Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Realizado por:

Christian Heredia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

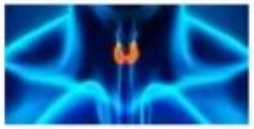
Se denomina

Sistemas usados.

Actúan sobre el medio externo.

Controlar estado interno.

Otros Sistemas Efectores son:



Las respuestas de los sistemas efectores están bajo el control último del SNC que actúa de forma muy estrecha y en coordinación con el sistema endocrino, cuando nos referimos a estos 2 sistemas de forma conjunta se denomina **sistema neuroendocrino**.

Christian Heredia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Tipos de Efectores

Hay diversos tipos de órganos efectores encargados de configurar diversos tipos de respuestas, son principalmente las **glándulas** y los **músculos**, que se corresponden respectivamente con los 2 tipos de acciones efectoras: la **secreción glandular** y la **contracción muscular**.

Las **glándulas** son los órganos formados por células secretoras que cuentan con una maquinaria especializada, el *aparato de Golgi*, encargado de almacenar, concentrar y empaquetar sustancias específicas en vesículas denominadas **gránulos de secreción**.

Existen 2 tipos de glándulas:

- **Glándulas endocrinas.**
- **Glándulas exocrinas.**

Christian Heredia.

Sistema de efectores

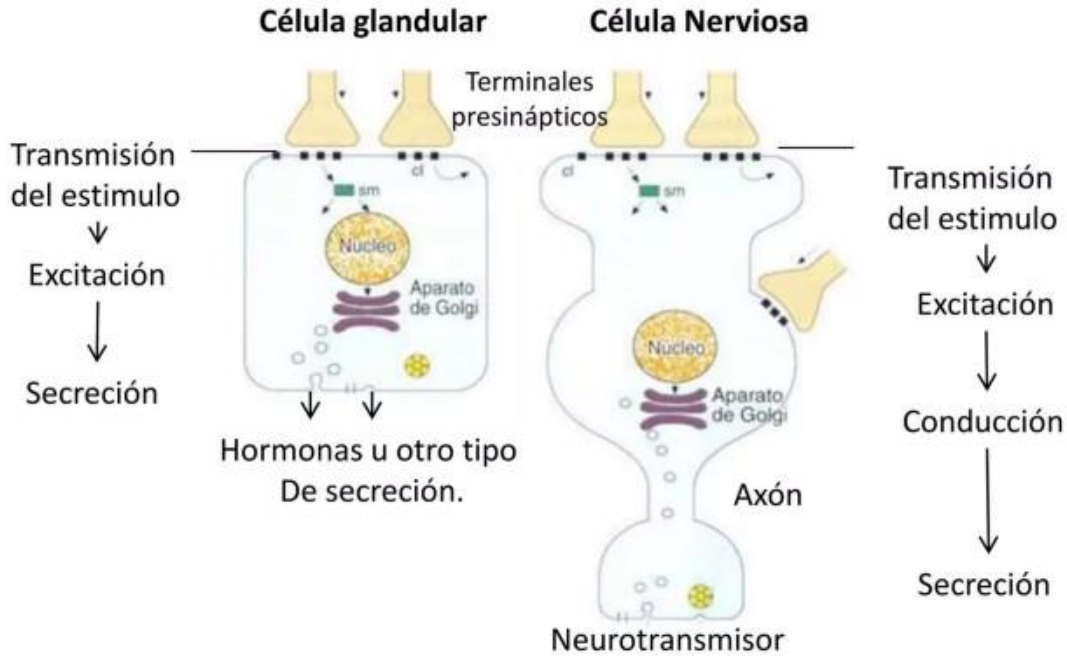
Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Glándulas Endocrinas

Sintetizan hormonas que son liberadas a la circulación sanguínea para actuar sobre células y órganos diana situados a distancia en el interior del organismo.

Glándulas Exocrinas:

Segregan sus productos en conductos especiales que los transportan a órganos adyacentes o al medio externo.



Christian Heredia.

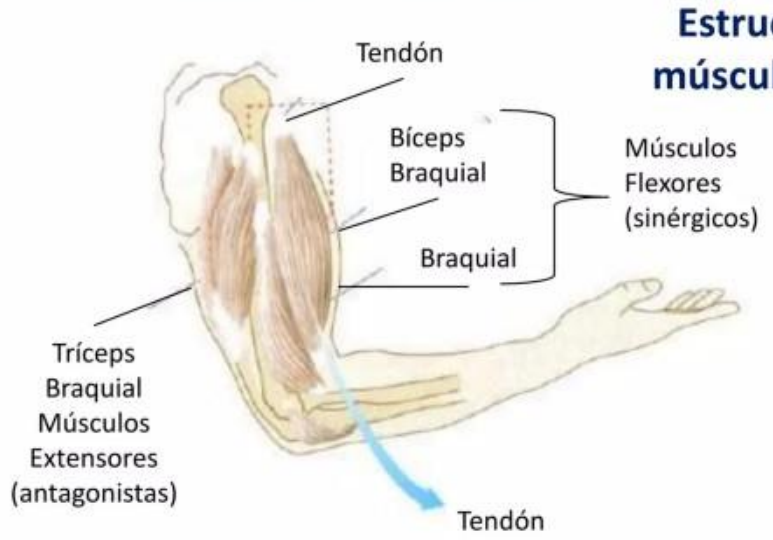
Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

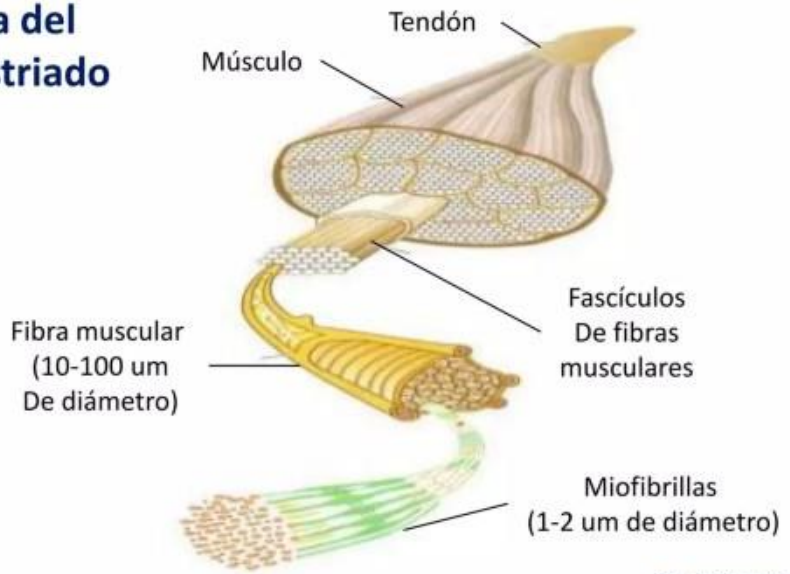
Los músculos también pueden ser de diferentes tipos, principalmente, estriados y lisos.

Músculos Estriados

Están controlados por neuronas localizadas en el SNC y su estimulación produce la contracción muscular, base de los movimientos. Se denominan también **músculos esqueléticos**, ya que todos los músculos que se fijan al esqueleto por medio de tendones son de este tipo.



Estructura del músculo estriado



Christian Heredia.

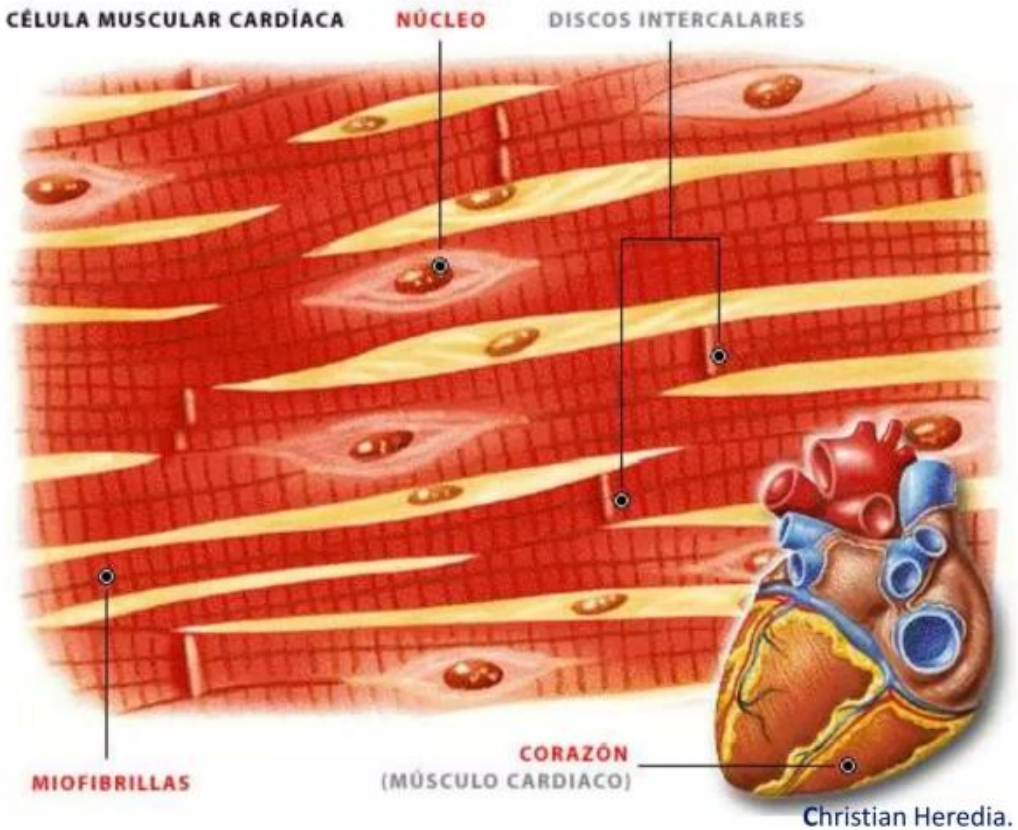
Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Los **músculos lisos** deben su denominación a que no presentan las estrías del músculo esquelético.

Músculo Cardíaco

Tiene características que lo sitúan entre el liso y el estriado. Está compuesto por miofibrillas similares a las del músculo esquelético, diferenciándose fundamentalmente en su disposición.



Christian Heredia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Aproximación general a los Sistemas Motores

Las posturas y movimientos se alternan constantemente en el comportamiento y ambos se encuentran bajo control del SNC, que planifica, coordina y ejecuta el control motor de las estructuras periféricas (músculos esqueléticos) que intervienen en su mantenimiento o realización.

- **Reflejos** ← Se ejecutan de modo continuado para mantener las condiciones posturales necesarias que van a permitir el desarrollo de conductas más complejas.
- **Voluntarios** ← Los que realizamos con un propósito, requieren una planificación previa y son los más complejos.
- **Rítmicos** ← Se realizan de forma automática y no requieren nuestra atención.

Christian Heredia.

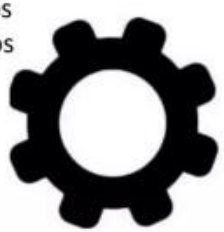
Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Una de las características fundamentales de los **sistemas motores** es que muestran una **organización jerárquica**, lo que significa que existe una gradación de funciones entre sus distintos componentes, de forma que las órdenes fluyen desde los niveles superiores a los inferiores.

El **nivel inferior**

Constituido por las **motoneuronas** de la médula espinal y del tronco del encéfalo, que tienen autonomía para realizar actos motores estereotipados y automáticos, como los movimientos reflejos.



El **nivel intermedio**

constituido por diversos **núcleos del tronco del encéfalo**, donde también se originan parte de los sistemas descendentes a la médula espinal.

El **nivel superior**

Desempeña la corteza cerebral, en concreto, la **corteza motora** y **diversas áreas de asociación**.

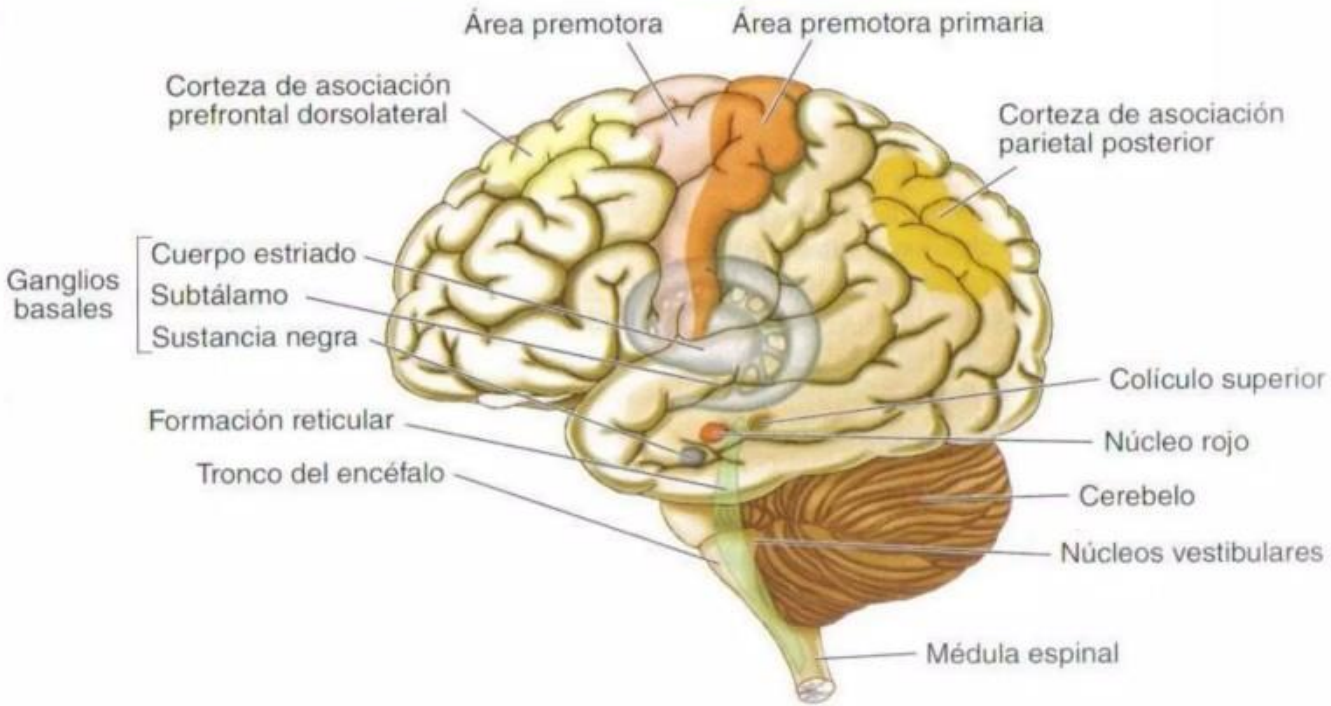
Anthony Segovia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Hay 2 **sistemas moduladores**: Los **ganglios basales** y el **cerebelo** que no envían órdenes directas a las motoneuronas sino que intervienen en el control motor modulando la actividad de los sistemas descendentes.

Componentes de los Sistemas Motores



Anthony Segovia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Las neuronas motoras y los receptores sensoriales de los músculos.

Para que un movimiento pueda ser ejecutado de forma correcta, el SNC debe recibir información que le permita conocer la posición de las extremidades y el estado en que se encuentran los músculos antes de iniciar los movimientos y durante su ejecución.

Los receptores que realizan esta función son los **propioceptores** y están situados en los músculos y las articulaciones.

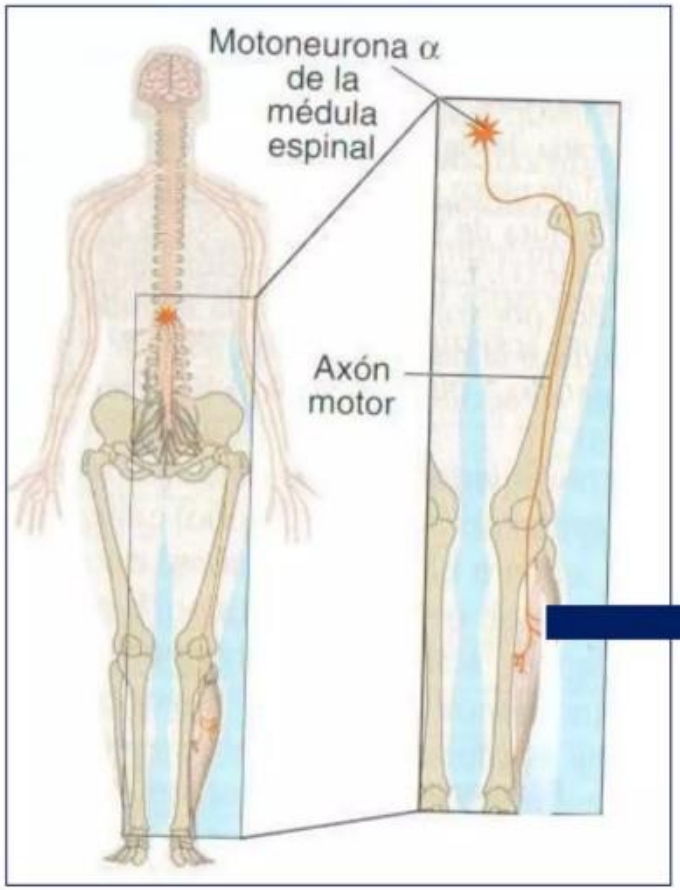
1. Las Motoneuronas y la contracción muscular

Las **motoneuronas** o neuronas motoras establecen sinapsis con las fibras musculares. A través de estas sinapsis, la información procedente de diferentes zonas del SNC se transmite de forma unificada a los músculos, transformándose en una respuesta muscular.

Anthony Segovia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.



Unidad motora formada por una motoneurona alfa localizada en la médula espinal, el axón eferente que llega hasta el músculo y las fibras musculares con las que éste establece sinapsis.

Los botones sinápticos localizados en las ramificaciones del axón penetran hasta una región especializada de la membrana de la fibra muscular denominada **placa terminal** (o **placa motora**).

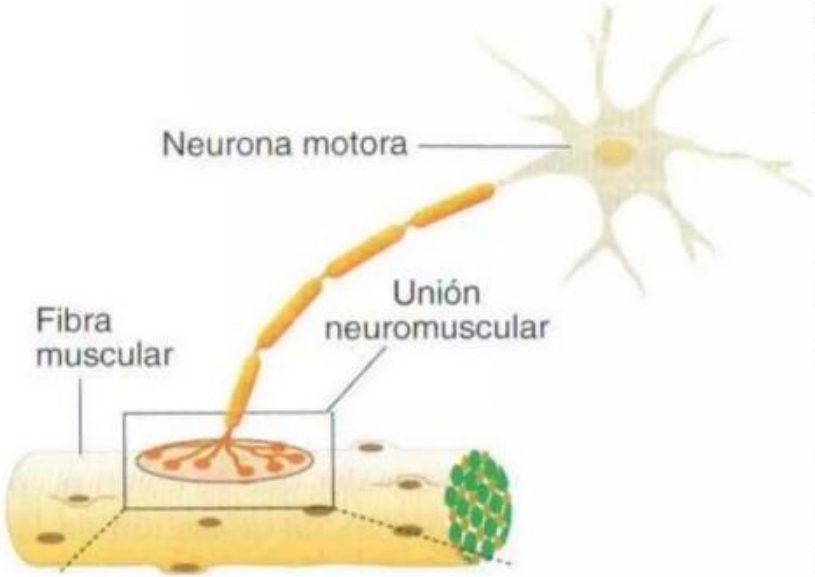
Fibras musculares inervadas por la misma **motoneurona**

Anthony Segovia.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

La Unión Neuromuscular.



Cuando el axón de la neurona motora alcanza el músculo pierde su envoltorio de mielina y se ramifica en un complejo de terminales nerviosos que se invaginan en la fibra muscular.

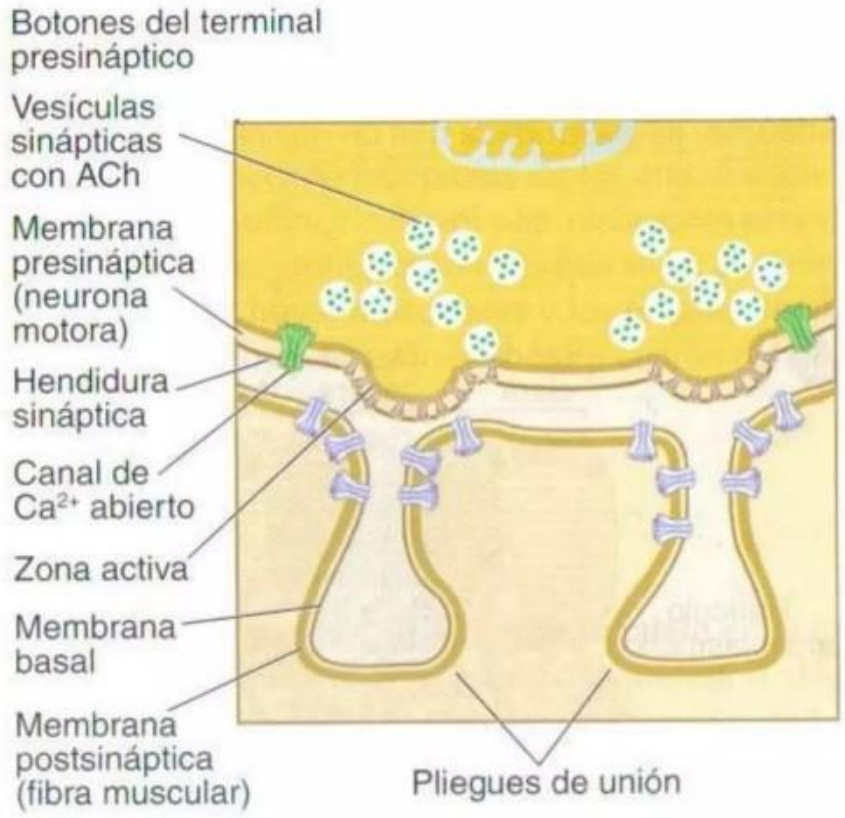
El neurotransmisor liberado desde las zonas activas de los botones sinápticos es la **acetilcolina** (**ACh**) y los receptores que se localizan en la membrana de la fibra muscular son **receptores nicotínicos**.

Valentina Rojas.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

La Unión Neuromuscular.



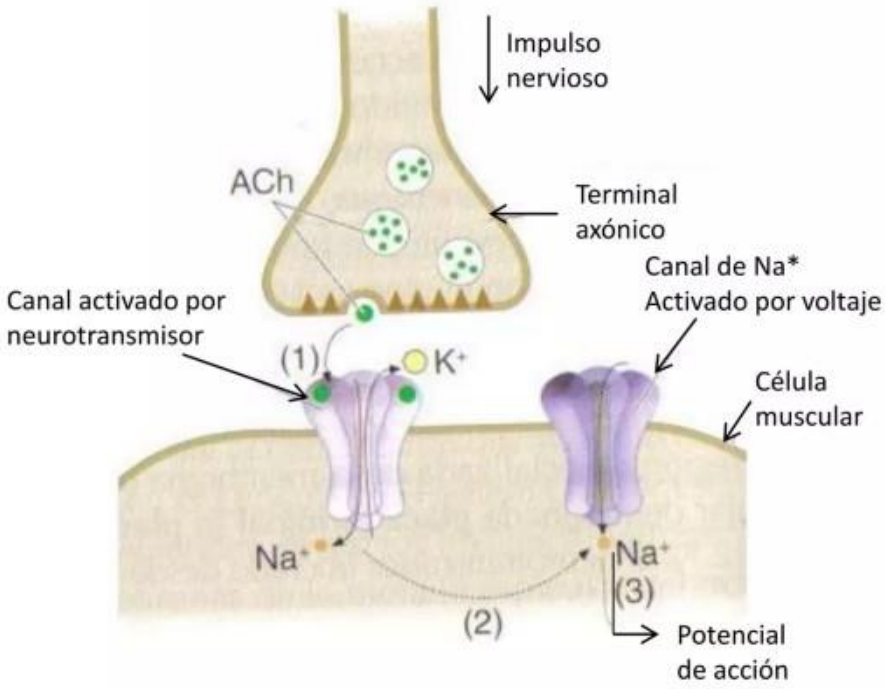
Cuando un potencial de acción llega a los botones terminales del axón de la motoneurona, se da la liberación de la ACh. La unión de este neurotransmisor a sus receptores en la fibra muscular abre los canales para sodio y potasio.

Valentina Rojas.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

La Unión Neuromuscular.



La entrada y salida de estos iones produce una despolarización de la membrana post-sináptica que recibe el nombre de **potencial de placa terminal**.

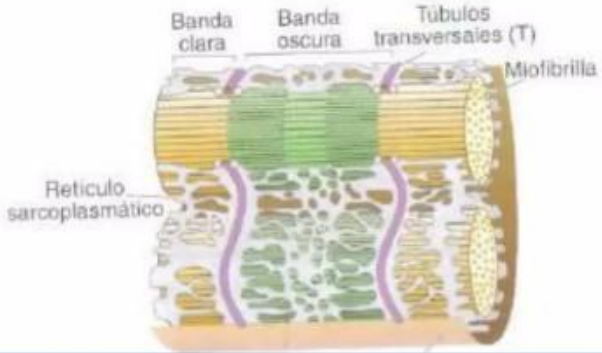
Los potenciales de placa terminal se diferencian de los potenciales excitatorios post-sinápticos producidos en las sinapsis entre neuronas, en que los primeros son lo suficientemente amplios para genera un potencial de acción que provoca la contracción de la fibra muscular.

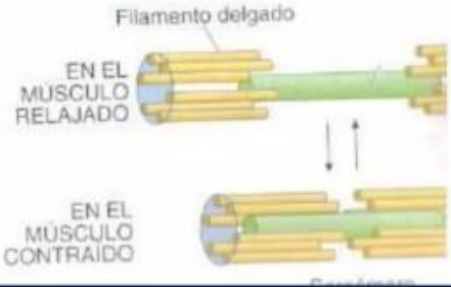
Valentina Rojas.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Contracción Muscular





Las sinapsis de la unión neuromuscular son siempre excitatorias, lo que implica que un músculo sólo puede estar relajado cuando se suprime la actividad de la neurona motora.

Desde el punto de vista funcional, existen distintos tipos de fibras musculares:

- **Fibras de contracción rápida**
- **Fibras de contracción lenta**

Valentina Rojas.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Reflejos

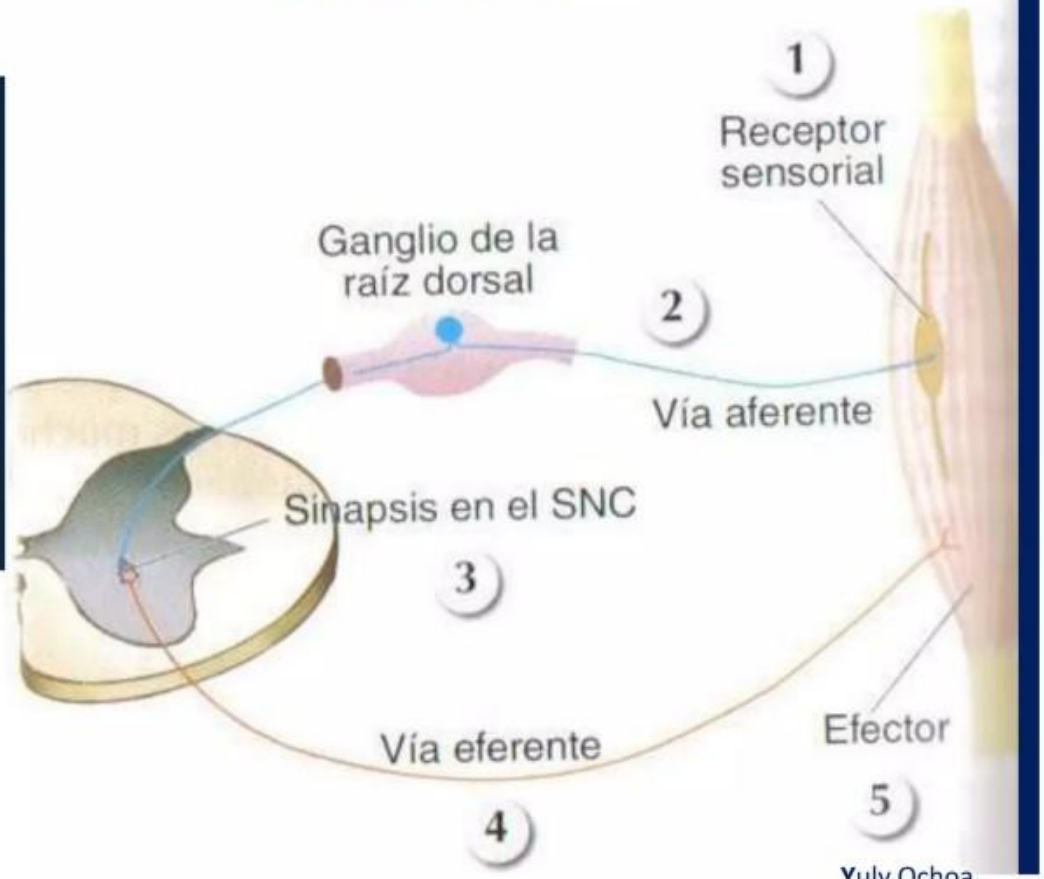
Los **reflejos** son las unidades elementales del comportamiento motor.
Se trata de respuestas simples, rápidas y estereotipadas en cuya ejecución participan 5 componentes:

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Componentes Básicos de un Reflejo

La complejidad de los reflejos varía en función de los grupos neuronales que intervienen, siendo el reflejo más sencillo aquel en el que la neurona sensorial establece sinapsis directamente con la neurona motora, sin intervención de otros grupos neuronales del SNC.



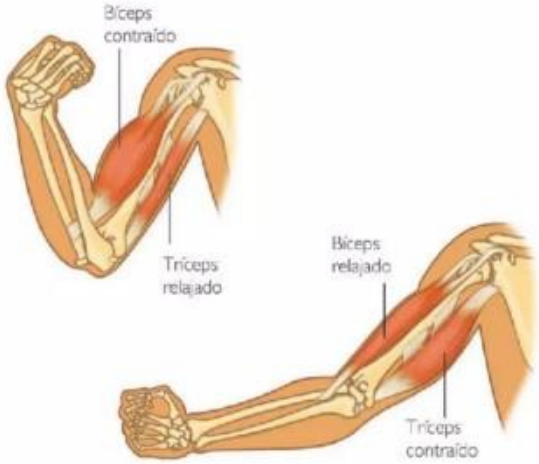
Sistema de efectores

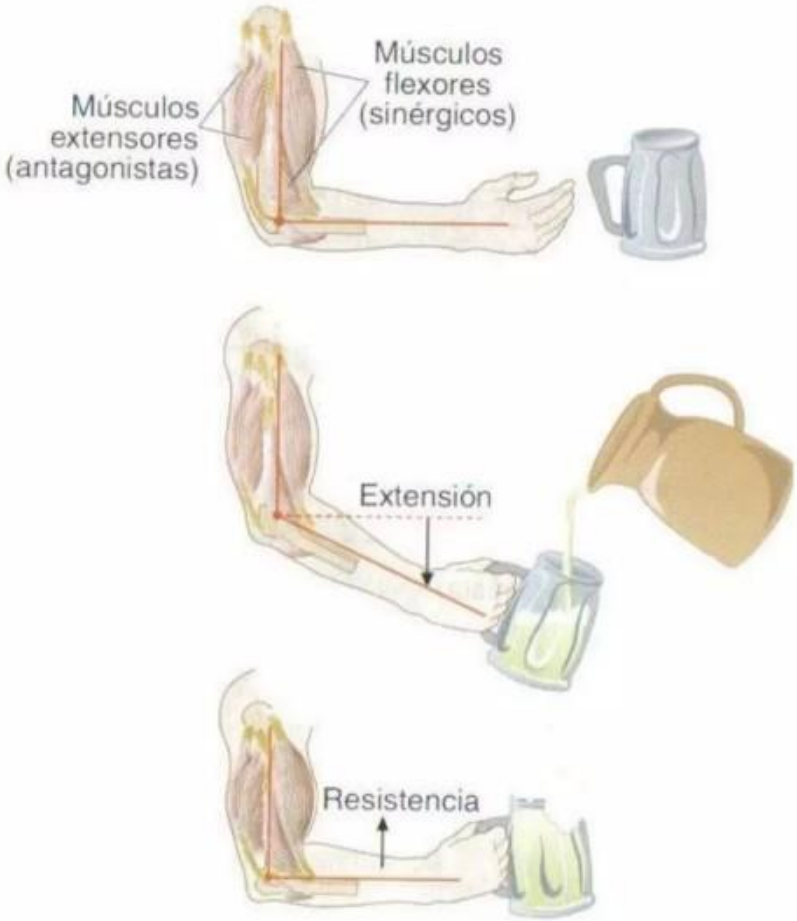
Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Reflejos Medulares

Reflejos de Extensión

Utilidad del reflejo de extensión el estiramiento del músculo que se da al aplicar una carga, como cuando sostenemos una jarra llena, provoca su propia contracción, como si se resistiera al estiramiento, para evitar la caída de esa carga.



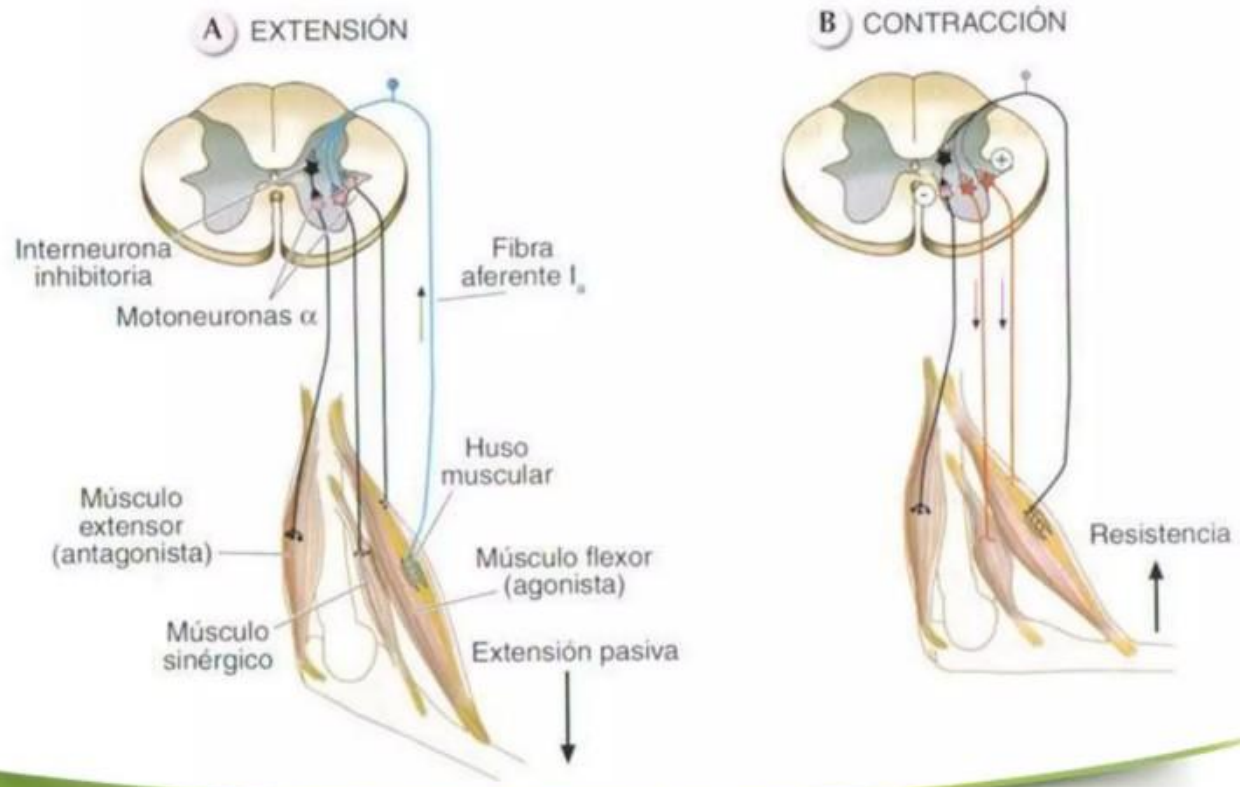


Yuly Ochoa.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Circuito neural del reflejo de extensión o miotático.



Yuly Ochoa.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Reflejos Polisinápticos

El reflejo de extensión es el único reflejo medula en el que interviene una sola sinapsis, todos los demás son **reflejos polisinápticos** ya que están controlados por circuitos donde una varias interneuronas se intercalan entre la neurona sensorial y la motora.

Reflejo de **F**lexión o retirada

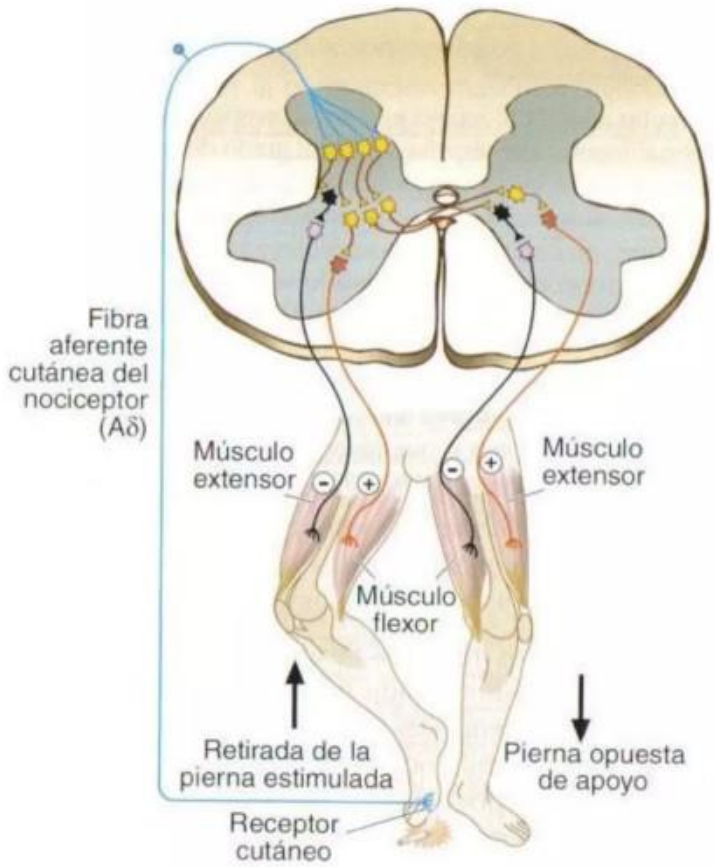
Reflejo **M**iotático inverso

Yuly Ochoa.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Circuito neural del reflejo de flexión o de retirada y del reflejo de extensión cruzado.



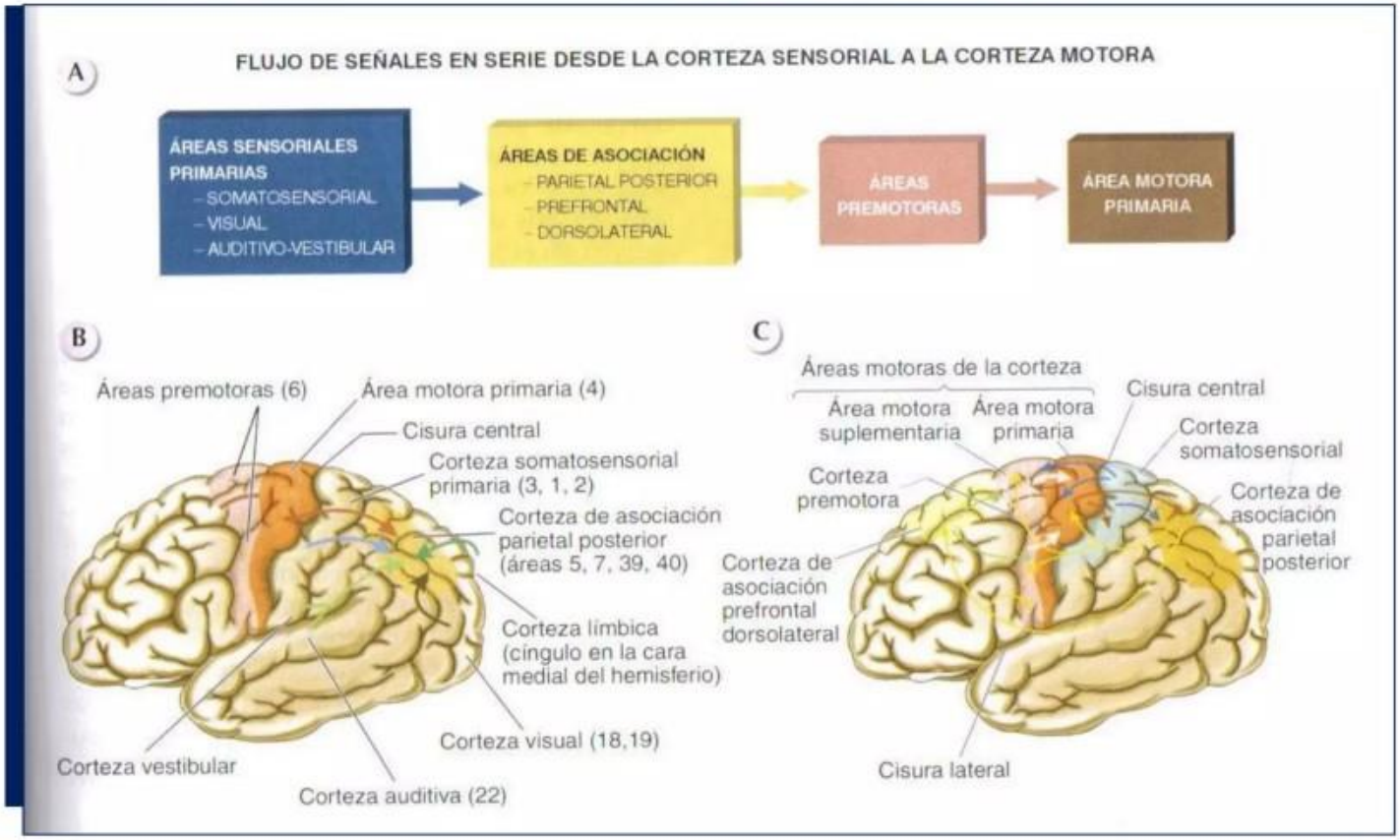
La estimulación de los receptores cutáneos produce la contracción de los músculos flexores y la inhibición de los músculos extensores ipsilaterales, lo que permite retirar la extremidad.

Yuly Ochoa.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Áreas de asociación de la Corteza Cerebral



Ana Pestana.

Flujo de señales aferentes y eferentes entre las diversas áreas corticales implicadas en el control motor

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Áreas de asociación de la Corteza Cerebral

La corteza de asociación parietal posterior parece intervenir en los **movimientos dirigidos a un blanco** aportando las **claves sensoriales** necesarias para su realización y las **señales motivaciones** relacionadas con el estado del individuo, enviando esta información a la corteza de asociación prefrontal dorsolateral y a la corteza motora.

Esta corteza prefrontal dorsolateral selecciona los aspectos más relevantes la **estrategia** más adecuada para ejecutar con éxito el movimiento. Además, toma la **decisión** de iniciar los movimientos.

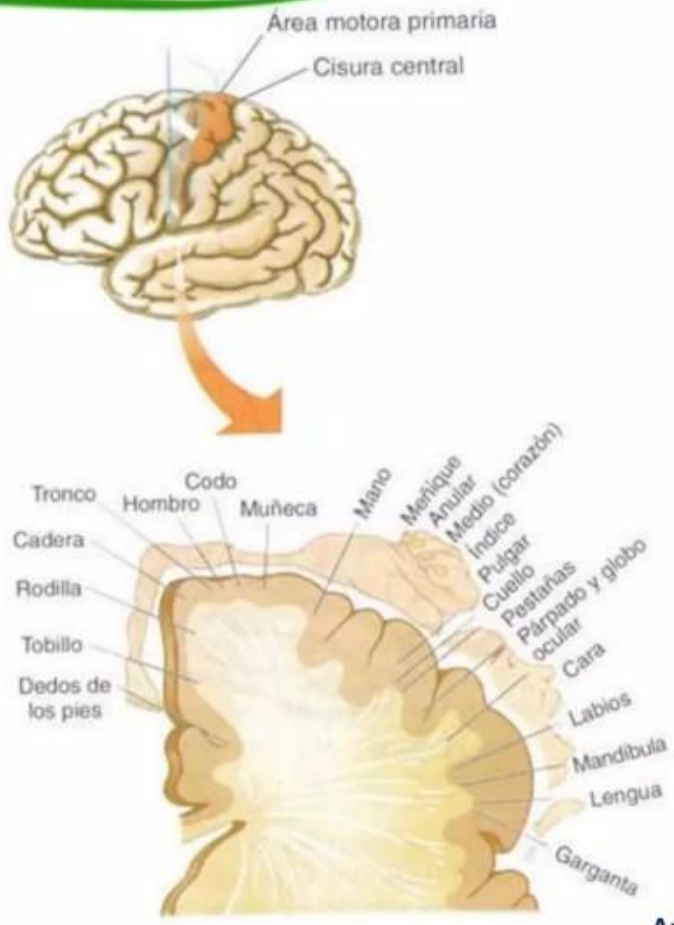
Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Áreas motoras de la Corteza Cerebral

Las áreas motoras de la corteza cerebral son un componente esencial y exclusivo de los sistemas motores y desde ellas parten las vías descendentes que envían las órdenes a los niveles inferiores de la jerarquía motora.

La función primordial de la **corteza premotora** es participar en la preparación de los movimientos, en la **planificación o programación motora**, especialmente de los movimientos desencadenados por estímulos externos.



Ana Pestana.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Sistemas Motores Descendentes

Los **sistemas motores descendentes** están formados por las vías que descienden desde la corteza motora y desde el tronco del encéfalo hasta confluir sobre las motoneuronas que ocupan el nivel inferior de la jerarquía motora y son la vía final común que controla la contracción de los músculos.

Sistemas Descendentes de la Corteza Motora

Sistemas descendentes del Tronco del Encéfalo

Ana
Pestana.

Los axones que se originan en la corteza motora y se dirigen al tronco del encéfalo y a la médula espinal forman varios tractos que descienden organizados de forma somatotópica e influyen sobre las motoneuronas troncoencefálicas y espinales que inervan los músculos representados en sus zonas de origen.

En el tronco del encéfalo se originan diversos tractos formados por axones que se dirigen a la médula espinal y que al igual que los procedentes de la corteza motora, se organizan en vías que descienden en posición lateral o medial.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Funciones de los Sistemas Descendentes.

Los sistemas motores descendentes de la corteza motora y del tronco del encéfalo a la médula espinal llevan a cabo diferentes *funciones* según se trate de las vías laterales o mediales.

Estas funciones son:

- Promover los movimientos independientes de las extremidades para la ejecución de movimientos voluntarios, llevada a cabo por las vías laterales.
- Controlarla postura.
- Dirigir la locomoción.

Ana Pestana.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Sistemas Moduladores

El Cerebelo

Esta estructura compara las órdenes motoras descendentes que se están emitiendo, con la información acerca de los movimientos que se están realizando.

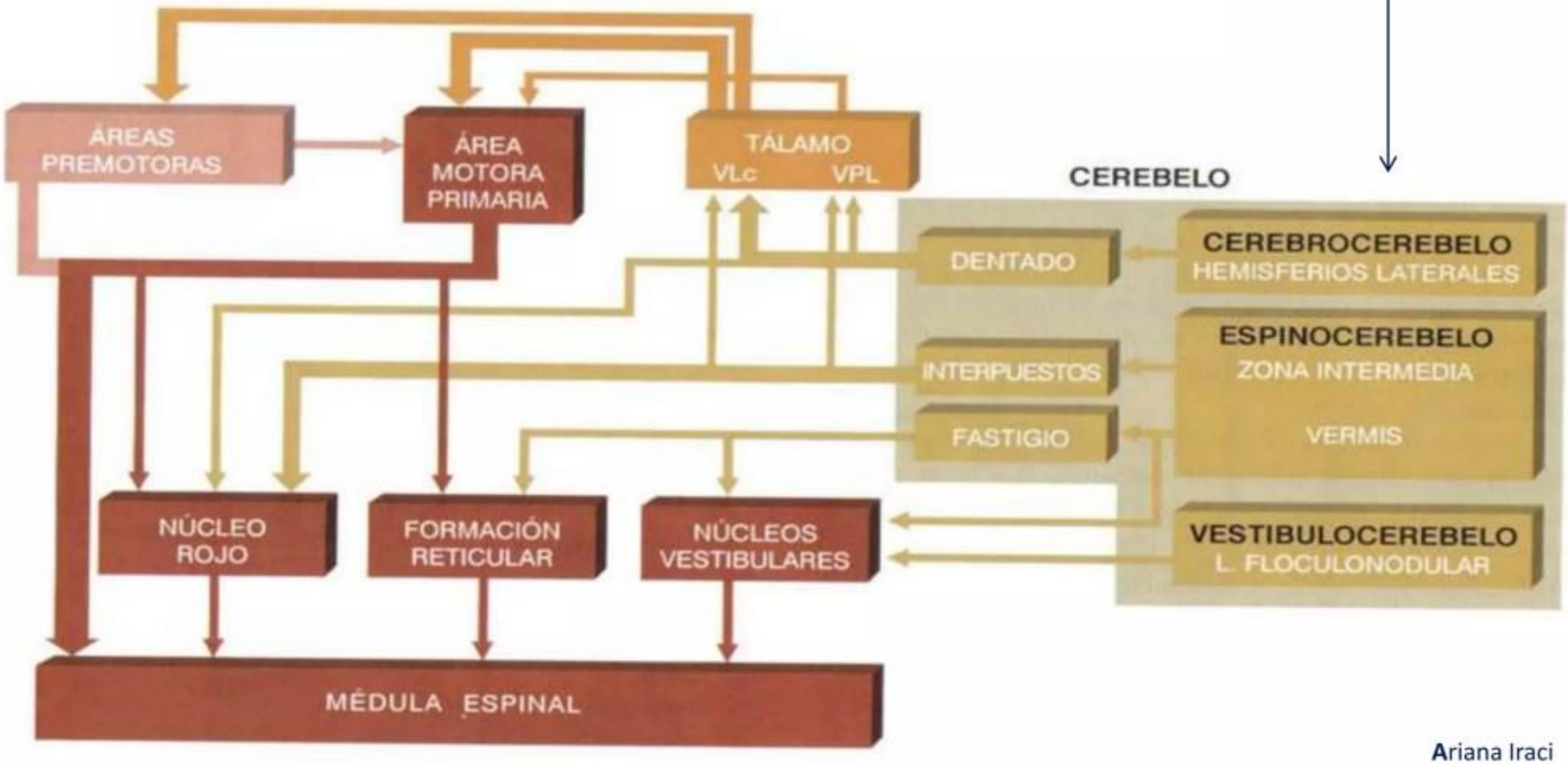
En función del resultado, actúa a través de diferentes vías sobre el tronco del encéfalo y la corteza motora para aportar precisión a los movimientos y corregir los posibles errores.

El cerebelo puede intervenir, ya sea modulando la actividad de las vías descendentes o bien, la actividad de la corteza premotora, modificando los programas motores.

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Influencias de las divisiones funcionales del cerebelo sobre las vías motoras descendentes



Ariana Iraci

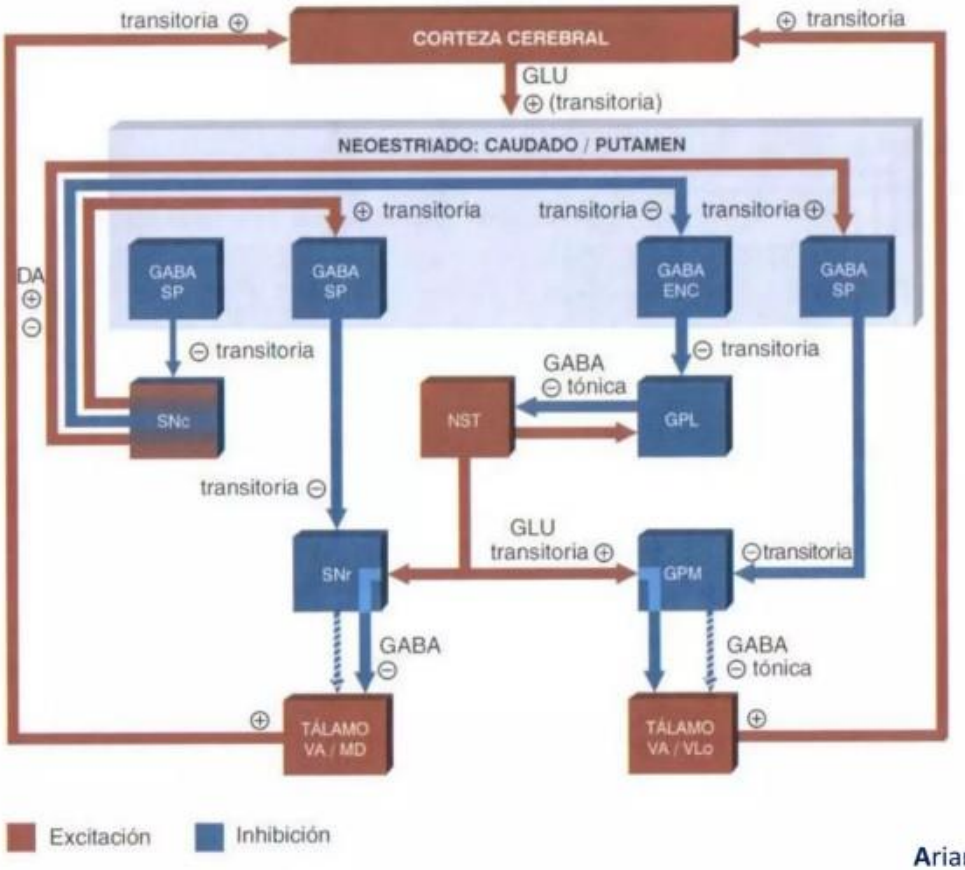
Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Ganglios Basales

Los **ganglios basales** (cuerpo estriado, núcleo subtalámico y sustancia negra) forman un sistema funcional de gran importancia para el control motor.

Modelo de funcionamiento normal de los ganglios basales

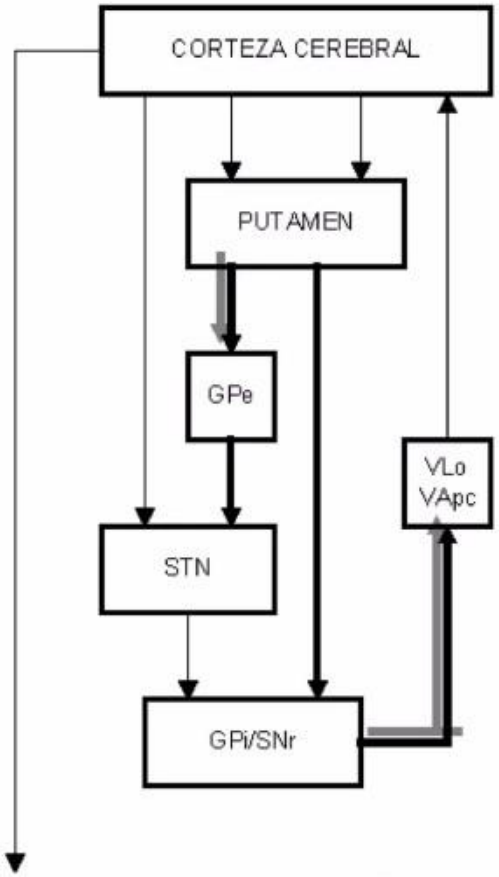


Ariana Iraci

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Esto ocurre característicamente luego de la degeneración nigroestriada con consecuente disminución de DA estriatal y posterior desinhibición de las neuronas gabaérgicas y encefalinérgicas de la vía indirecta con consecuente hipoactividad del Gpe y posterior marcada hiperactividad del STN, siendo este el sustrato fisiopatológico de la Enfermedad de Parkinson como más claro ejemplo de trastornos hipocinéticos (Albin 1989).



PARKINSONISMO

Ariana Iraci

Sistema de efectores

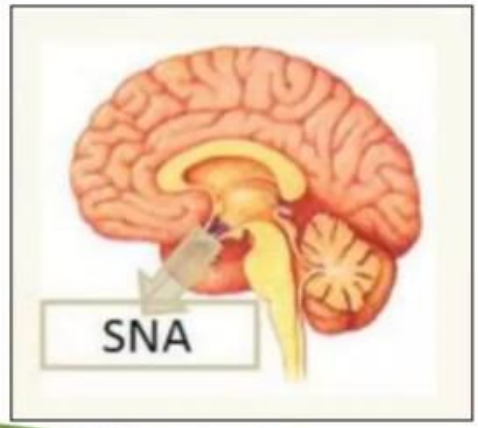
Fundamentos Biológicos de la Conducta.

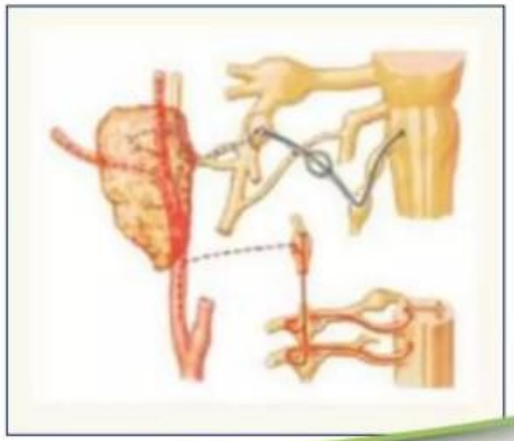
Sistema Nervioso Autónomo

El **sistema nervioso autónomo** (**SNA**) forma parte del SNP y constituye otro de los sistemas efectores.

Su función es regular la actividad de los órganos internos para ajustar su funcionamiento frente a las demandas del medio.

Se necesitan mecanismos fisiológicos coordinados que permitan mantener un estado de equilibrio interno u **homeostasis**, por lo que los mecanismos neurales esenciales para mantener esta estabilidad se localizan en el **hipotálamo**.

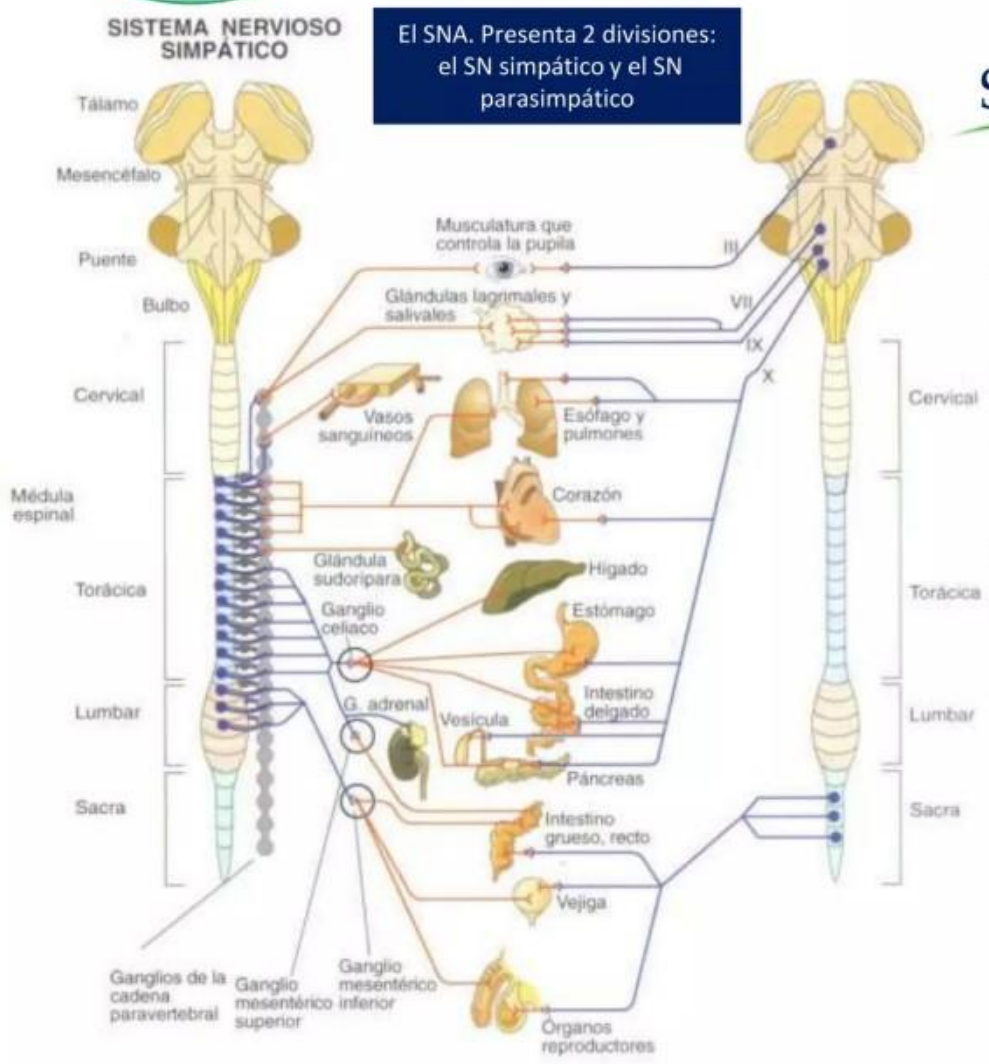




Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Sistema Nervioso Autónomo



El SNA controla el funcionamiento de los órganos internos mediante reflejos con diferente grado de complejidad. Los hay relativamente simples y en ellos intervienen la médula espinal y el tronco del encéfalo, mientras que otros requieren un control más complejo dependiente de niveles superiores del SNC.

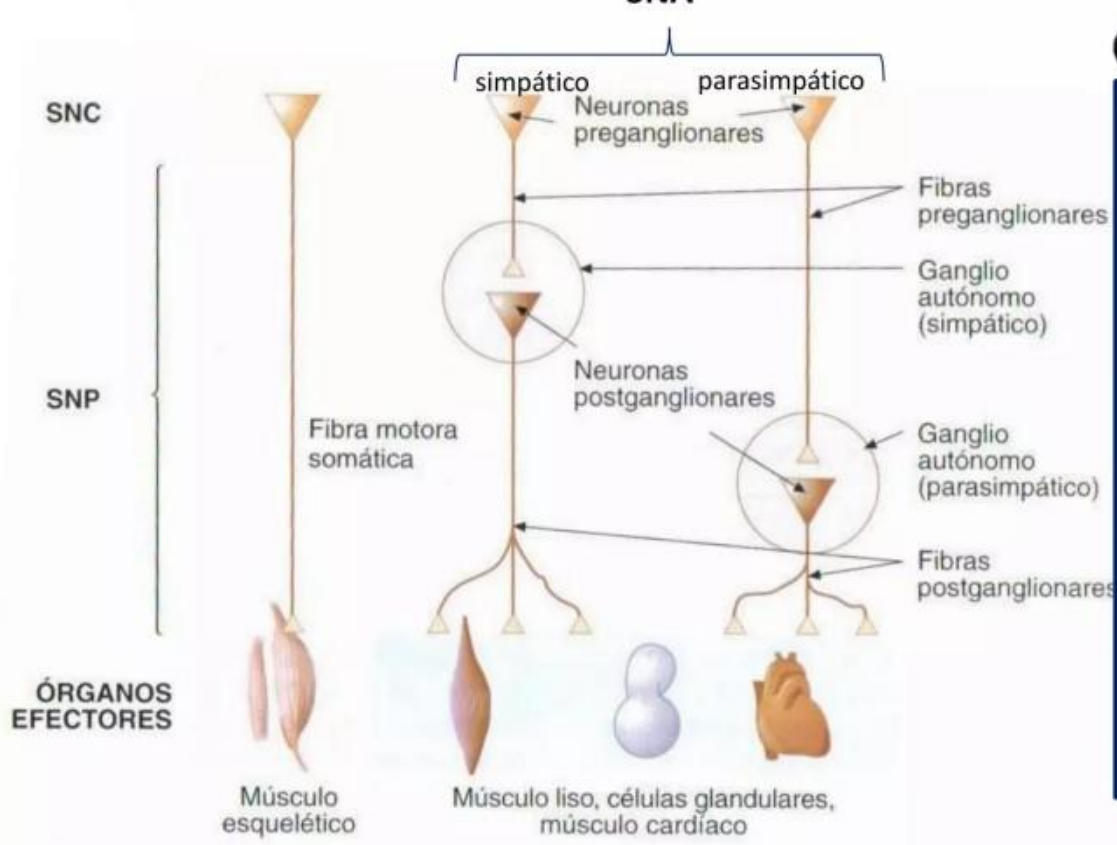
Otras funciones del SNA requieren de la regulación de centro superiores del SNC, siendo el **hipotálamo** la estructura encefálica que desempeña el papel más relevante en este control.

Ariana Iraci

Sistema de efectores

Fundamentos Biológicos de la Conducta.

Esquema en el que se comparan las conexiones que se establecen entre el SNC y los órganos efectores del sistema motor somático y del SNA



Las neuronas que emiten las órdenes motoras a los músculos estriados se localizan en el SNC (en la médula espinal o en el tronco del encéfalo) mientras que las neuronas que inervan a los órganos efectores del SNA se localizan fuera del SNC, en los ganglios autónomos.

Ariana Iraci