



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



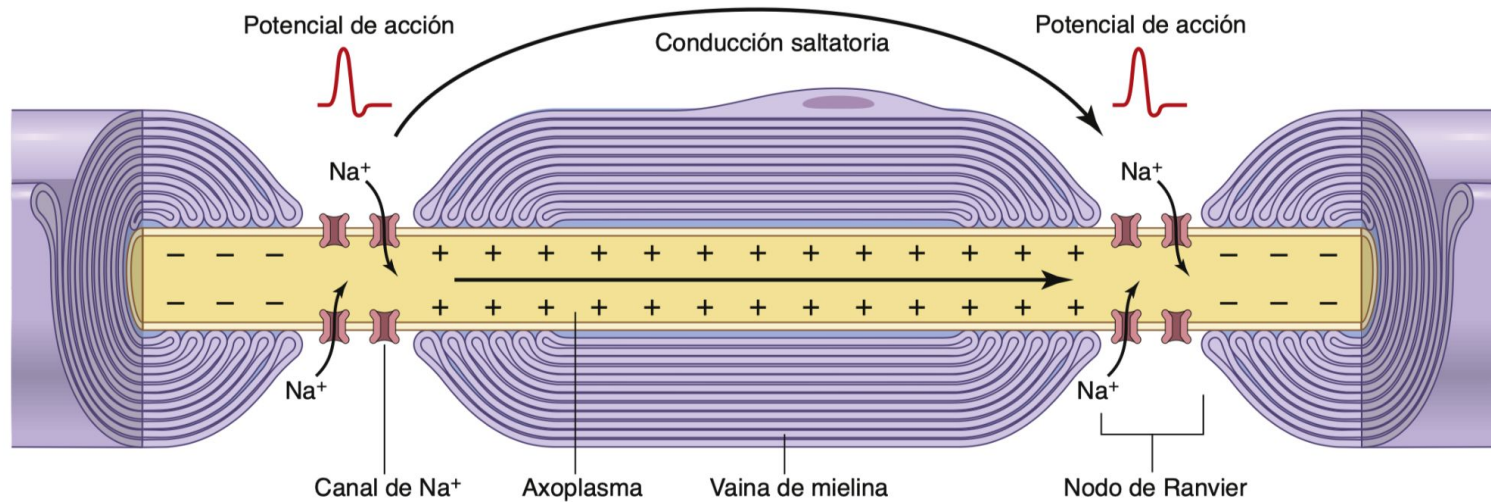
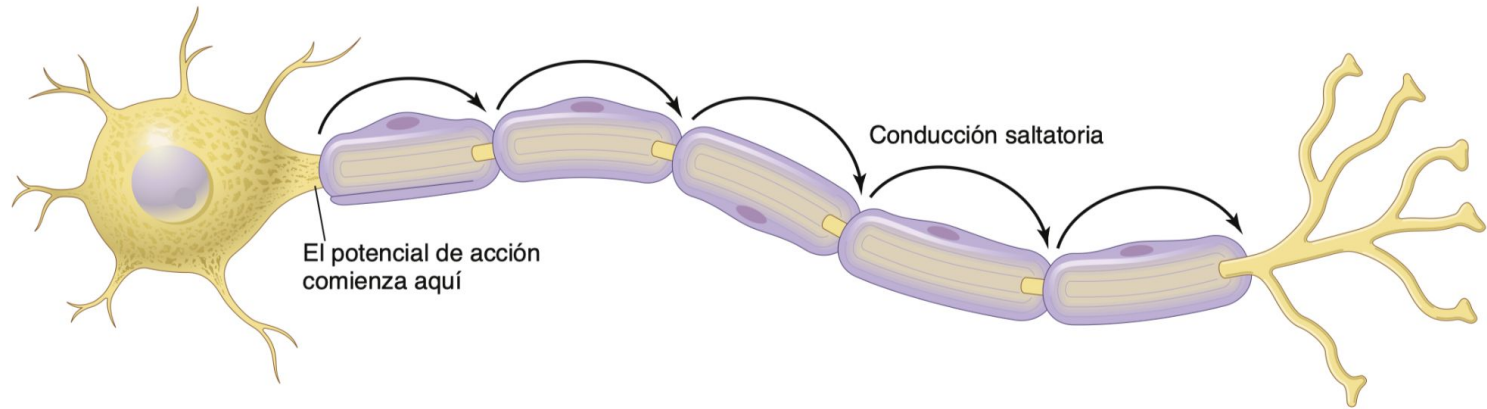
# Fisiología Neuromuscular II

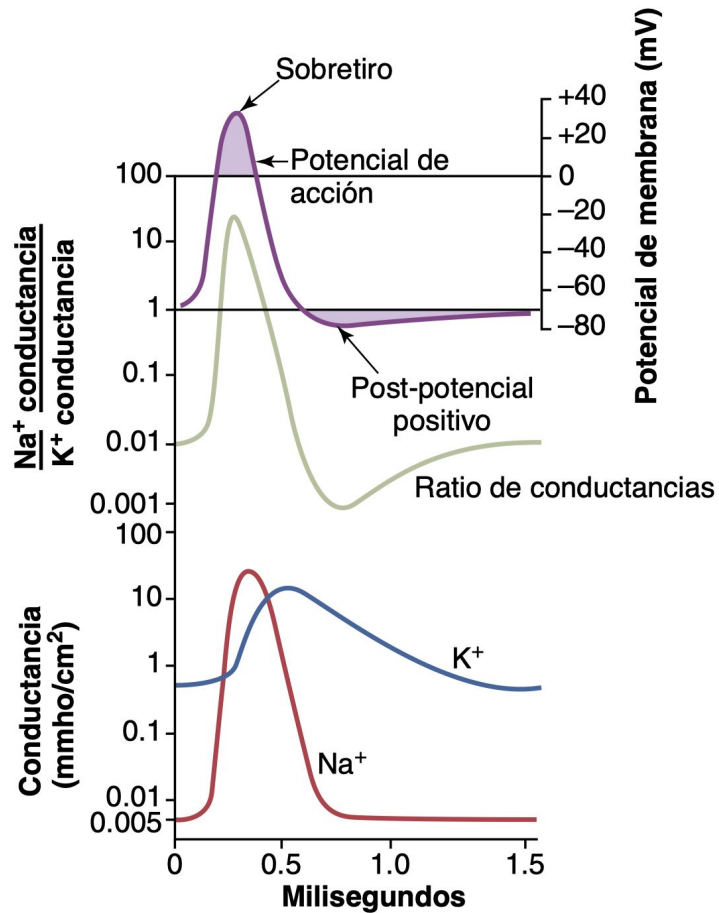
Husos musculares, tono muscular y arco reflejo

# Contenidos

1. [Clase anterior](#) (Resumen).
2. [Husos musculares](#).
3. [Alfa y Gamma motoneuronas](#).
4. [Regulación del tono muscular](#).
5. [Generación del arco reflejo](#).
6. [Órgano tendinoso de golgi](#).
7. [Inhibición recíproca](#).
8. [Reflejo de retirada](#).
9. [Recursos adicionales](#).

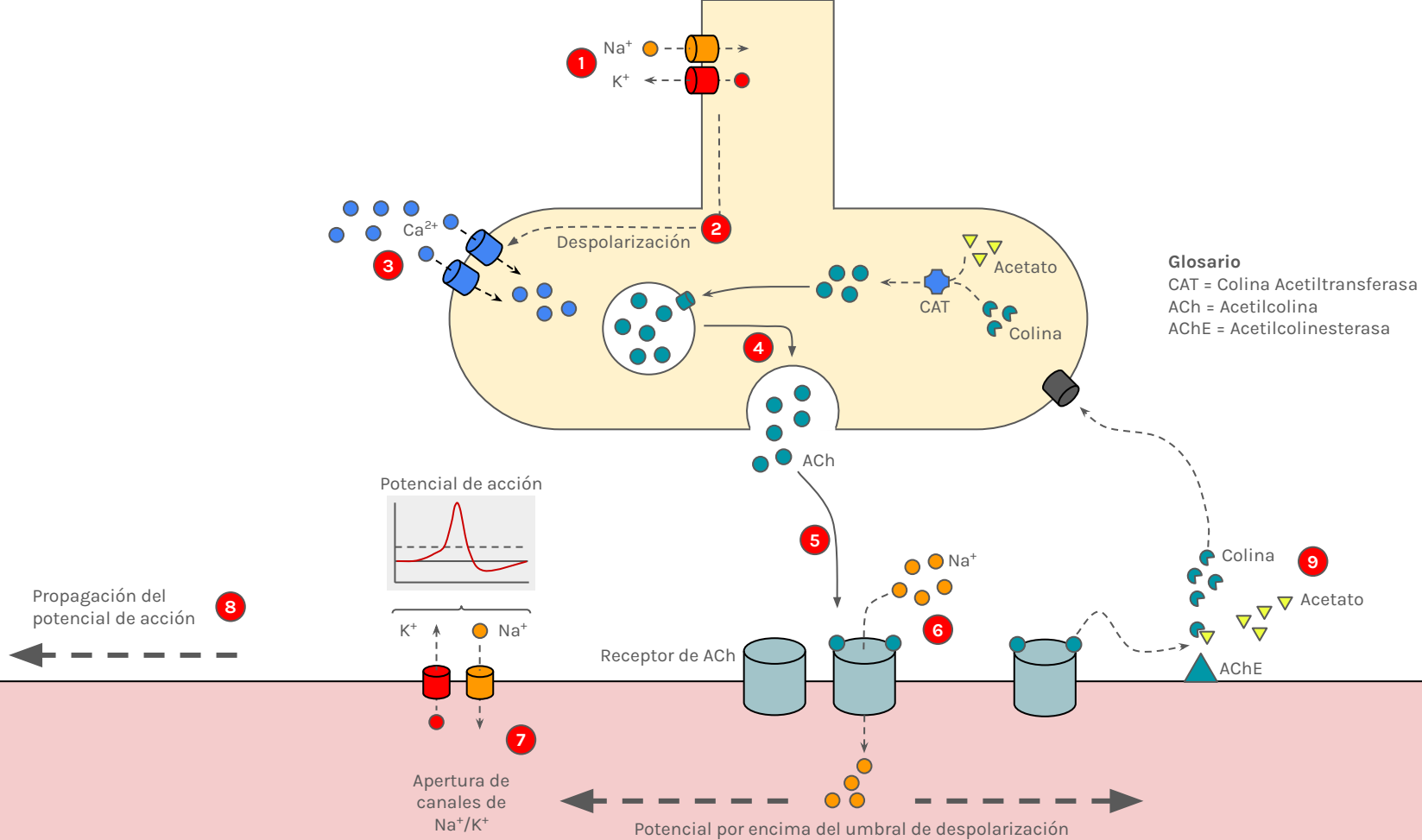
# Clase Anterior

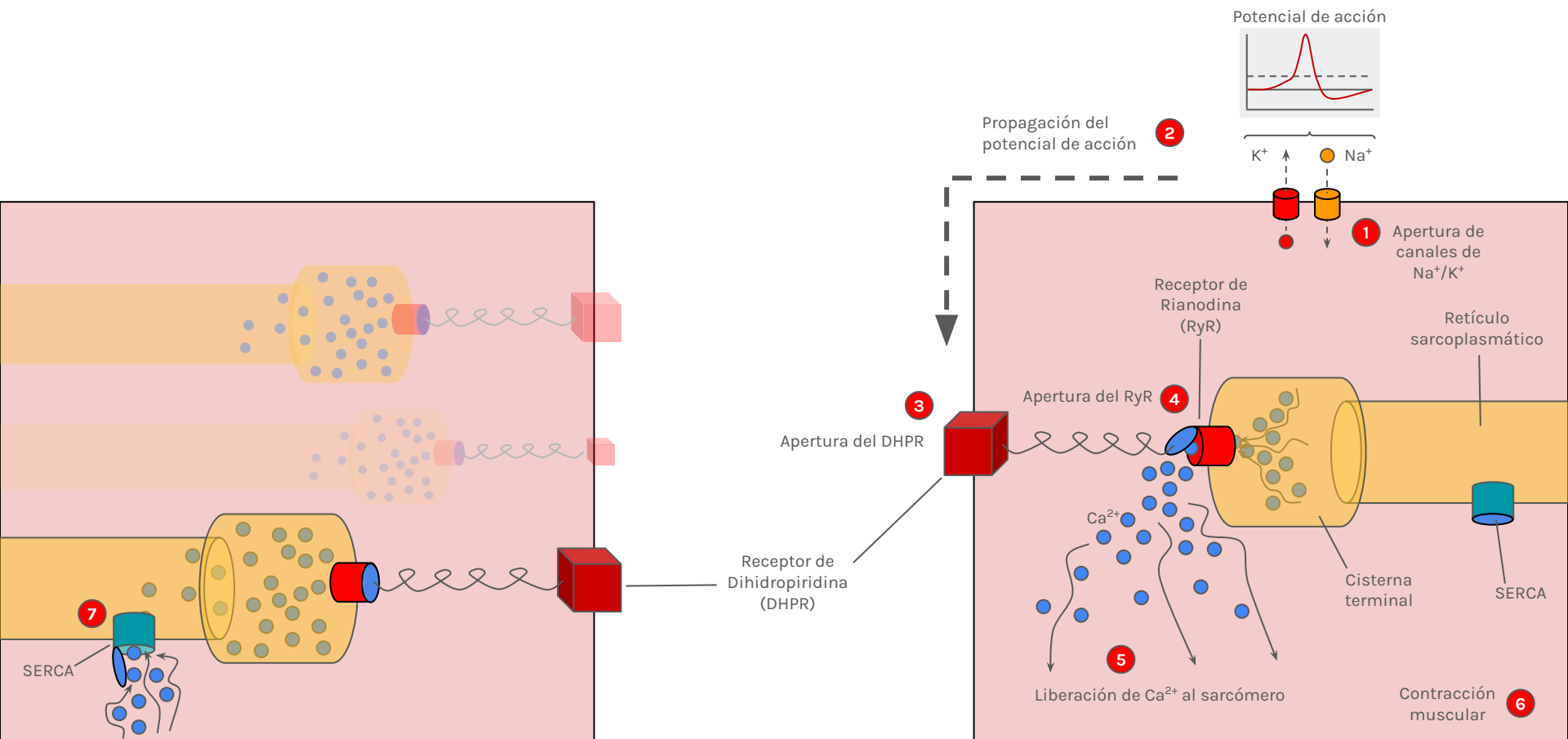




Canal — ⚡ Potencial — 🏃 Conductancia

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	↓	↓





# Husos musculares

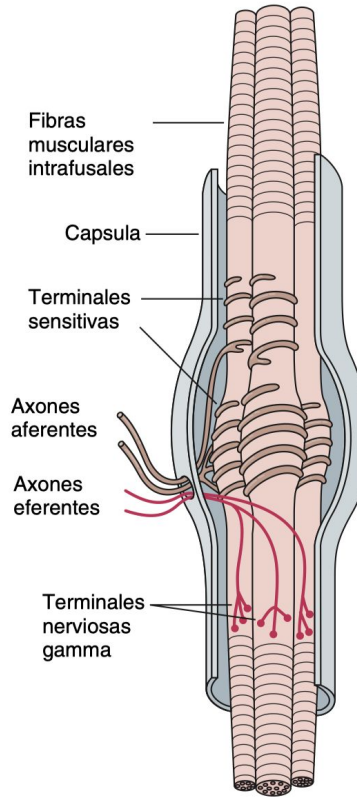


# Estructura y función

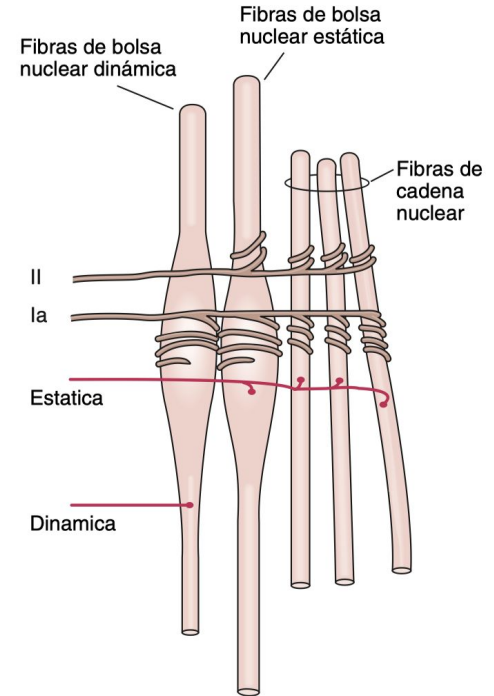
Los husos musculares son **receptores sensoriales** especializados ubicados en los músculos esqueléticos. Están compuestos por **fibras intrafusales** y son sensibles a los cambios en la longitud muscular.

Su función principal es **detectar el estiramiento** del músculo y enviar esta información al sistema nervioso central, facilitando la regulación de la contracción muscular y el **mantenimiento del tono**.

A Huso muscular



B Fibras intrafusales del huso muscular

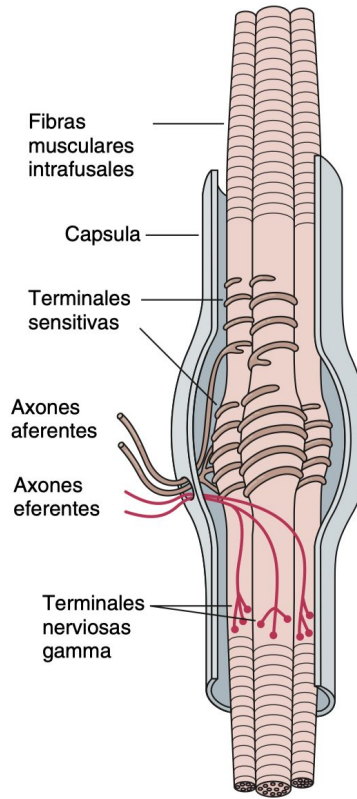


# Detección del estiramiento muscular

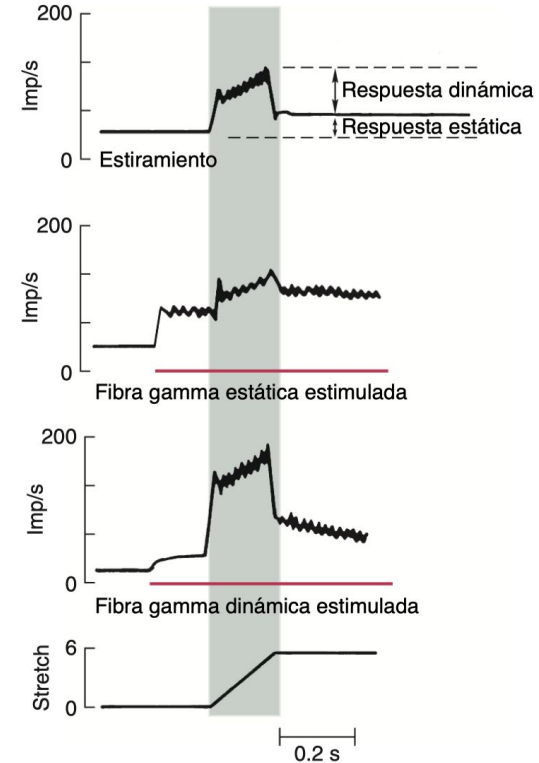
Los husos musculares responden específicamente al estiramiento del músculo, **activándose cuando el músculo se alarga**.

Esta activación genera potenciales de acción que son **transmitidos a la médula espinal y al cerebro**, permitiendo una respuesta refleja o consciente que **ajusta la tensión muscular** para evitar lesiones y mantener la postura.

A Huso muscular



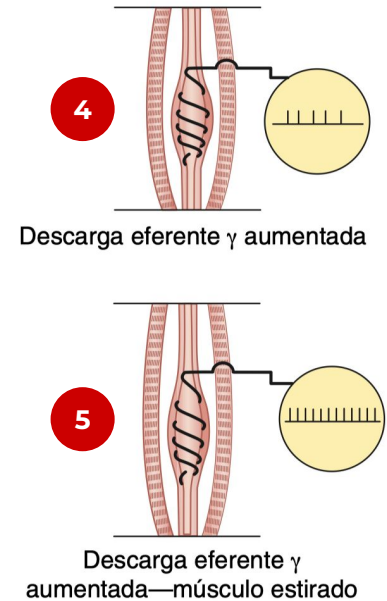
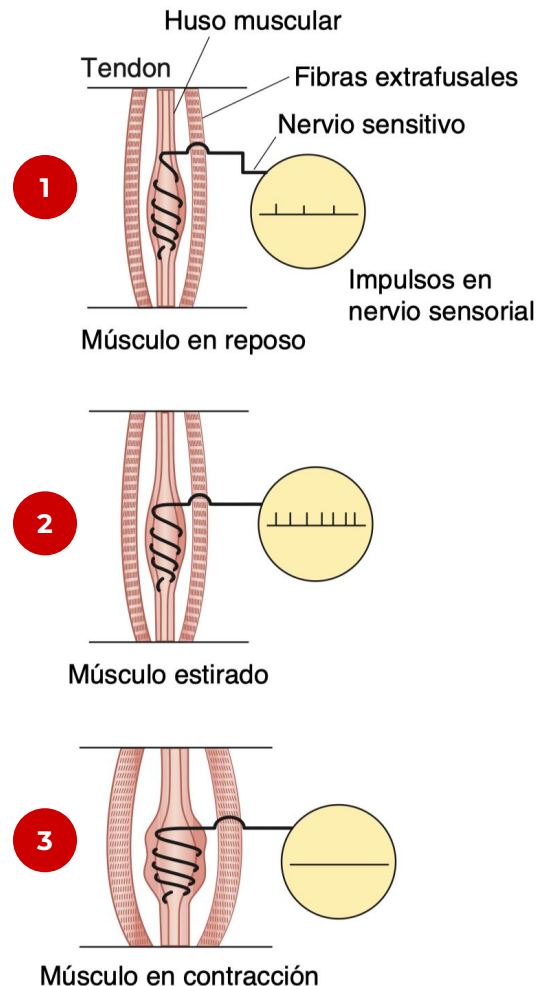
C Respuesta de la fibra sensorial a la activación selectiva de motoneuronas



# Interacción con el SNA

La información detectada por los husos musculares es esencial para la **modulación del movimiento**.

Los impulsos nerviosos generados por los husos son **integrados en la médula espinal y el cerebro**, donde se coordinan respuestas motoras que ajustan la actividad muscular en función de la demanda, como en la realización de movimientos precisos o la corrección de posturas.

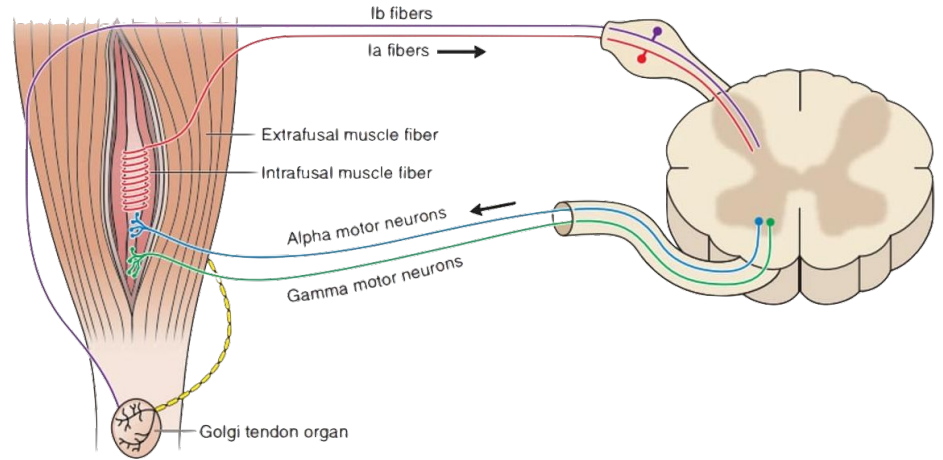


# Alfa y Gamma motoneuronas

# Diferenciación entre motoneuronas

Las motoneuronas alfa y gamma son **dos tipos de neuronas motoras** que inervan los músculos esqueléticos.

Las motoneuronas alfa son responsables de la **contracción de las fibras musculares extrafusales**, que generan fuerza. Las motoneuronas gamma, por otro lado, **inervan las fibras intrafusales de los husos musculares**, ajustando su sensibilidad al estiramiento.

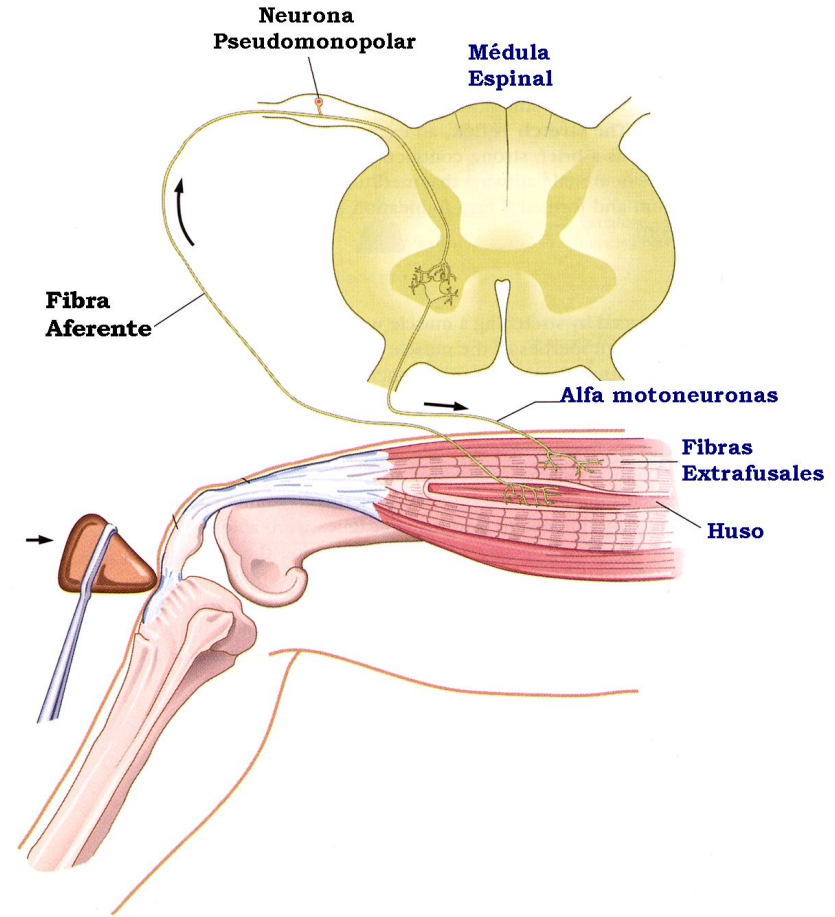


Característica	Motoneuronas Alfa	Motoneuronas Gamma
Tamaño del cuerpo celular	Más grande	Más pequeño
Función principal	Contracción de las fibras musculares extrafusales	Regulación de la sensibilidad de los husos musculares
Inervación	Fibras musculares extrafusales	Fibras musculares intrafusales
Entrada sináptica	Reciben entrada directa de aferencias sensoriales propioceptivas	No reciben entrada directa de aferencias sensoriales
Rol en la contracción muscular	Directamente responsables de la contracción muscular	Mantienen la tensión de los husos musculares para facilitar la contracción

# Funciones específicas en la contracción muscular

Las motoneuronas alfa activan directamente las fibras musculares extrafusales, **provocando la contracción muscular que genera movimiento.**

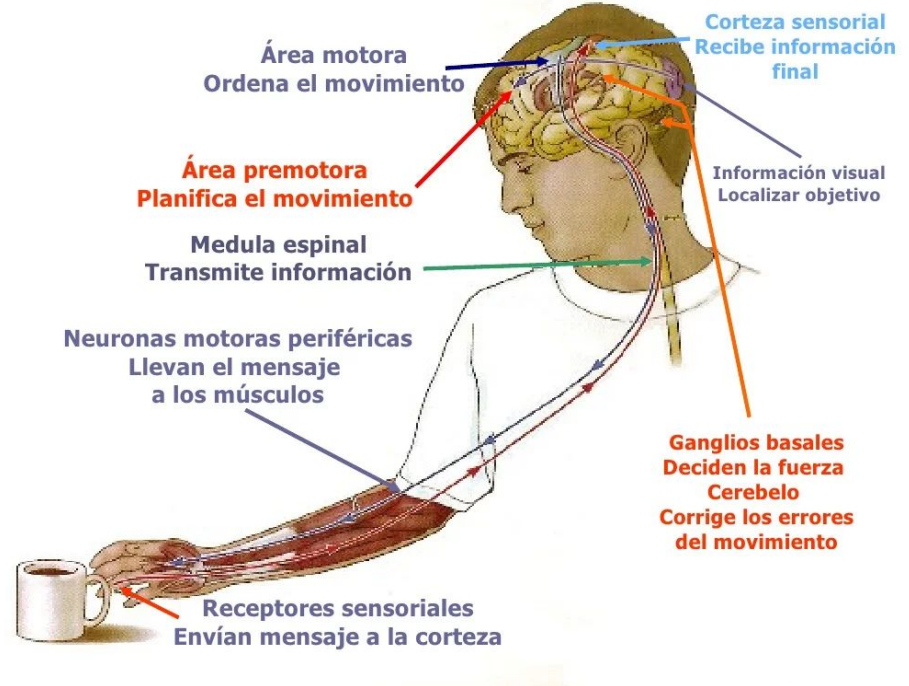
Las motoneuronas gamma **modulan la actividad de los husos musculares**, asegurando que estos se mantengan tensos y sensibles durante la contracción muscular, **permitiendo un control fino del movimiento.**



# Coordinación con los husos musculares

La coordinación entre las motoneuronas alfa y gamma es crucial para el control preciso del movimiento.

La activación simultánea de ambas, conocida como coactivación alfa-gamma, asegura que los husos musculares se mantengan funcionales durante la contracción muscular, **permitiendo al sistema nervioso central** ajustar el tono y la fuerza muscular en tiempo real.



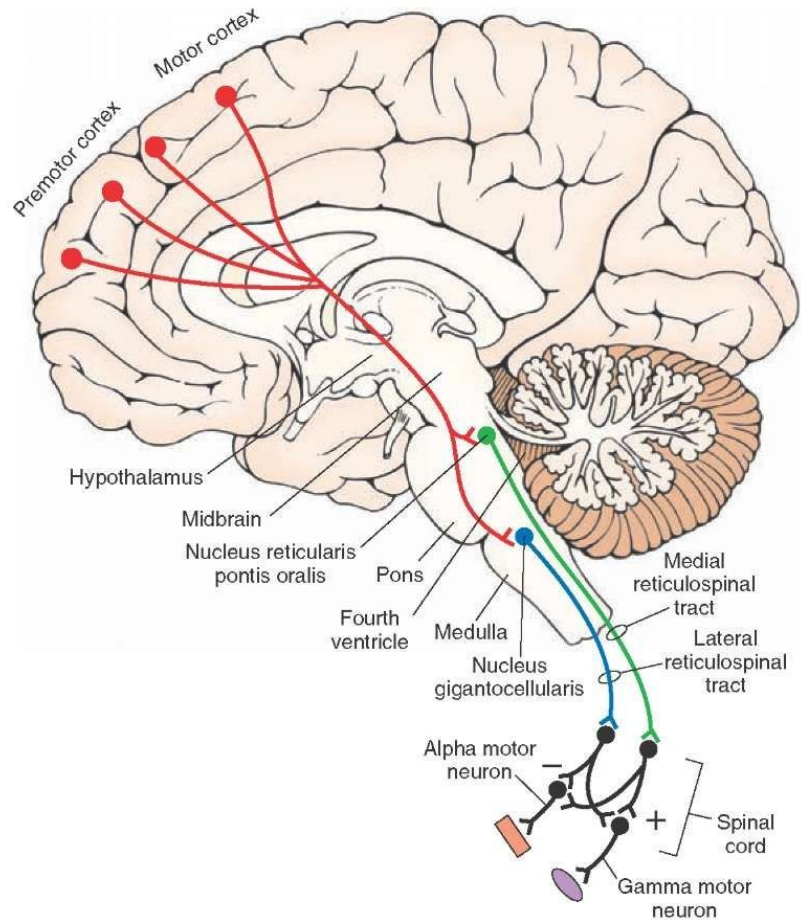


# Regulación del tono muscular

# Mecanismos de control del tono muscular

El tono muscular **se refiere a la tensión que mantienen los músculos**, incluso en reposo.

Este tono es regulado por un complejo **sistema de retroalimentación** entre los husos musculares, las motoneuronas y el sistema nervioso central, que ajusta la actividad muscular para mantener la postura y la preparación para la acción.



# Papel de las motoneuronas y los husos musculares

Las motoneuronas alfa y gamma, junto con los husos musculares, desempeñan un papel central en la **regulación del tono muscular**.

Las **motoneuronas alfa** controlan la contracción muscular básica, mientras que las motoneuronas gamma **ajustan la sensibilidad de los husos**, permitiendo que el sistema nervioso mantenga el tono muscular adecuado para cada situación.



# Influencia de factores externos en el tono muscular

El **tono muscular** puede verse afectado por diversos factores externos, como la **temperatura**, la **fatiga** y el **estado emocional**.

Estos factores **influyen en la actividad** de las motoneuronas y los husos musculares, alterando la respuesta muscular y, **por ende, el tono**. La regulación del tono muscular es esencial para el rendimiento físico y la prevención de lesiones.

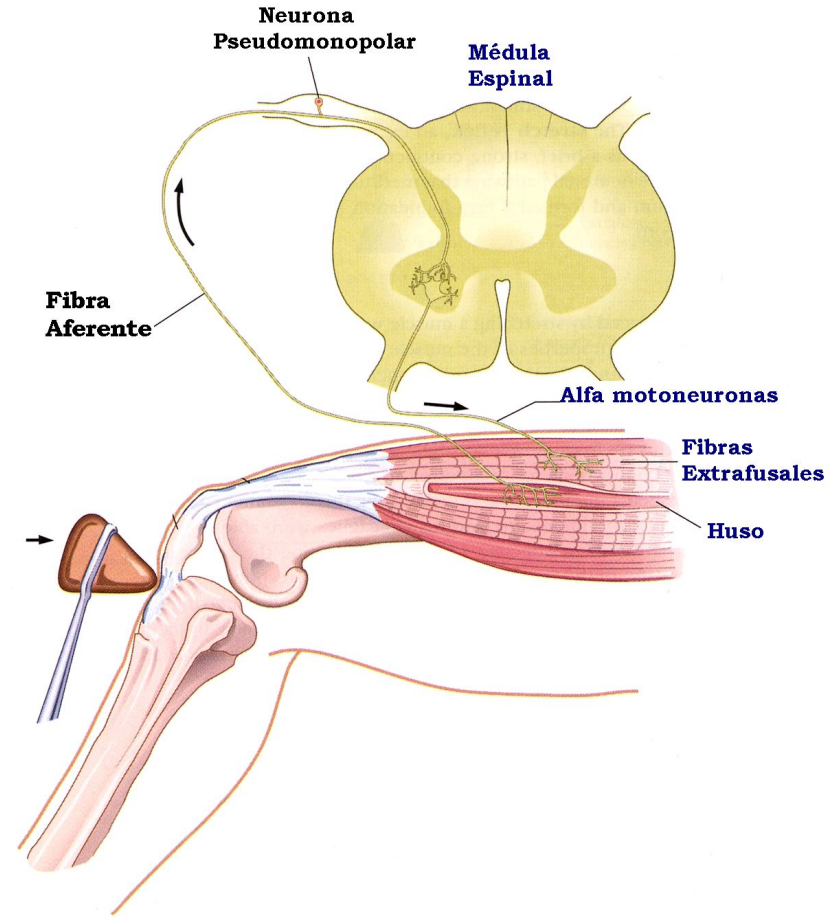


# Generación del arco reflejo

# Componentes del arco reflejo

El arco reflejo es la vía neural que **subyace a los reflejos automáticos**. Sus componentes incluyen un receptor sensorial (como un huso muscular), una neurona aferente, un centro integrador en la médula espinal, una neurona eferente (como una motoneurona alfa), y un efector (músculo).

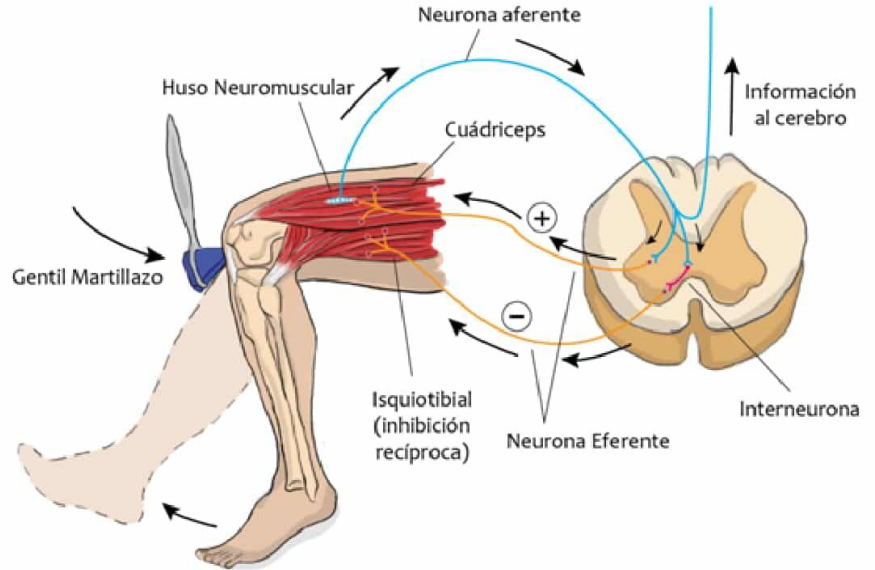
Estos componentes trabajan en conjunto para producir una **respuesta rápida e involuntaria**.



# Proceso de activación y respuesta

Cuando un **receptor sensorial**, como un huso muscular, **detecta un estímulo**, **envía un impulso** nervioso a través de una neurona aferente hacia la médula espinal.

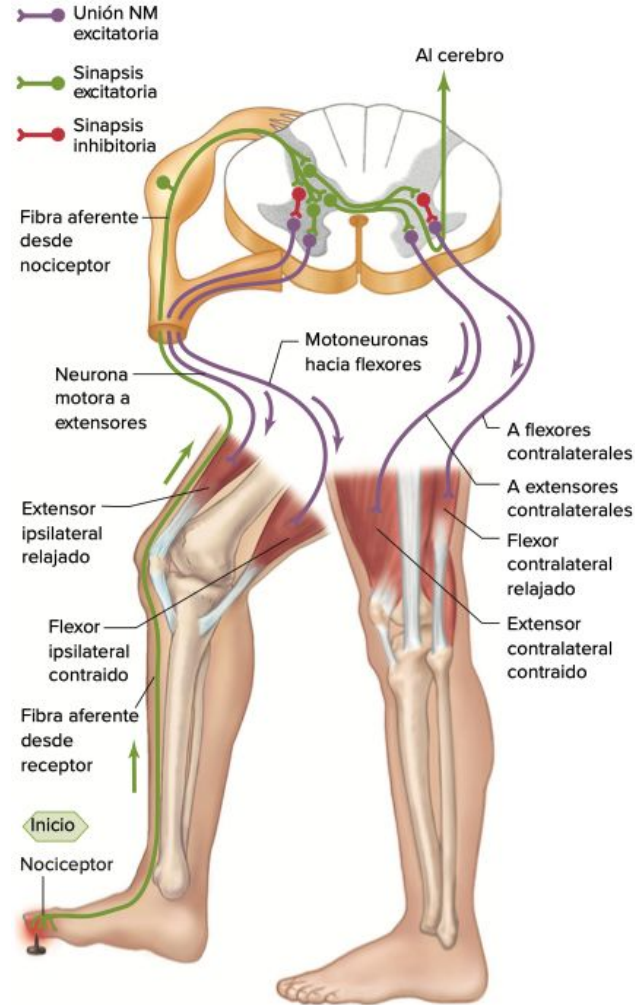
Aquí, la señal **se integra** y **se transmite** a una neurona eferente, que luego envía la señal al músculo correspondiente para que se contraiga o relaje, **generando así una respuesta reflejo**.



# Ejemplos de reflejos simples y complejos

Los reflejos simples, como el reflejo rotuliano, son respuestas automáticas que **implican sólo una o dos sinapsis** en la médula espinal.

Los reflejos complejos, como el reflejo de retirada, **pueden involucrar múltiples sinapsis y vías neuronales**, coordinando una respuesta más elaborada que puede incluir la inhibición recíproca y la activación de varios músculos.



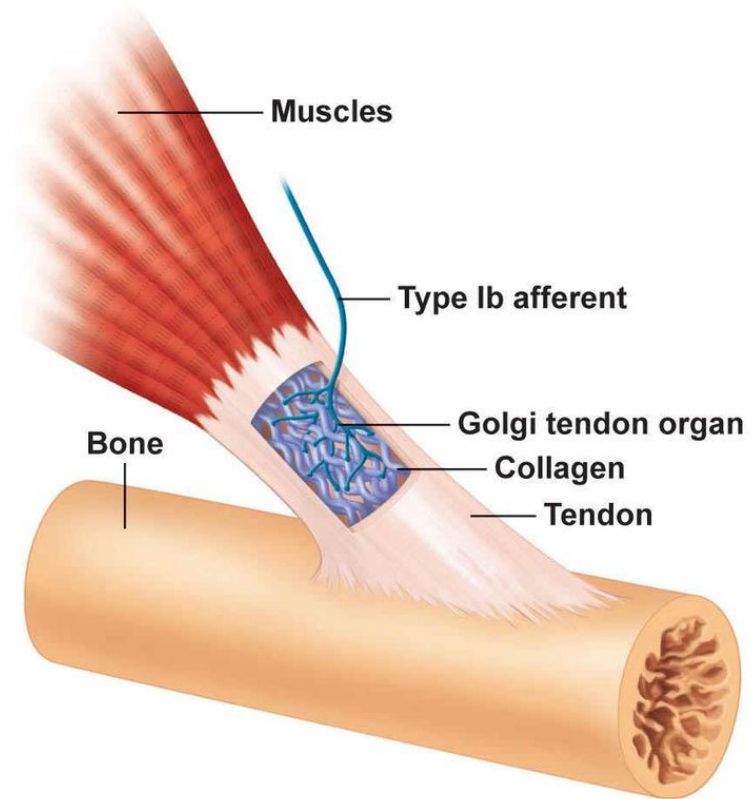


# Órgano tendinoso de golgi

# Función y ubicación

El órgano tendinoso de Golgi **es un receptor sensorial** ubicado en los tendones de los músculos esqueléticos. Su función principal es **monitorear la tensión** muscular durante la contracción.

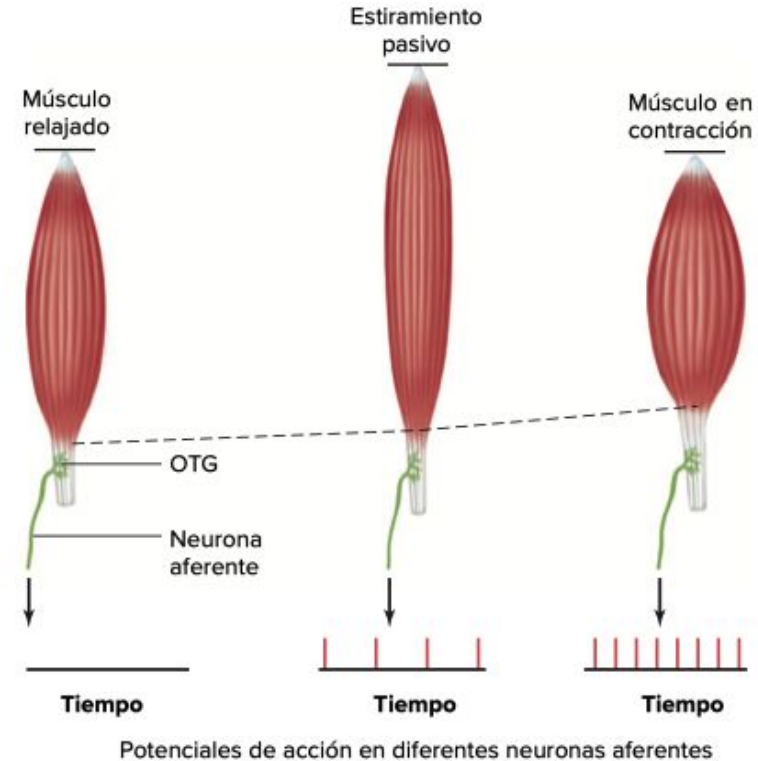
Cuando se detecta **una tensión excesiva**, el órgano tendinoso de Golgi **envía señales inhibitorias a las motoneuronas** para proteger el músculo de posibles daños.



# Respuesta a la tensión muscular

Ante **un aumento significativo de la tensión** en el músculo, el órgano tendinoso de Golgi se activa y envía señales al sistema nervioso central a través de neuronas aferentes.

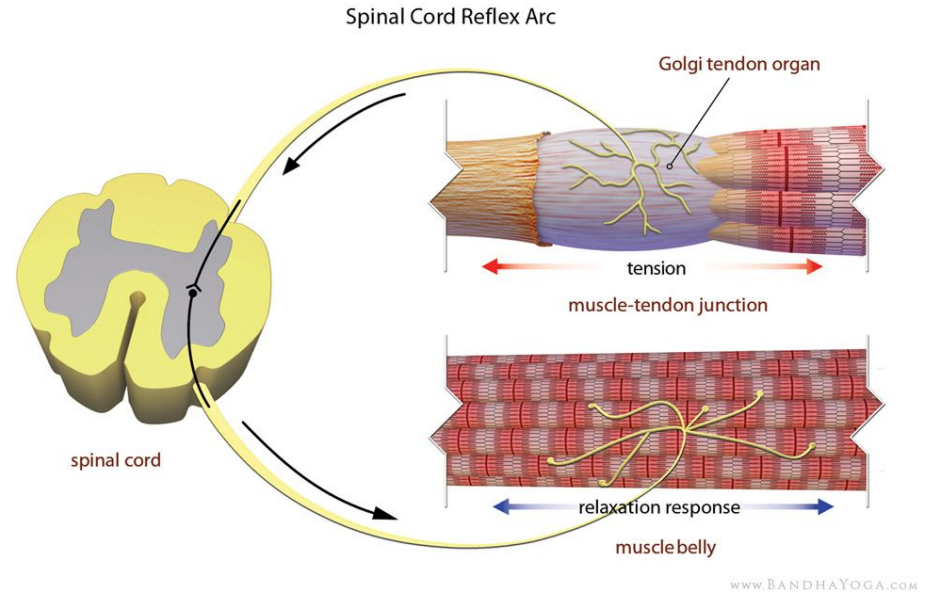
Esta señal **induce la inhibición de las motoneuronas alfa** que inervan el músculo en cuestión, **reduciendo su contracción** y, en consecuencia, la tensión, para prevenir una lesión muscular o tendinosa.



# Regulación muscular a través del reflejo tendinoso

El reflejo tendinoso **mediado por el órgano tendinoso de Golgi** es un mecanismo protector que regula el esfuerzo muscular.

Al detectar tensiones potencialmente peligrosas, el órgano de Golgi **facilita la relajación del músculo**, evitando daños por sobreesfuerzo. Este reflejo es crucial durante actividades que implican una fuerza muscular sostenida o repentina.



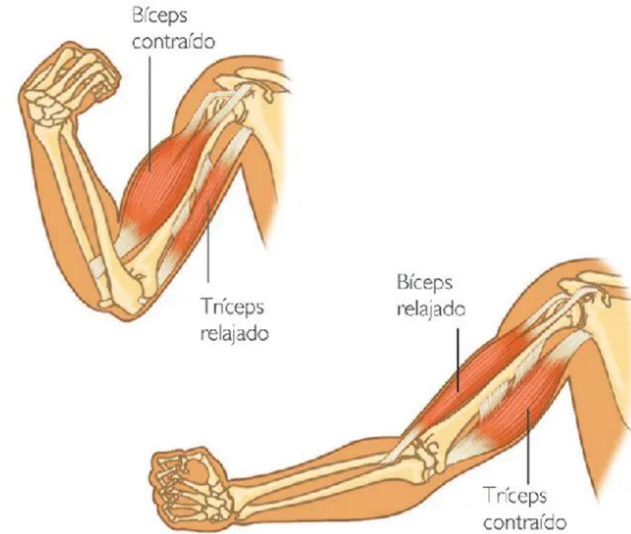
# Inhibición recíproca

# Concepto de inhibición recíproca

La inhibición recíproca es un proceso neuromuscular en el que **la activación de un músculo agonista** induce la inhibición de su antagonista.

Esto permite **movimientos fluidos y coordinados**, como la flexión y extensión de las extremidades, evitando que los músculos antagonistas interfieran con la acción deseada.

## Contracción muscular



# Rol en la coordinación muscular

Durante el movimiento, la inhibición recíproca **es esencial para la eficiencia muscular**. Cuando un músculo se contrae para ejecutar un movimiento, su antagonista se relaja automáticamente.

**Este mecanismo asegura que los movimientos sean suaves y precisos**, y que no haya resistencia innecesaria por parte de los músculos antagonistas.

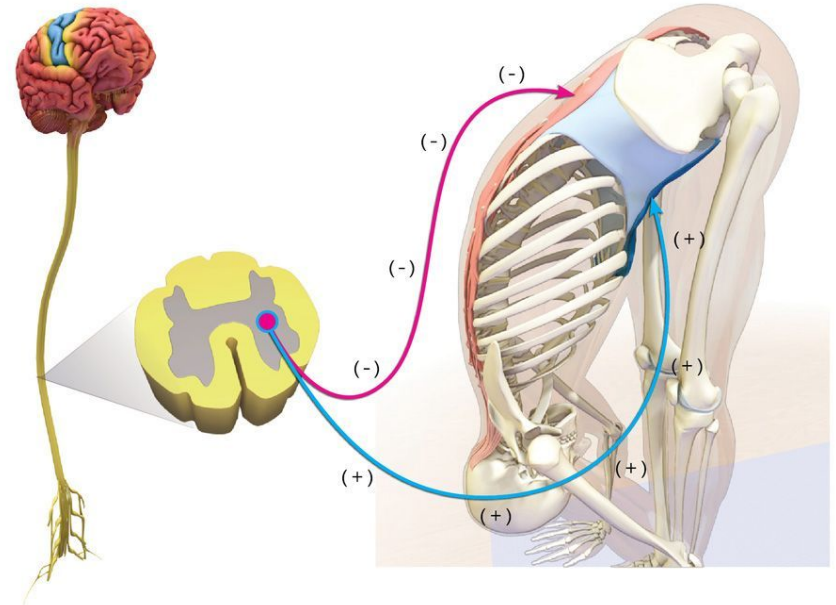


# Ejemplos de la vida cotidiana

La inhibición recíproca **es evidente en actividades como caminar**, correr o levantar objetos.

Por ejemplo, al flexionar el codo, los músculos **flexores se contraen** mientras los **extensores se relajan**, permitiendo un movimiento libre y sin oposición.

Este principio también se aplica en ejercicios de rehabilitación para mejorar la coordinación y la fuerza muscular.



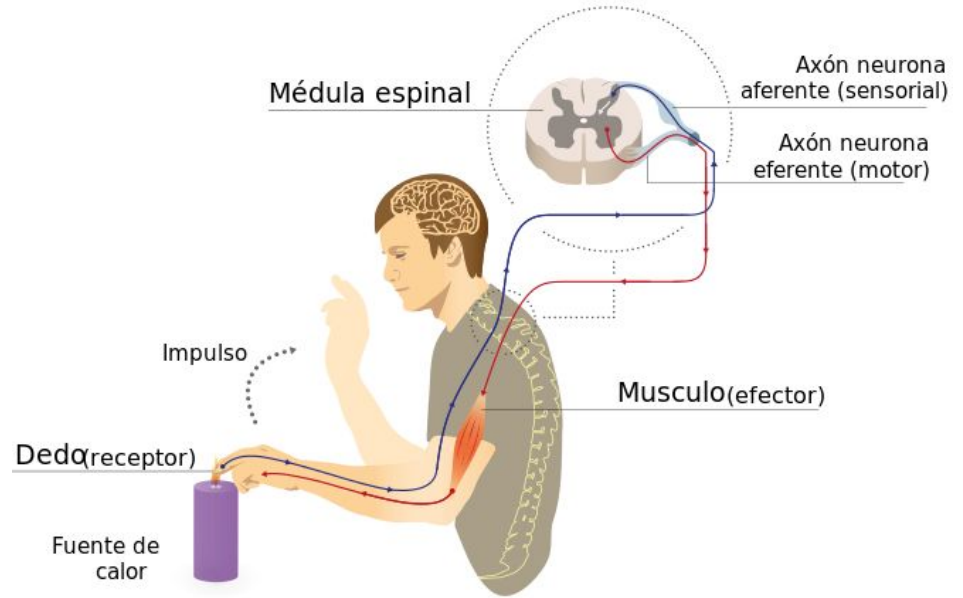


# Reflejo de retirada

# Mecanismo del reflejo de retirada

El reflejo de retirada es una **respuesta automática** del cuerpo **ante un estímulo nocivo**, como el contacto con una superficie caliente.

Este reflejo implica la **activación rápida de las neuronas sensoriales**, que transmiten la señal a la médula espinal, donde **se genera una respuesta inmediata** que provoca la contracción de los músculos, **retirando la parte del cuerpo afectada** del estímulo dañino.



# Protección del cuerpo

El reflejo de retirada es fundamental para la protección del cuerpo, ya que permite una reacción rápida ante estímulos peligrosos **sin necesidad de procesamiento consciente en el cerebro**.

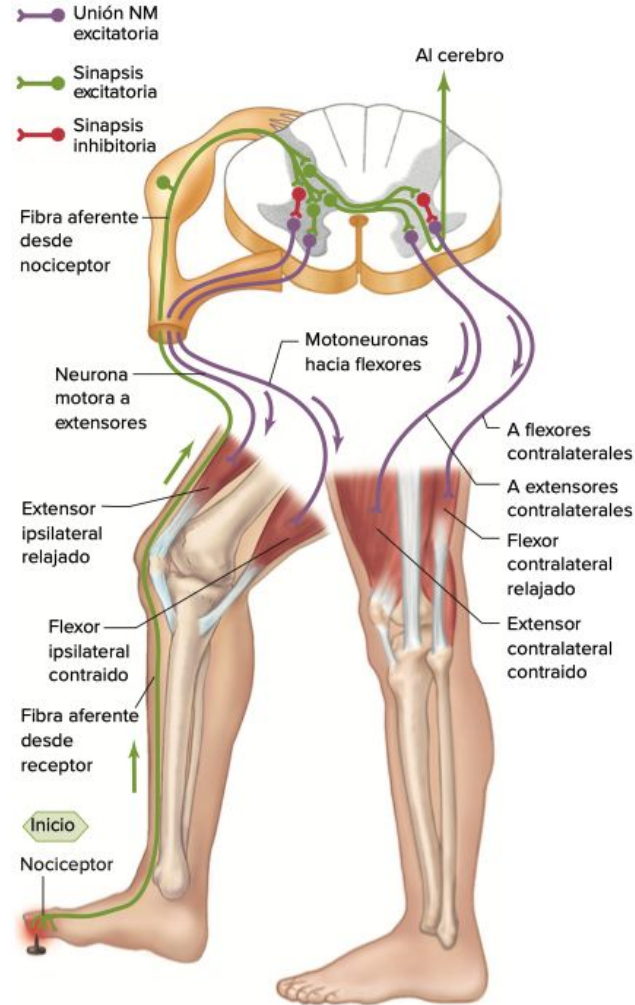
Este reflejo **minimiza el daño al tejido** y actúa como un **primer nivel de defensa** ante posibles lesiones, reduciendo el tiempo de exposición al estímulo nocivo.



# Interacción con otros reflejos

El reflejo de retirada **no actúa de manera aislada**, sino que **interactúa con otros reflejos** y sistemas sensoriales para coordinar una respuesta más completa.

Por ejemplo, puede combinarse con la inhibición recíproca para asegurar **que los músculos antagonistas** no interfieran en la retirada, o con la respuesta de equilibrio para mantener la estabilidad del cuerpo mientras se realiza la retirada.



# Recursos adicionales

# Recursos adicionales

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

# Reflexión del día

“ No hay desgracia mayor para la persona atareada y absorta en sus bienes que considerar amigos suyos a quienes no le tienen a él/ella por tal [...]”

Séneca  
Epístola a Lucilio (Nº 19)



“[...] siendo así que algunos cuanto más deben, más odio alimentan: una deuda pequeña hace un deudor, una cuantiosa un enemigo.”

Séneca  
Epístola a Lucilio (Nº 19)



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



# Fisiología Neuromuscular II

Husos musculares, tono muscular y arco reflejo