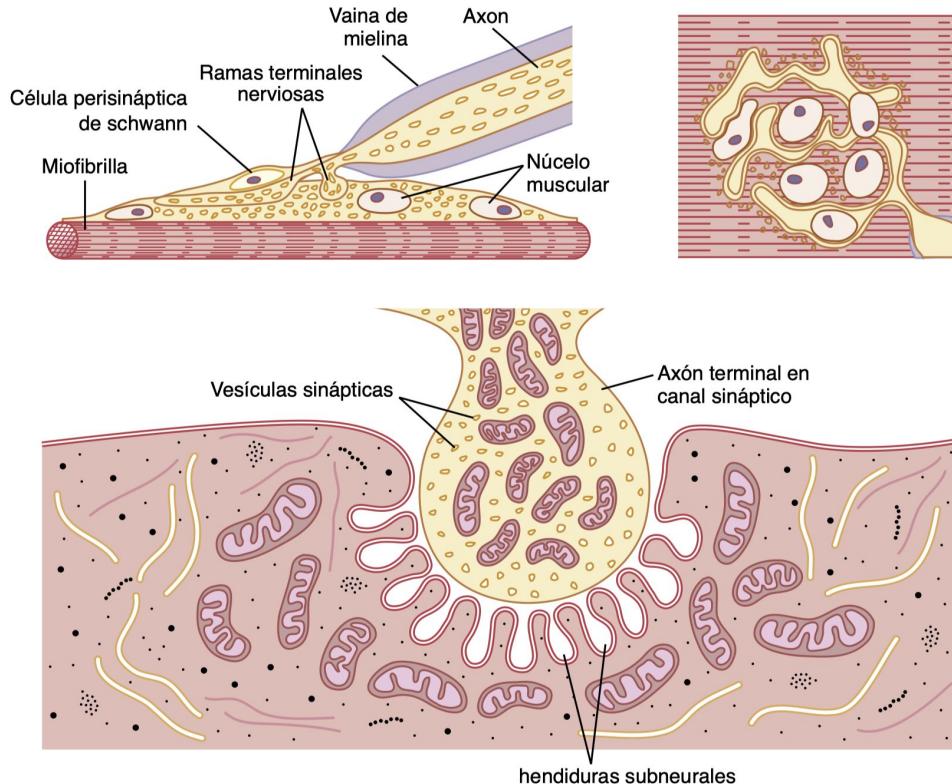
Fase	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	⚡ de Membrana	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>
Reposo	✗	✗	-70 mV	⬇️	⬇️
Despolarización	✓✓	✗	⬆️	⬆️	⬇️
Repolarización	✗	✓✓	⬇️	⬇️	⬆️⬆️
Hiperpolarización	✗	✓	⬇️⬇️	⬇️	⬆️
Retorno a reposo	✗	✗	-70 mV	⬇️	⬇️

---

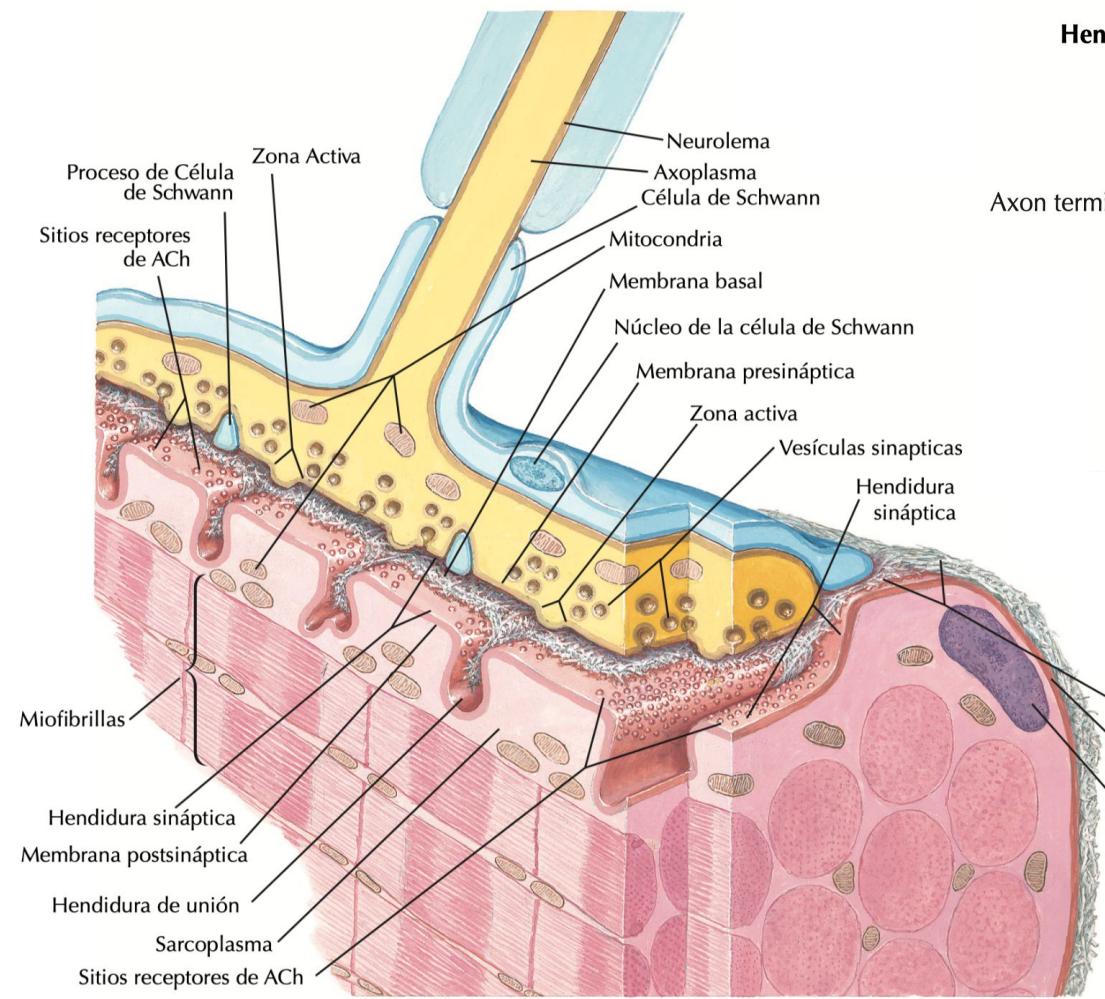
# Placa motora terminal

Los principios básicos del potencial de acción en las fibras nerviosas se aplican también a las fibras musculares esqueléticas, con algunas diferencias.

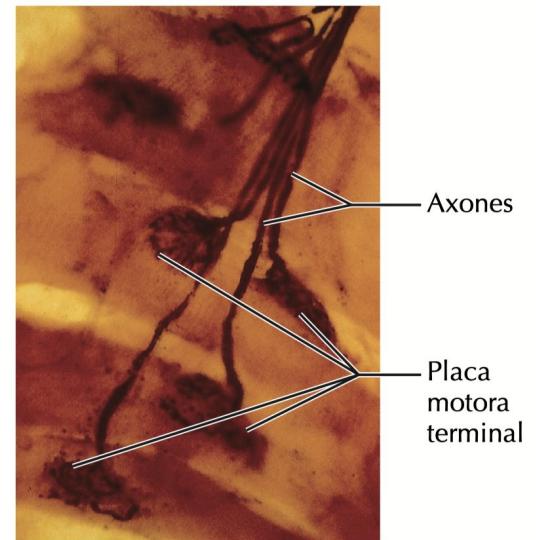
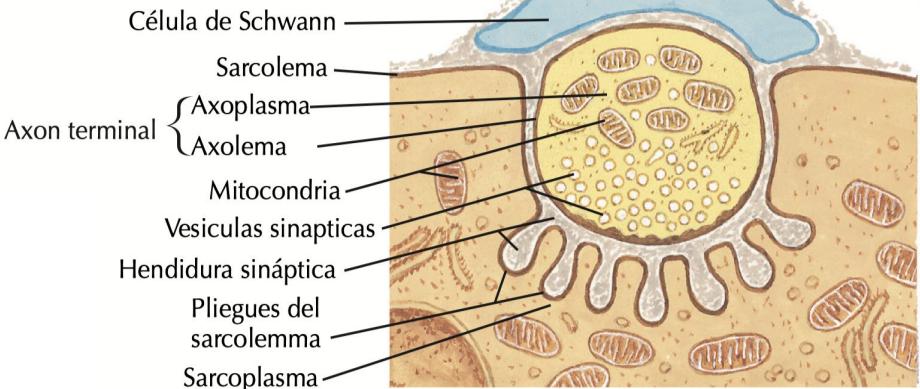
El potencial de reposo en las fibras musculares es de -90 mV, **más negativo que en las neuronas**. La duración del potencial de acción es de 1 a 5 ms, y la velocidad de conducción es de 3 a 5 m/s, **mucho más lenta que en los nervios**



# Estructura de la Sinapsis Muscular



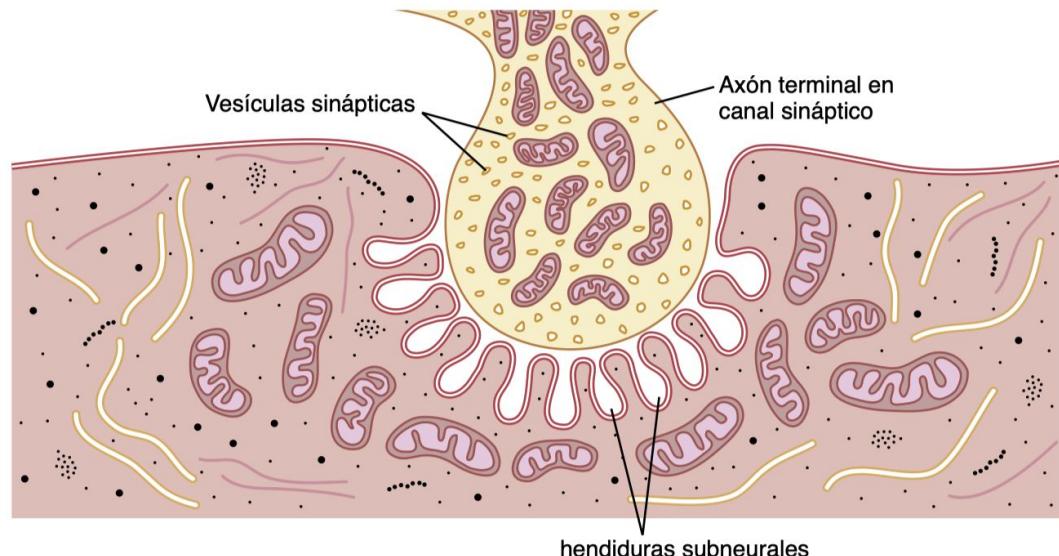
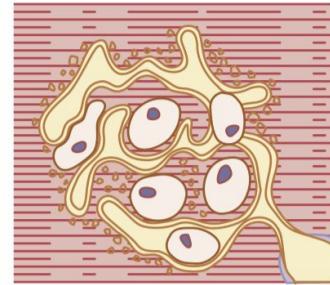
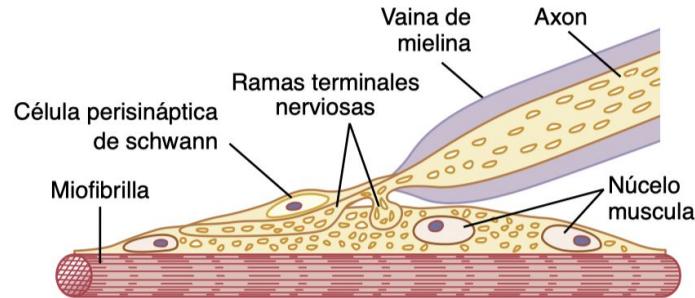
**Hendidura sináptica** (sección transversal)



# Estructura de la Sinapsis Muscular

Los **axones de las motoneuronas inferiores** que hacen sinapsis en el músculo esquelético forman terminales expandidos denominados **uniones neuromusculares** (placas terminales motoras).

El axón motor **pierde su vaina de mielina** y se expande en un terminal extendido que reside en una **hendidura de la fibra muscular** y está cubierto por una capa de citoplasma de células de Schwann.

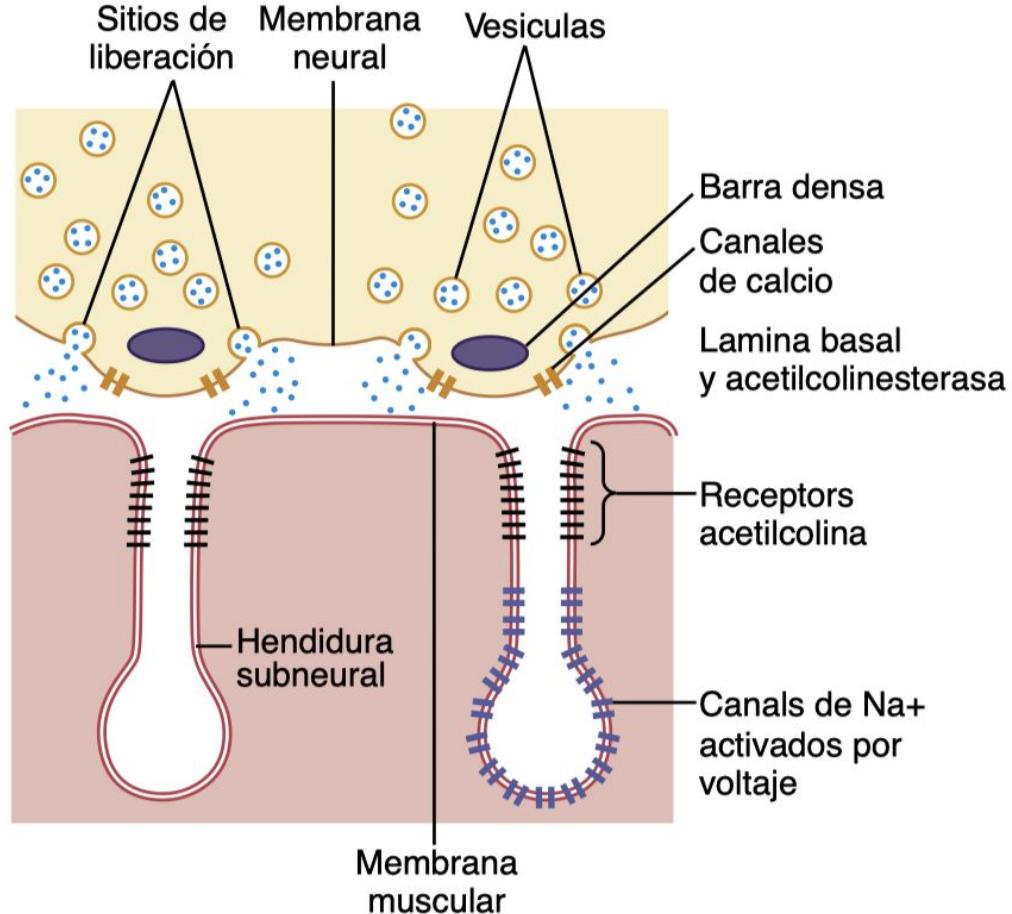


# Función de la Sinapsis Muscular

La membrana postsináptica **se despliega en pliegues secundarios**.

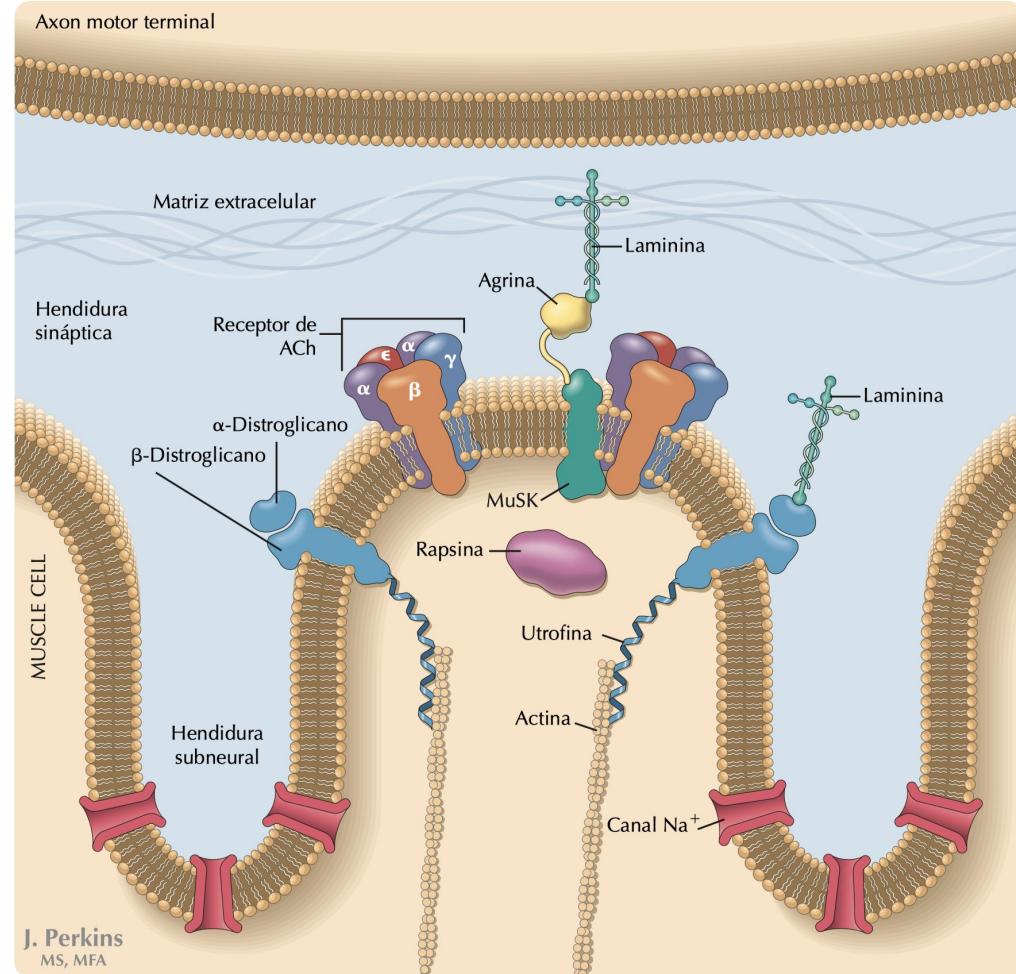
Cuando un potencial de acción invade el terminal motor, varios **cientos de vesículas liberan** simultáneamente su **acetilcolina (ACh)** en la hendidura sináptica.

Una **sola fibra muscular sólo tiene una unión neuromuscular**, pero un axón motor puede inervar varias fibras musculares.



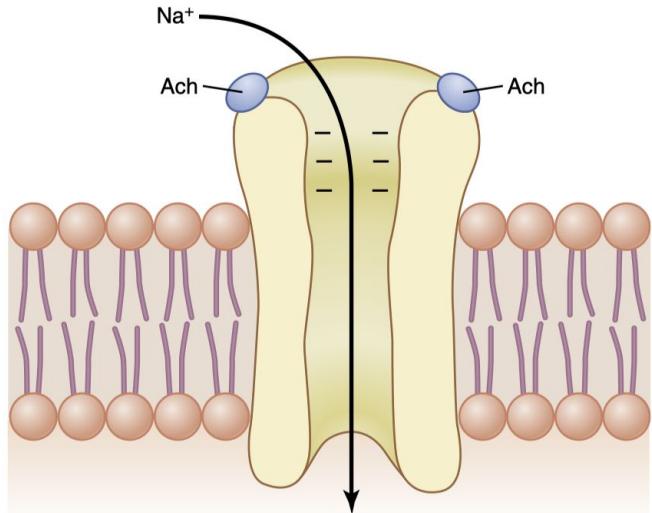
# Un poco más cerca

Los **receptores de ACh** permiten la entrada de sodio, generando un impulso que de superar el **umbral de despolarización** favorecen la apertura de los **canales de sodio** en la membrana de la célula muscular (sarcolema), lo que **inicia el potencial de acción**.

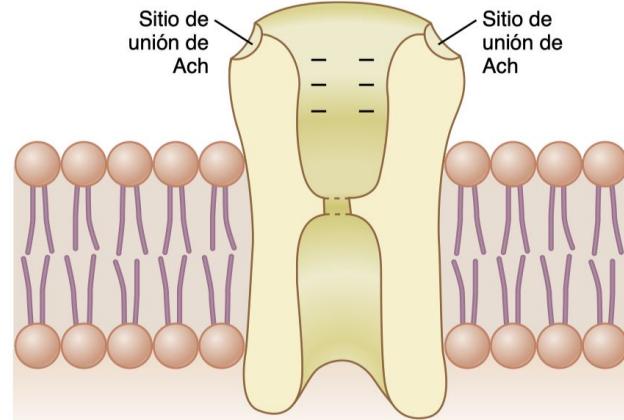


# Transmisión Sináptica

# Liberación de ACh



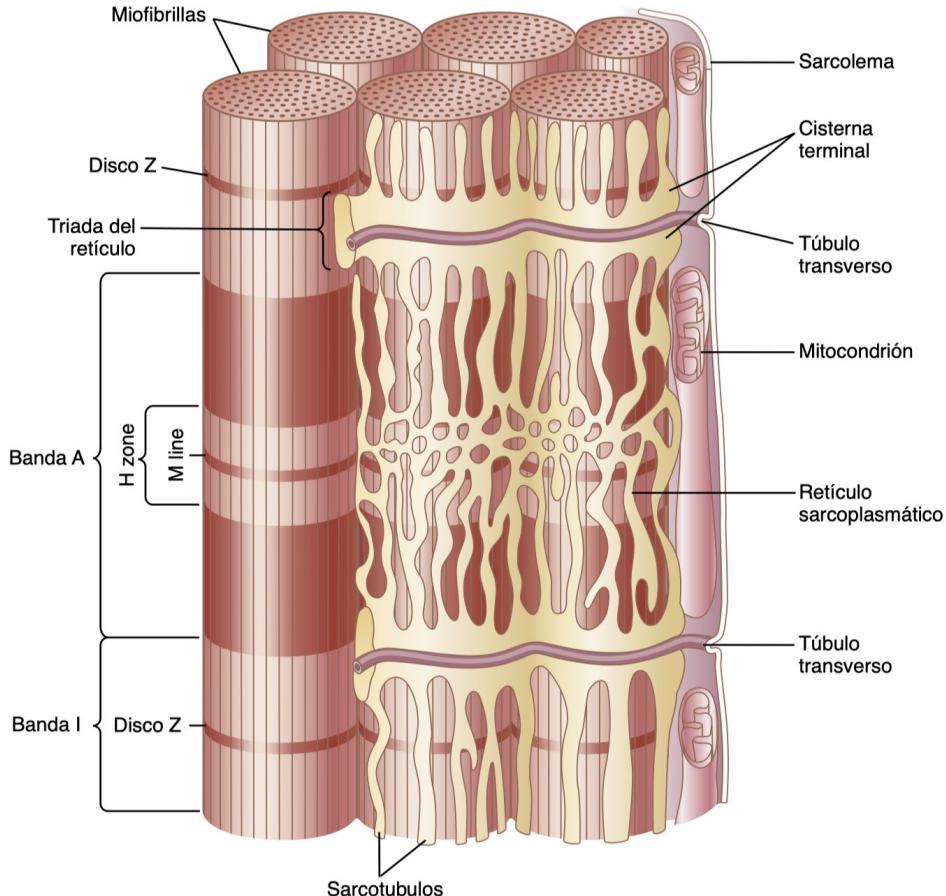
La ACh se une a los receptores nicotínicos del sarcolema muscular, iniciando un potencial de la placa terminal motora, que normalmente es de magnitud suficiente para dar lugar al disparo de un potencial de acción muscular, lo que provoca la contracción de la fibra muscular.



# Propagación del Potencial de Acción

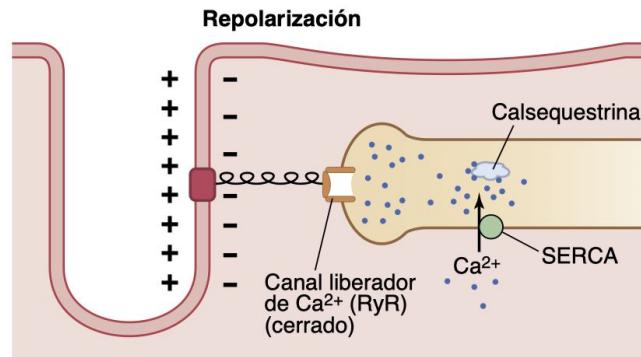
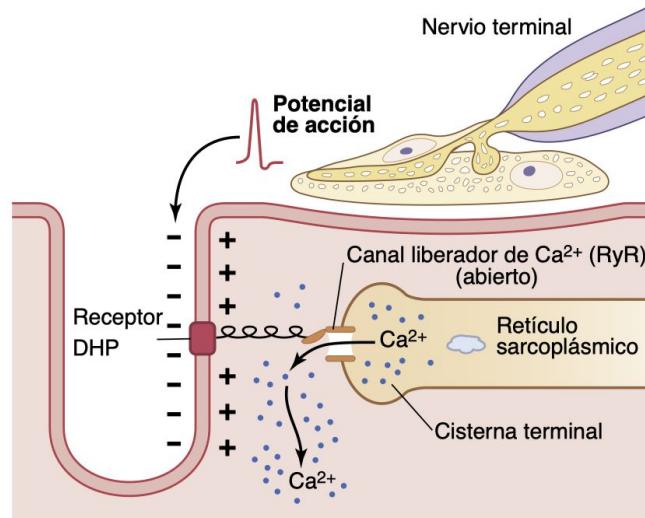
Para lograr una contracción muscular completa, los **potenciales de acción** deben penetrar profundamente en la fibra muscular **mediante los túbulos transversos**.

Estos túbulos **transmiten el potencial de acción** desde la superficie de la fibra **hasta su interior**, provocando la liberación de iones de calcio del retículo sarcoplásmico.



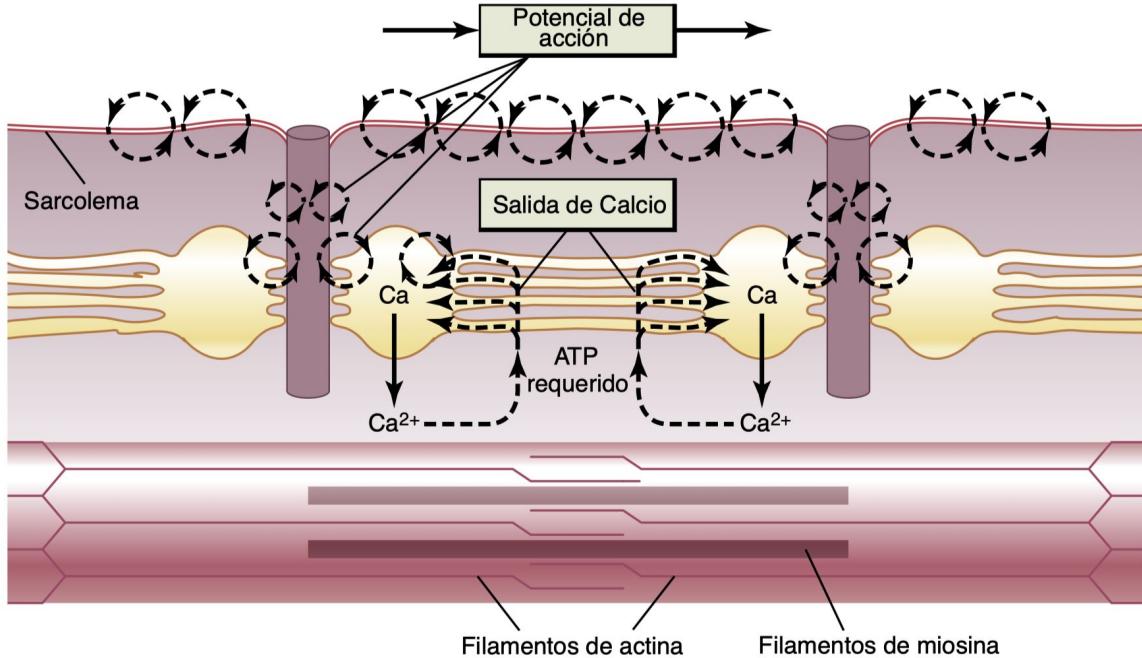
# Transmisión sináptica

La concentración de **calcio debe aumentar** significativamente en el citosol para provocar la contracción, y esta liberación y reabsorción de calcio **ocurre rápidamente** para permitir contracciones repetitivas y sostenidas según sea necesario.



# Transmisión sináptica

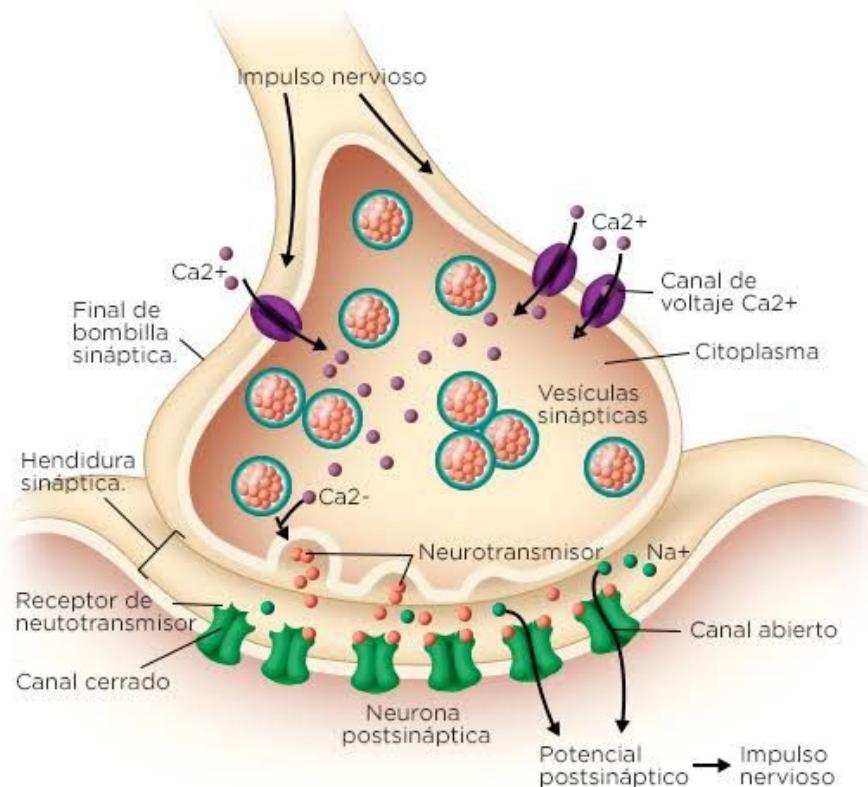
Tras la contracción, los **iones de calcio** son **devueltos** al **retículo sarcoplasmico** por la **bomba de calcio** (SERCA), que usa ATP para concentrar el calcio dentro de los túbulos. La proteína **calsequestrina** dentro del retículo ayuda a almacenar grandes cantidades de calcio.



# Liberación y Recaptura de Neurotransmisores

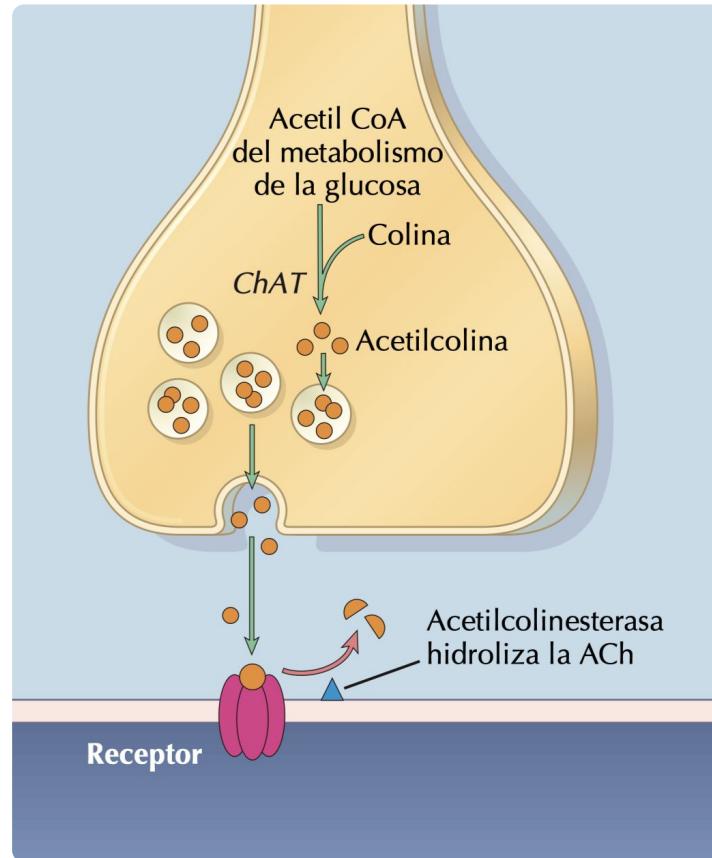
# Liberación de ACh

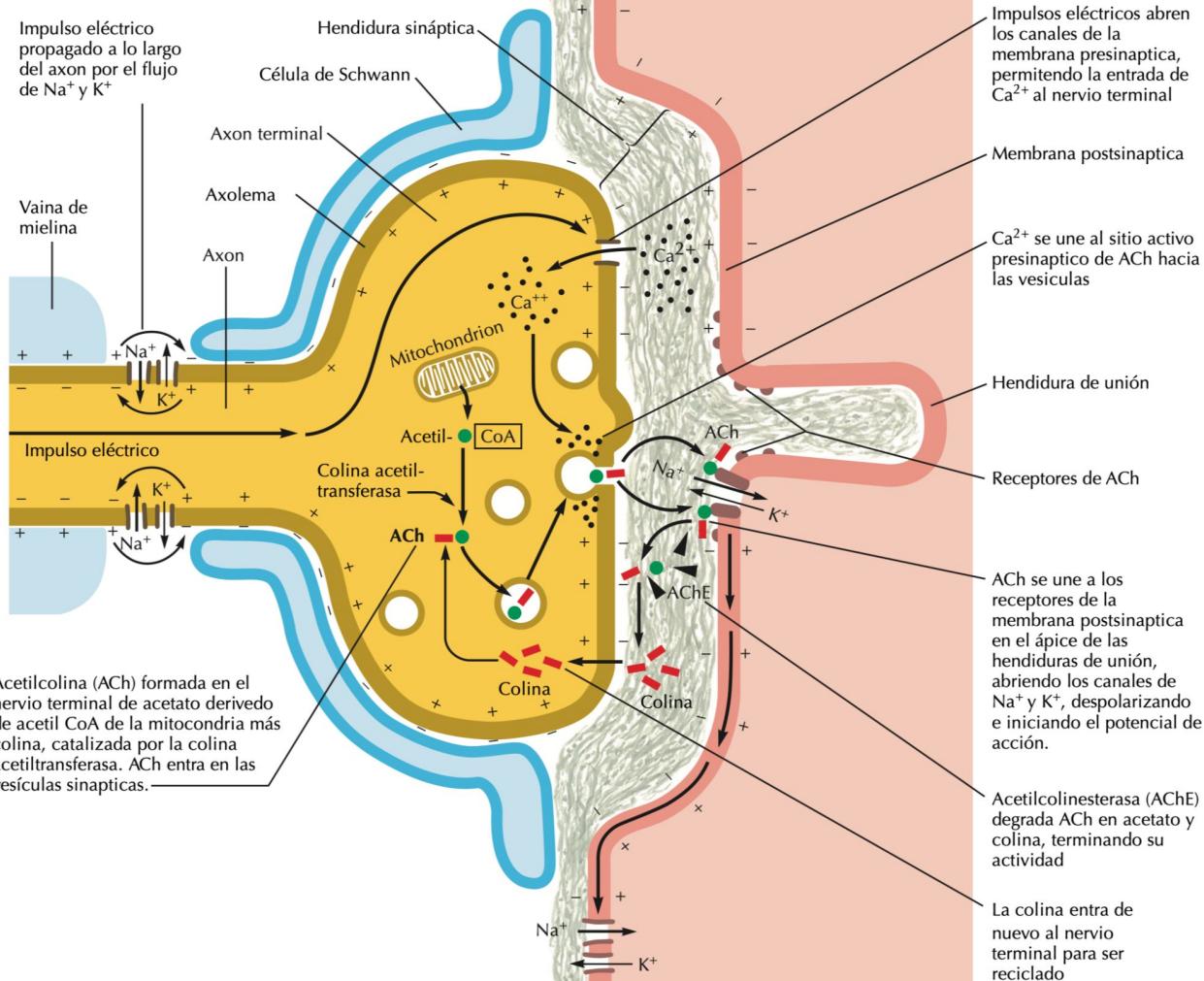
El **impulso nervioso** proveniente de la motoneurona terminal, **genera la apertura de los canales de calcio** en la membrana del botón presináptico, lo que **genera la liberación de las vesículas** sinápticas al espacio sináptico, **favoreciendo la liberación de ACh**.



# Recaptura de ACh

Una vez que la **ACh ha sido utilizada** para generar un potencial de acción a nivel de membrana postsináptica, la ACh **es degrada por la Acetilcolinesterasa en acetato y colina, reciclando la colina para ser usada nuevamente** por el botón presináptico.

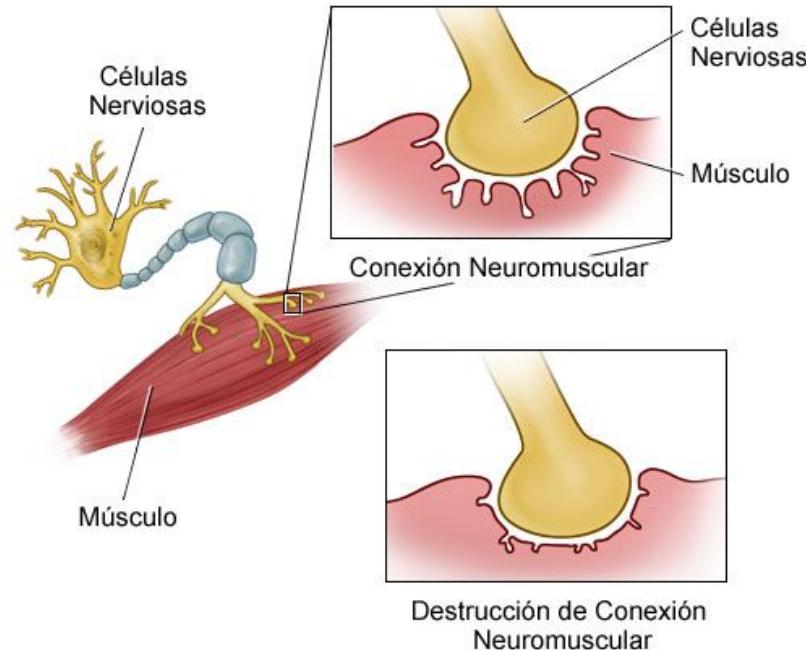




# Nota clínica: Miastenia Gravis y Guillain Barré

# Unión Neuromuscular y Miastenia Gravis

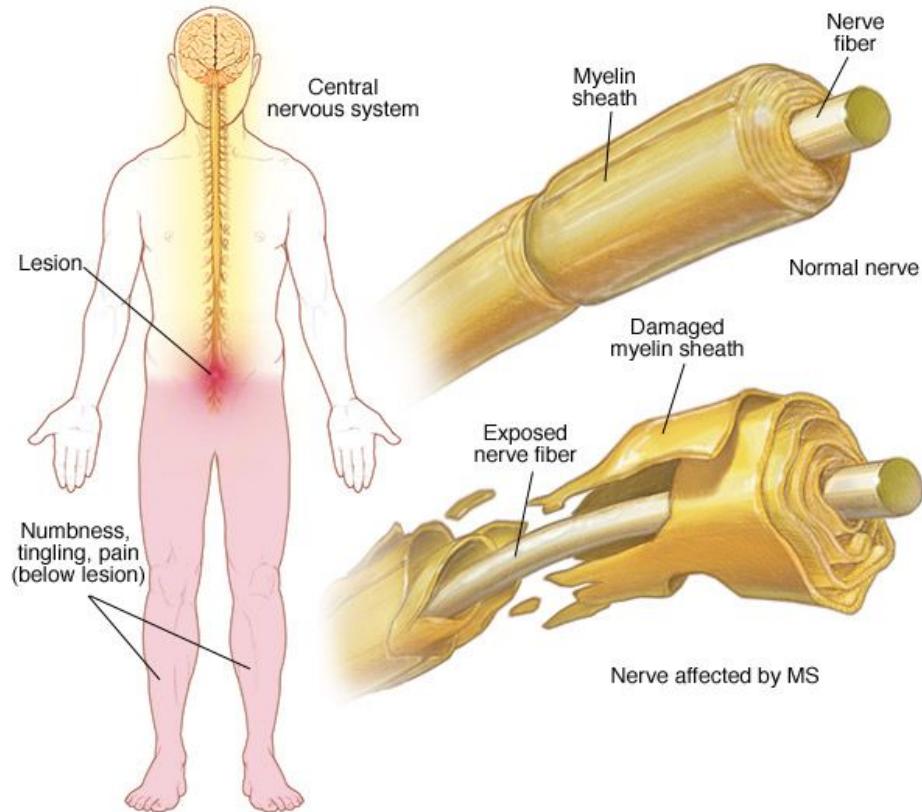
En la **miastenia gravis**, los anticuerpos destruyen estos receptores, reduciendo significativamente el **número de receptores activos**. A pesar que la cantidad de ACh liberada es normal, este menor número de receptores de ACh causa una mayor fatigabilidad de los músculos afectados.



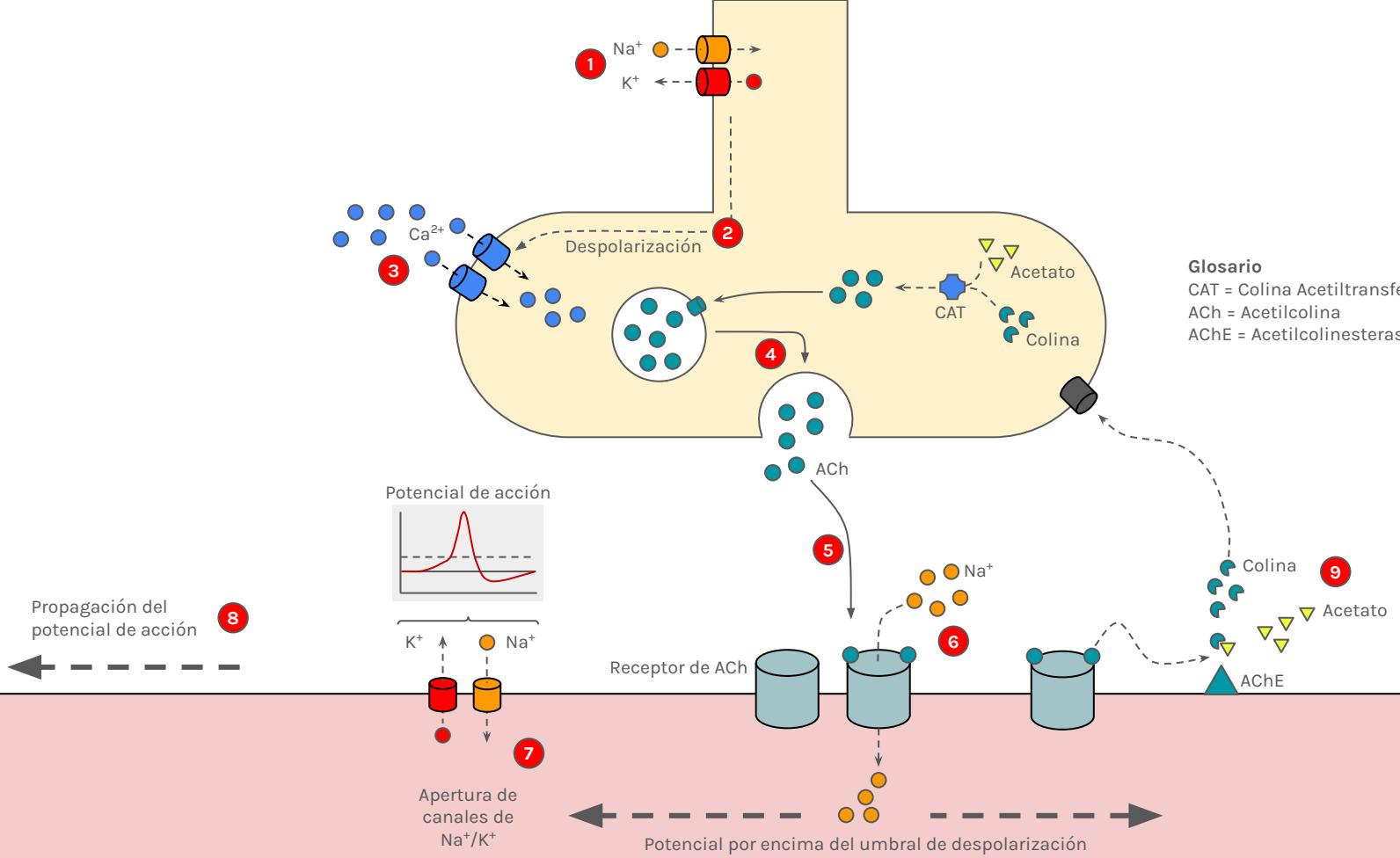
# Vaina de Mielina y Guillain Barré

En el **Guillain Barré**, los anticuerpos destruyen la vaina de mielina, reduciendo significativamente la conducción de los potenciales de acción.

Esto causa en muchos casos una debilidad generalizada que puede provocar la pérdida de control respiratorio, en casos más graves..



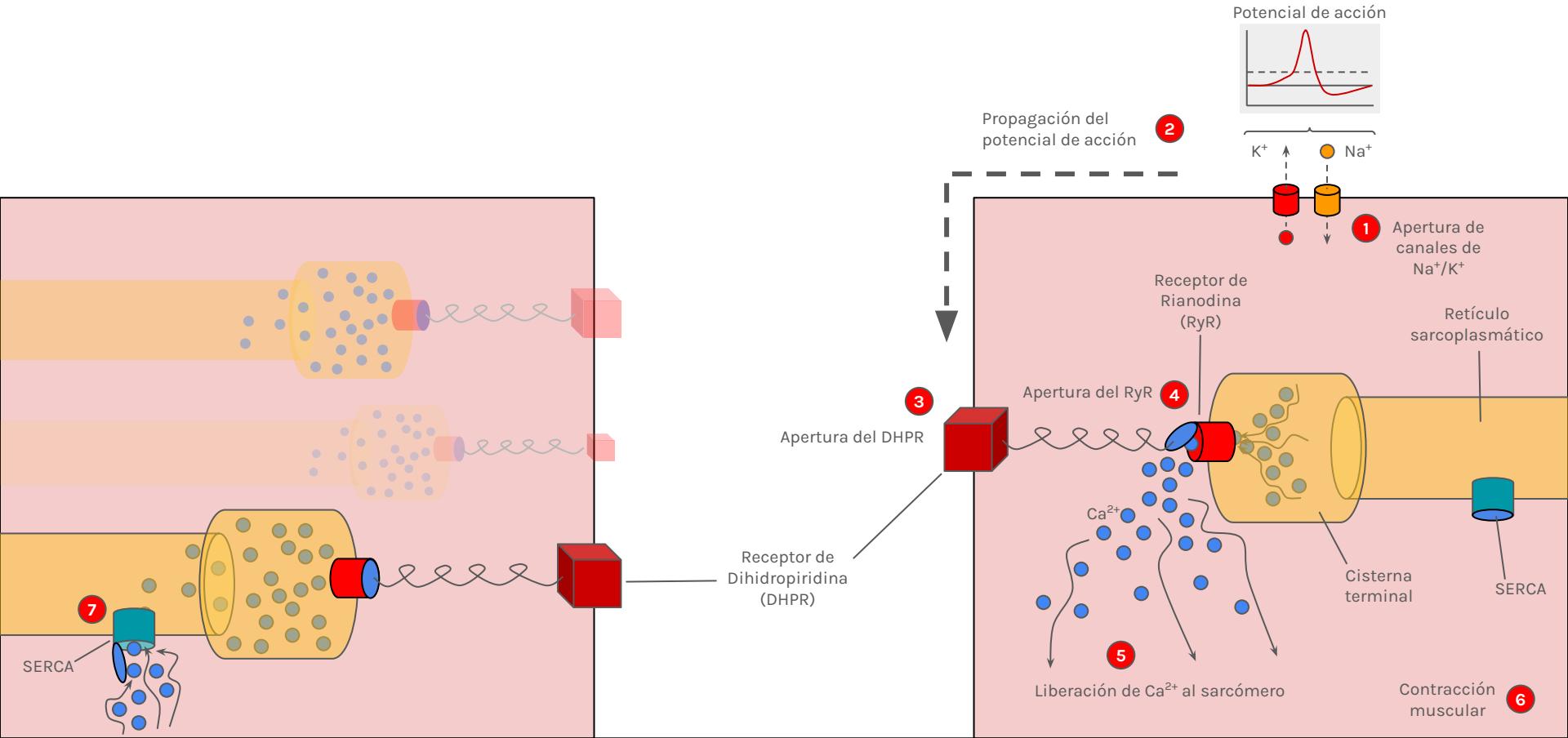
# Despolarización de la Membrana Postsináptica

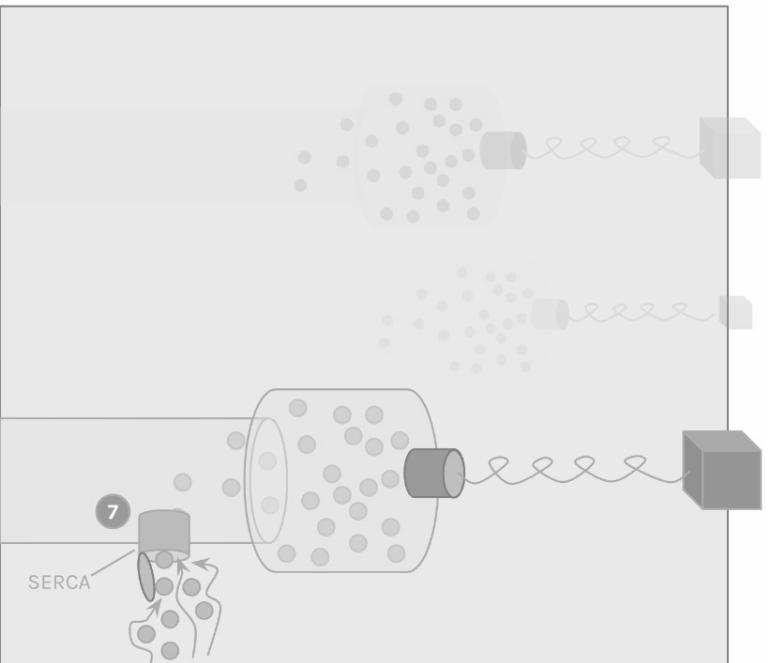


### Glosario

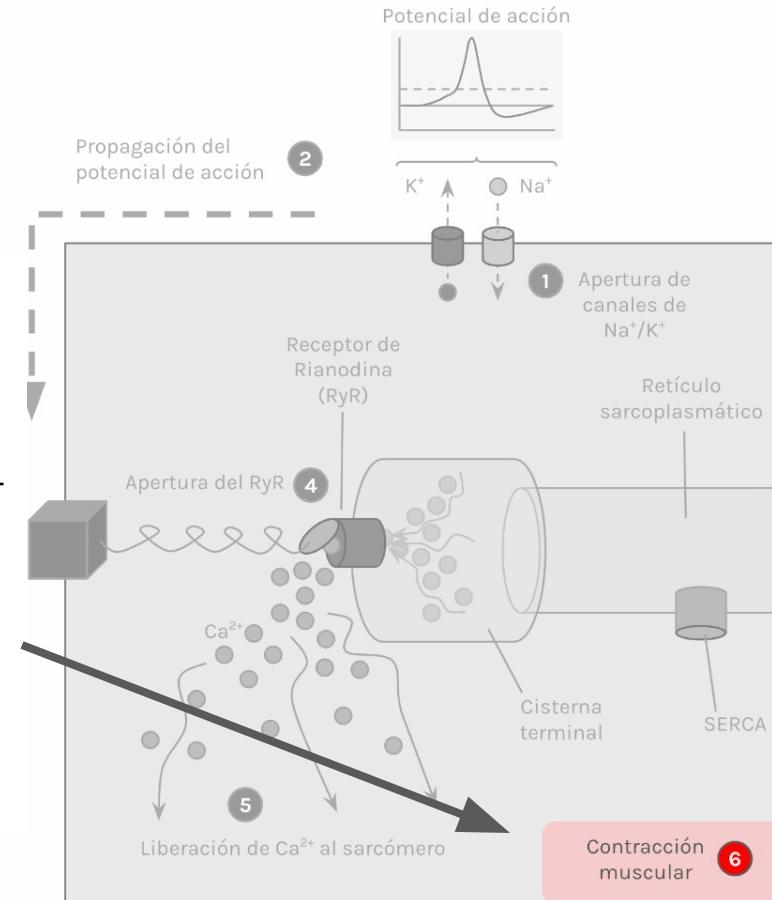
CAT = Colina Acetiltransferasa  
 ACh = Acetilcolina  
 AChE = Acetilcolinesterasa

¿Cómo se Traduce Esto en Contracción  
Muscular?

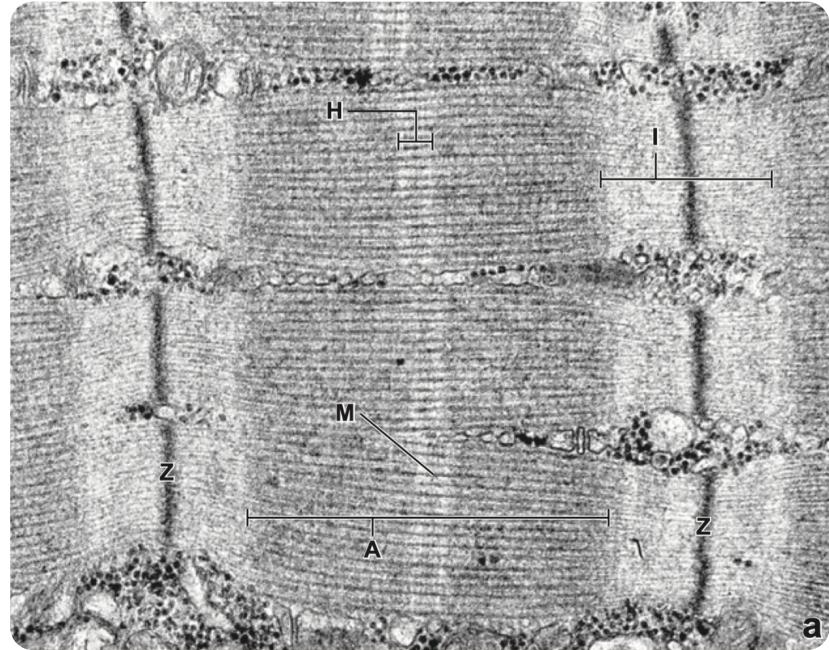




Este  
todavía no  
responde la  
pregunta  
de cómo se  
contrae el  
músculo



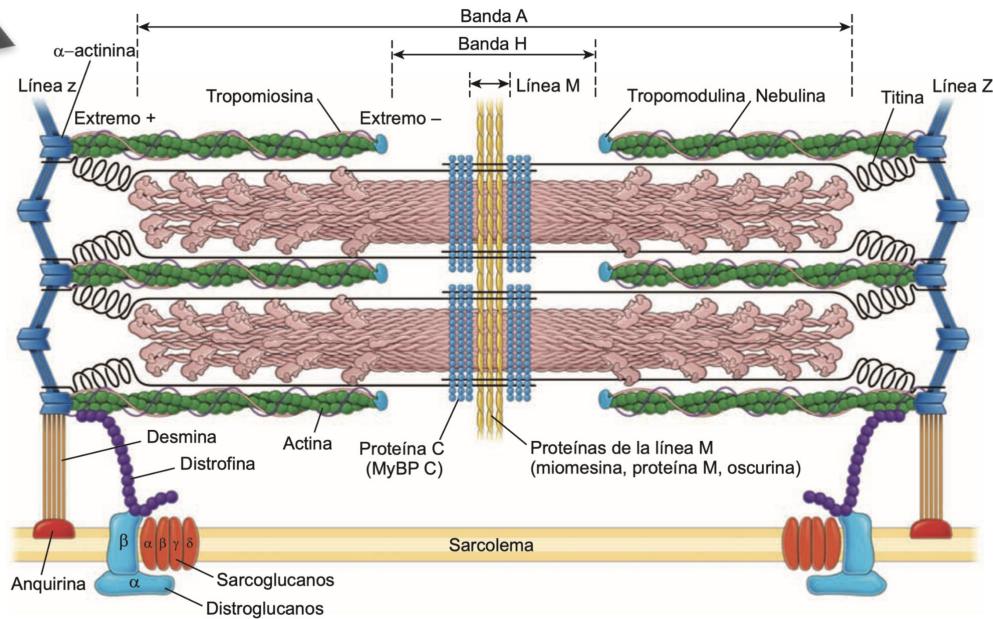
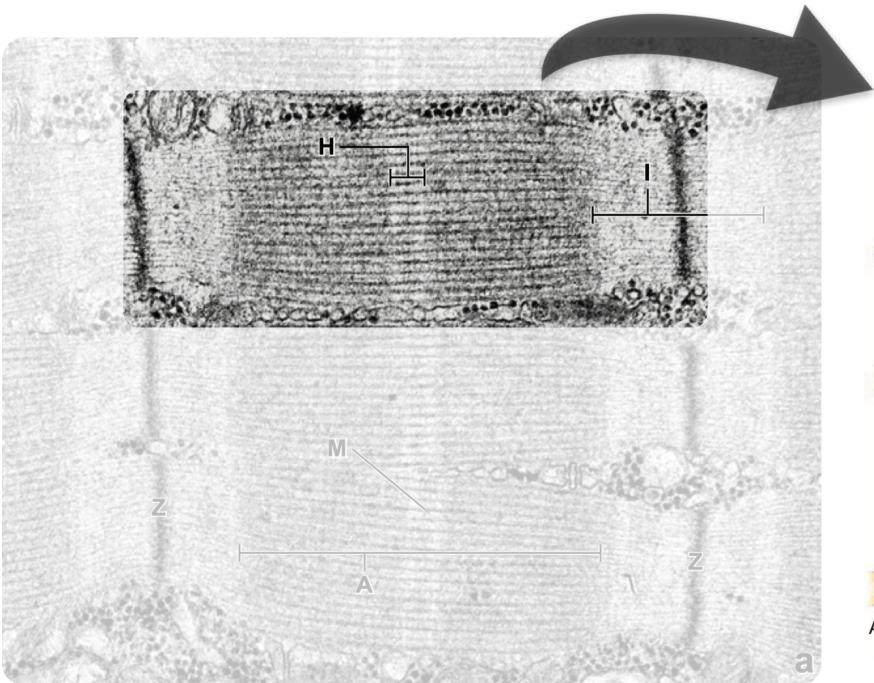
# Estructura del Sarcómero



## Sarcómero como Unidad Funcional

El **sarcómero** es la unidad contráctil del músculo, responsable de la **contracción** del mismo.

Esta unidad se compone del **entrelazamiento** dos elementos clave, la **actina** y la **miosina**.

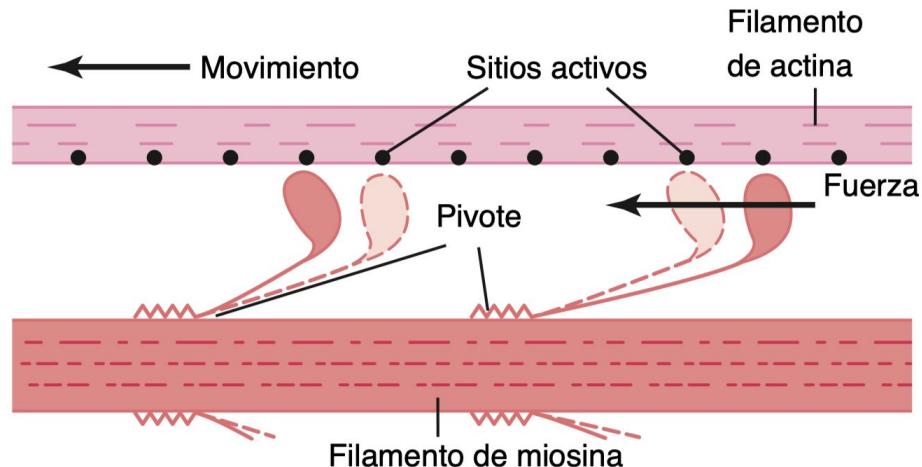


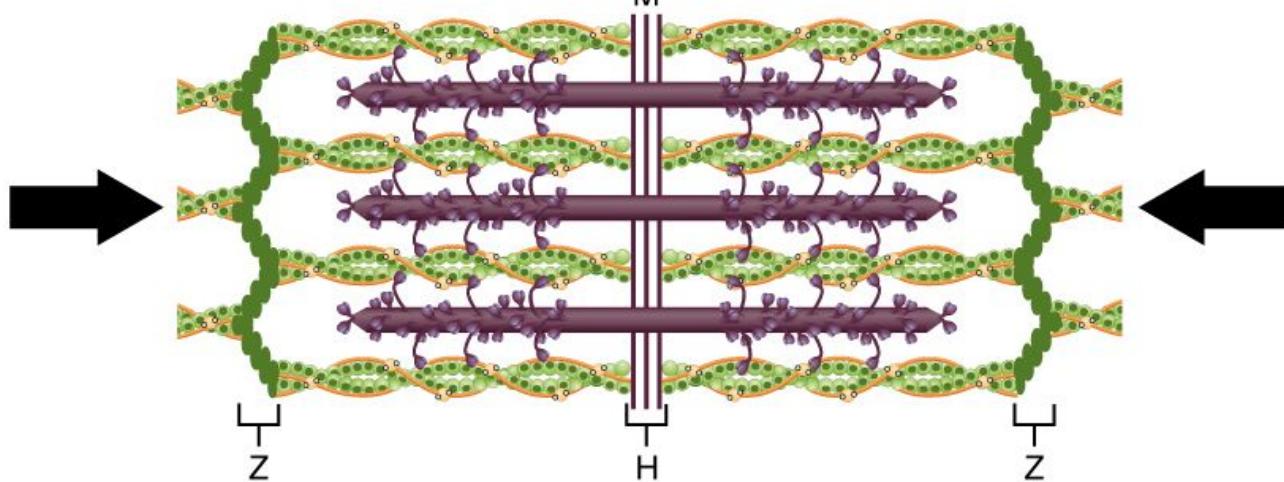
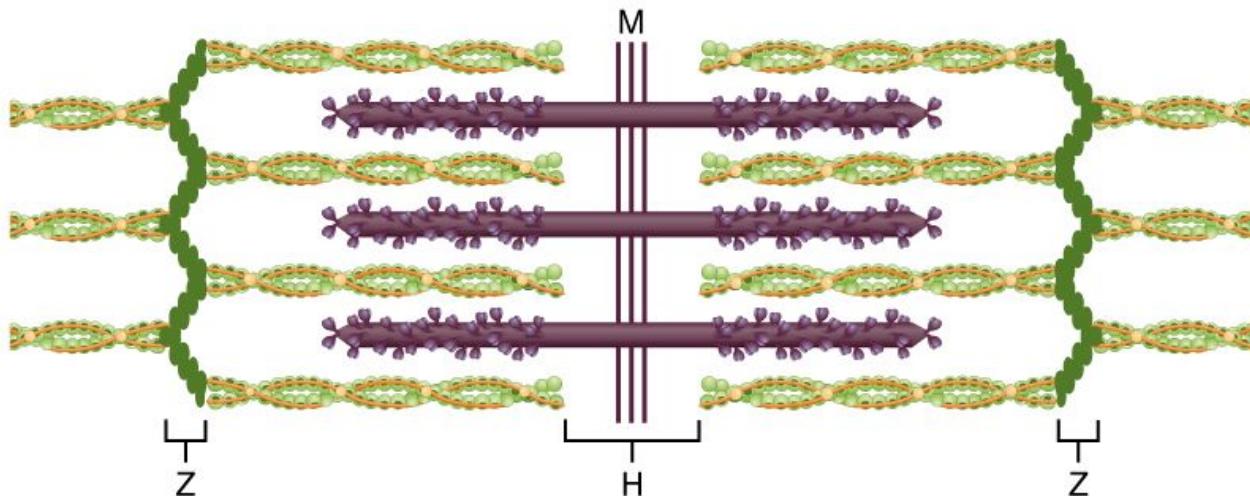
# Modelo del Filamento Deslizante

# Interacción Actina-Miosina

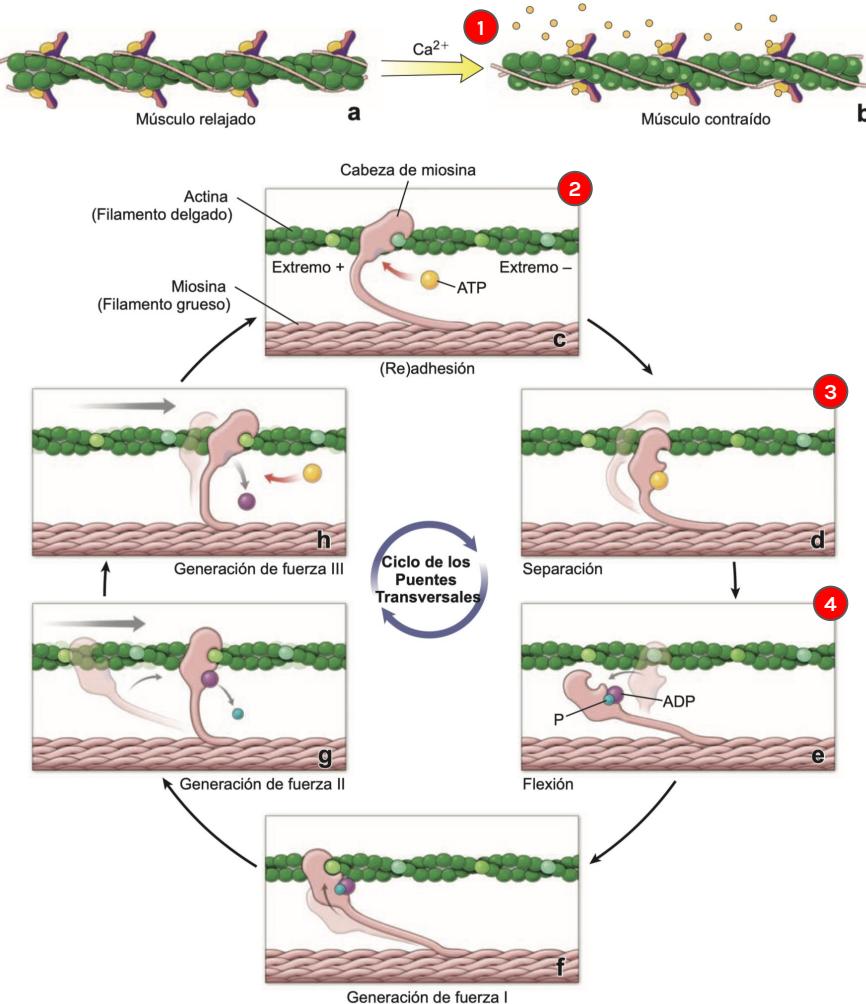
El movimiento de la miosina al **tirar** de la cadena de actina, es lo que genera la contracción muscular, primeramente **a nivel de sarcómero**.

Mecánicamente, el músculo se relaja cuando la **cabeza de la miosina** libera a la **actina** de su sitio de unión, provocándose el **alargamiento del sarcómero**.



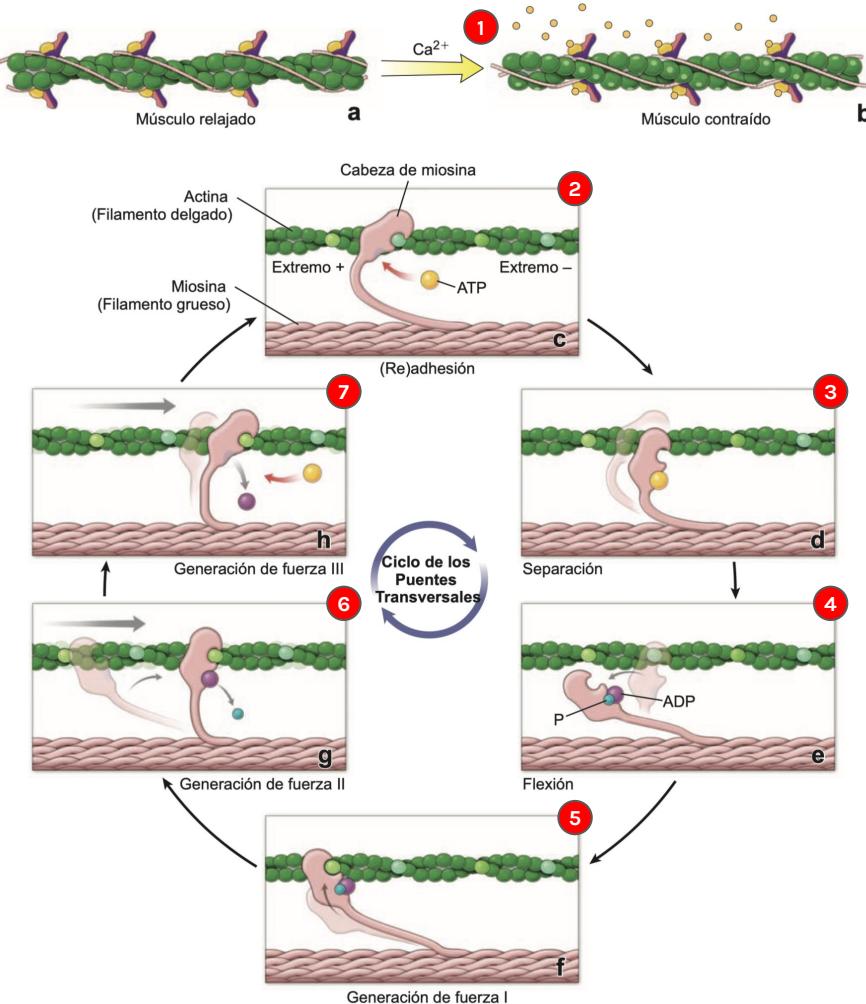


# Ciclo de Puentes Cruzados



# Ciclo de los puentes cruzados

1. Al llegar el **calcio** a los **filamentos de actina**, este se une a la troponina, generando un cambio **conformacional en la tropomiosina**, liberando los sitios activos de la actina.
2. La **cabeza de la miosina** se une a los sitios activos de la actina.
3. Llega un **ATP** y se une a la **miosina**, provocando que se separe la miosina de la actina.
4. El **ATP** se hidroliza en ADP y un fosfato, provocando la flexión de la cabeza de la miosina.

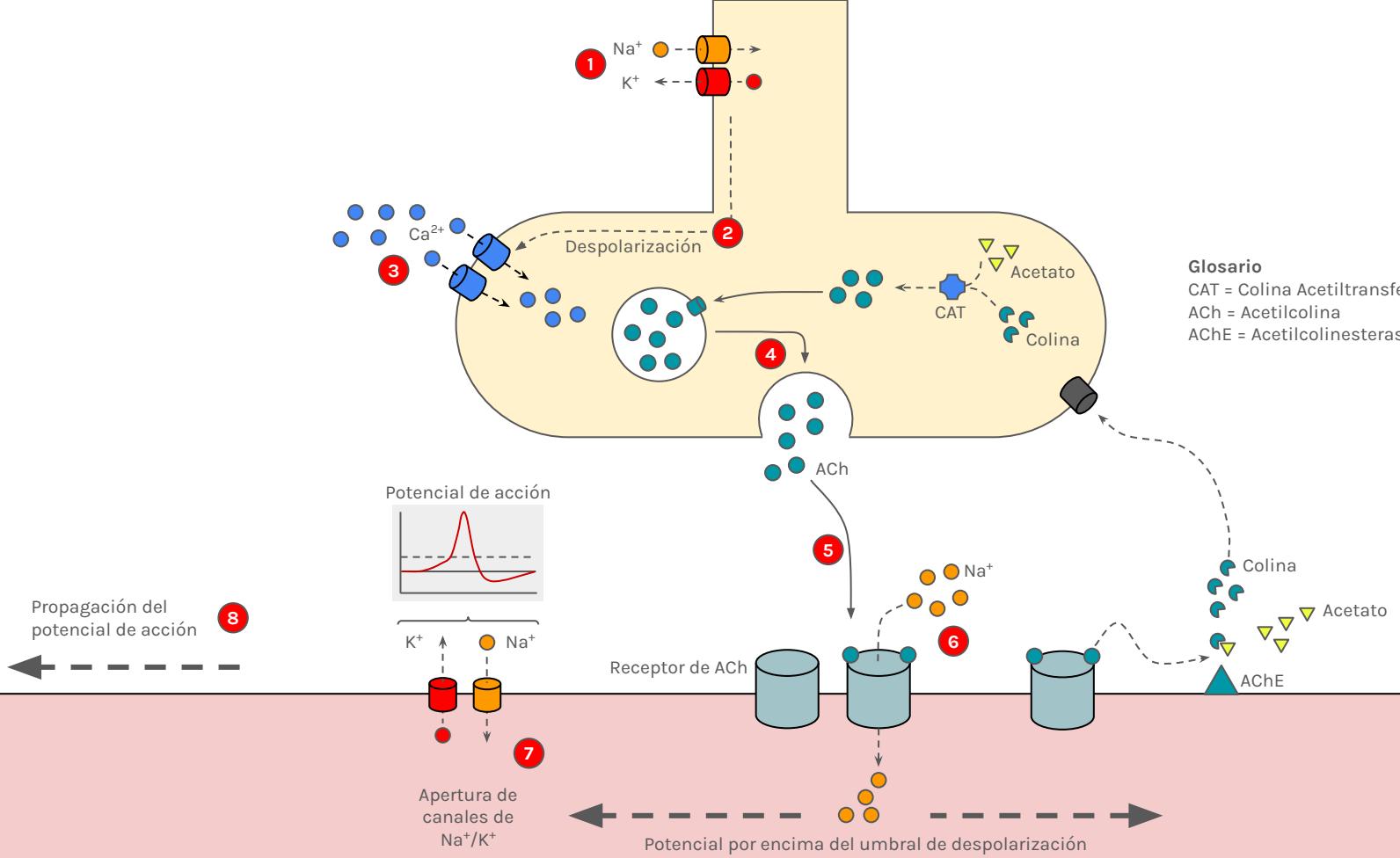


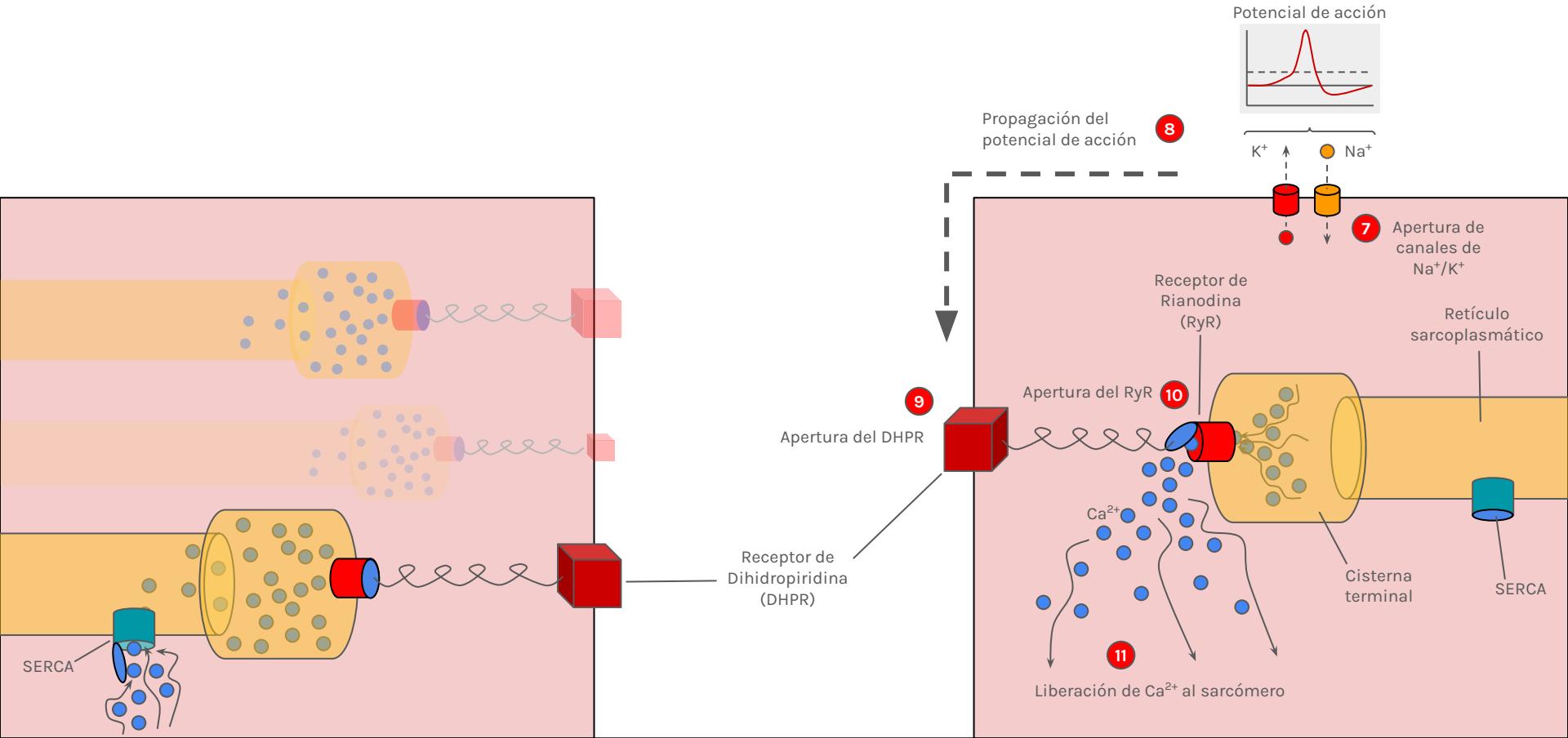
# Ciclo de los puentes cruzados

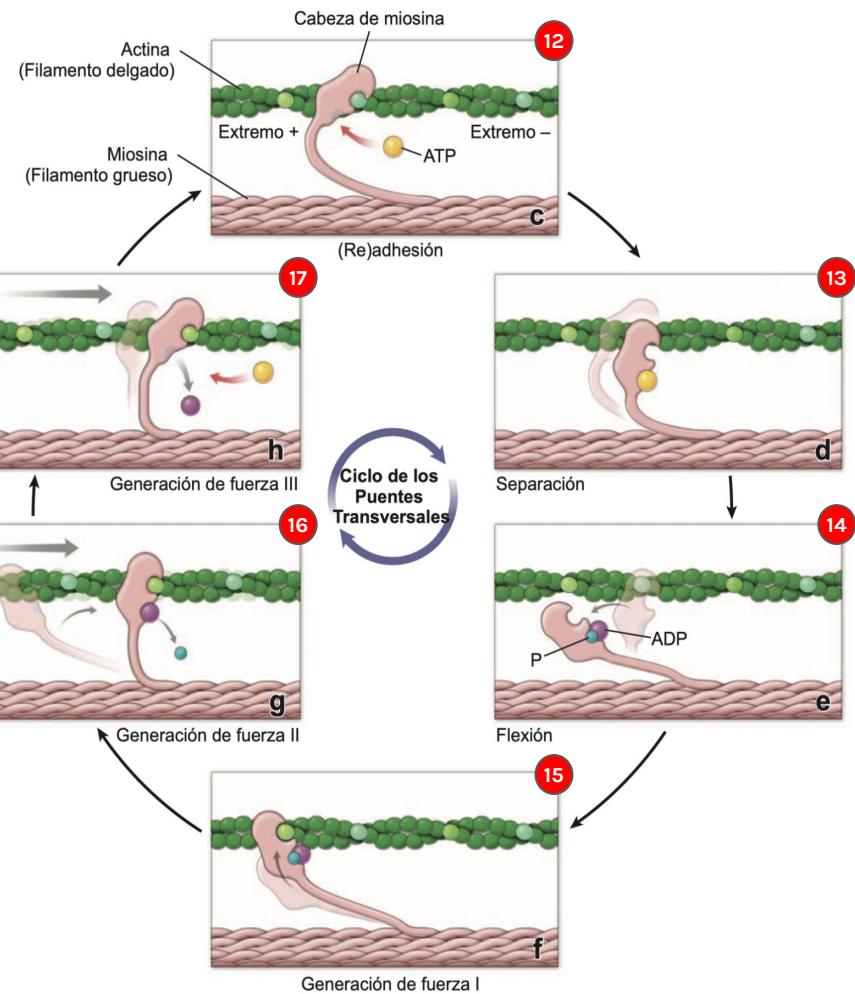
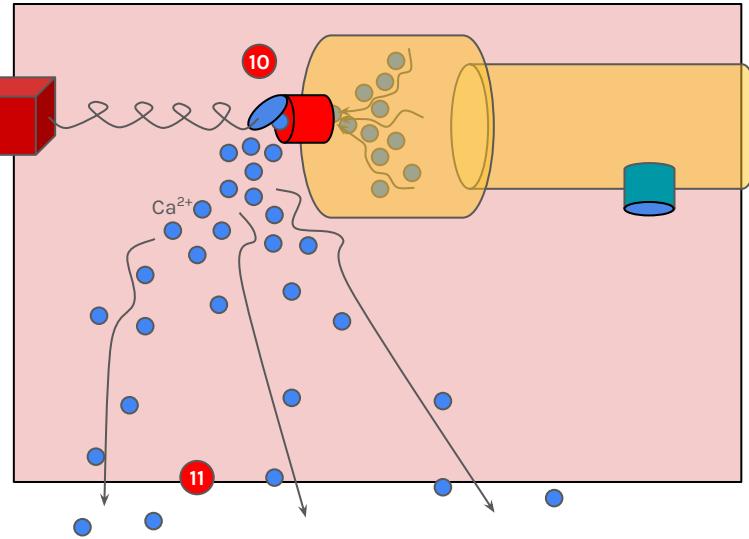
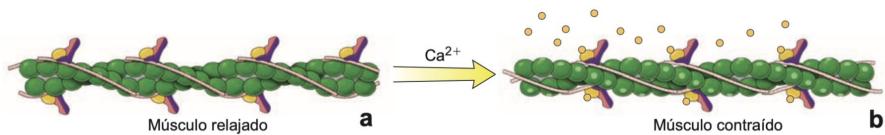
5. La cabeza de la miosina se vuelve a unir a un sitio activo de la miosina más lejano.
6. Se libera el grupo fosfato de la miosina, provocando **la primera generación de fuerza**.
7. Se termina por liberar el ADP restante de la miosina, generando una **segunda generación de fuerza** sobre la actina.

Volvemos a la posición inicial de la miosina, **repitiendo el ciclo** para una nueva contracción muscular.

# Recapitulemos







# Recursos adicionales

# Recursos adicionales

- Sánchez Klinge, Marta Elena and Mutis Barreto, Claudia Aixa. **Fisiología del sistema neuromuscular.** <https://doi.org/10.19052/9789585148031>.
- Rodriguez Ferrer. **Neurofisiología esencial.** <https://editorial.ugr.es/media/ugr/files/sample-137770.pdf>.

# Reflexión del día

“¿Cómo escaparé de esta situación?»,  
preguntas. De la manera que sea.  
Considera cuántos riesgos afrontaste por  
causa del dinero, cuántas fatigas por causa  
del honor”

Séneca  
Epístola a Lucilio (Nº 19)

“Es la propia altitud la que expone las cumbres a los truenos”

Séneca  
Epístola a Lucilio (Nº 19)



Bases Científicas del Ser Humano II  
Facultad de las Ciencias de la Salud  
Universidad de Magallanes



# Fisiología Neuromuscular I

Interacción nervio-músculo y contracción muscular