

An anatomical illustration of the human body showing the circulatory and nervous systems. The heart is highlighted in red and blue, with a network of arteries and veins extending throughout the body. The brain is shown in a light blue, semi-transparent view, with a complex network of nerves and blood vessels. The kidneys are depicted in a light purple color. The overall style is clean and scientific, with a light blue and white color palette.

TEMA 12

LOS SISTEMAS

EFFECTORES

Fundamentos de Psicobiología

Curso 2021/2022

Centro Asociado Seu d'Urgell

Tutora: Mónica Martínez Ramos

monmartinez@seu-durgell.uned.es

¿Qué
veremos?

■ ÓRGANOS EFECTORES

■ UNA APROXIMACIÓN GENERAL A LOS SISTEMAS MOTORES

■ INERVACIÓN MOTORA Y SENSORIAL DE LOS MÚSCULOS ESTRIADOS

Las Motoneuronas y la Contracción Muscular
Los Propioceptores de los Músculos

■ LOS REFLEJOS, COMPONENTES BÁSICOS DEL COMPORTAMIENTO MOTOR

■ ÁREAS CORTICALES QUE INTERVIENEN EN EL CONTROL MOTOR

Áreas de Asociación de la Corteza Cerebral
Áreas Motoras de la Corteza Cerebral
Funciones de las Áreas Motoras

■ SISTEMAS MOTORES DESCENDENTES

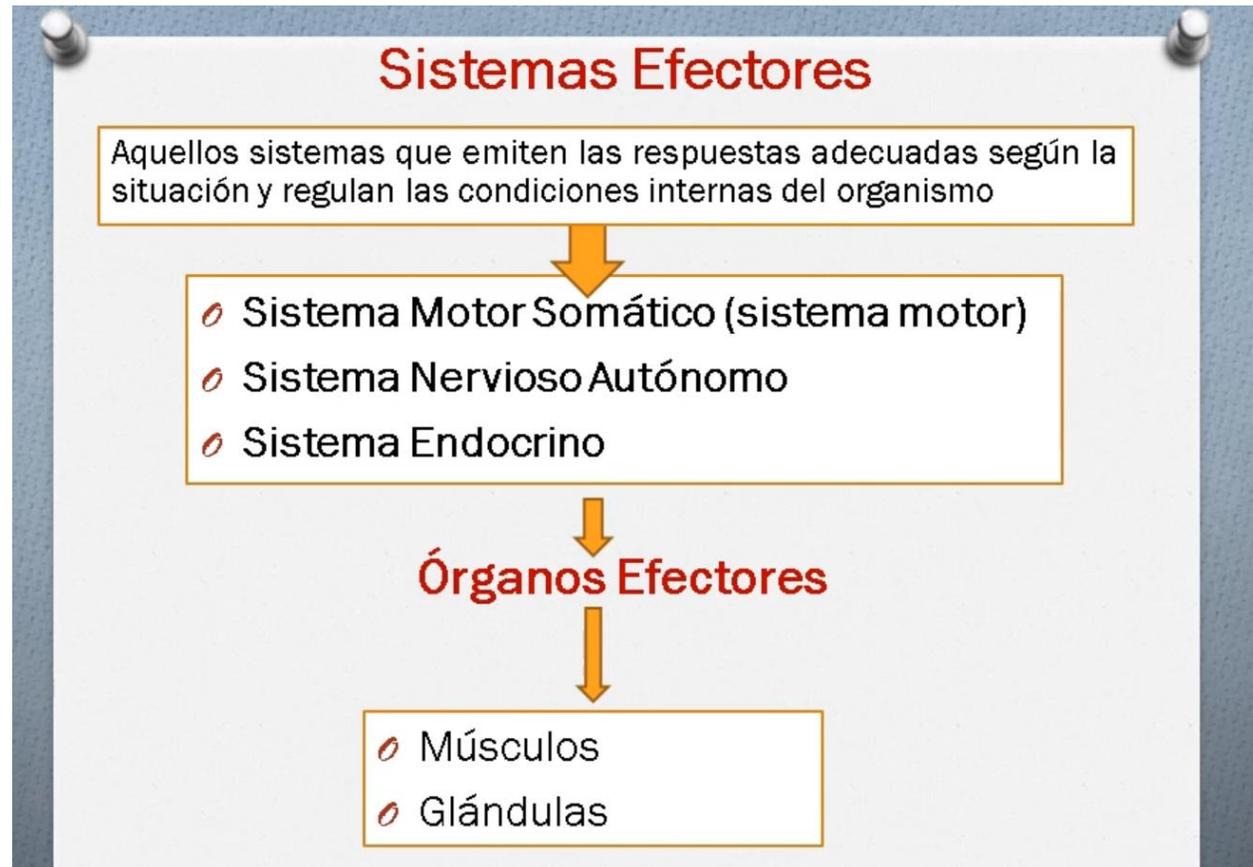
■ SISTEMAS MODULADORES

El Cerebelo
Los Ganglios Basales

■ SISTEMA NERVIOSO AUTÓNOMO

Organización Anatómica del SNA
Funciones del SNA

Introducción : ¿cuáles son los sistemas efectores que nos permiten actuar sobre nuestro entorno y regular el estado interno del organismo?



• 1-LOS ÓRGANOS EFECTORES

Dos tipos:

1) **Músculos:** Contracción muscular.

✓ **Liso** (SNA) fibras pequeñas ; estómago, intestino, útero y esfínter urinario.

✓ **Estriado o musculo esquelético** (SNP) base del movimiento. *Extensores (abrir), flexores (cerrar)*. Formado por *fibras musculares y miofibrillas*.

✓ *Musculo cardíaco esta entre liso y estriado.*

2) **Glándulas:** Secreción glandular, almacenan concentran y empaquetan sustancias.

✓ **Endocrinas:** sintetizan hormonas

✓ **Exocrinas:** segregan productos, que son transportados al exterior.

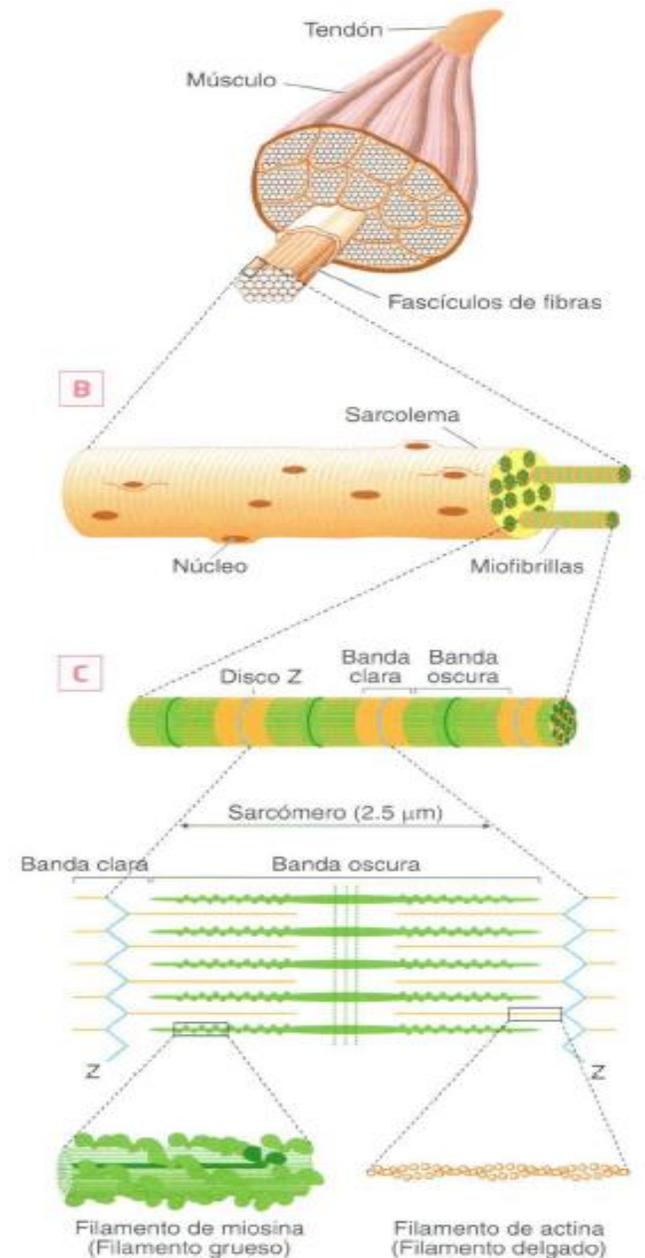
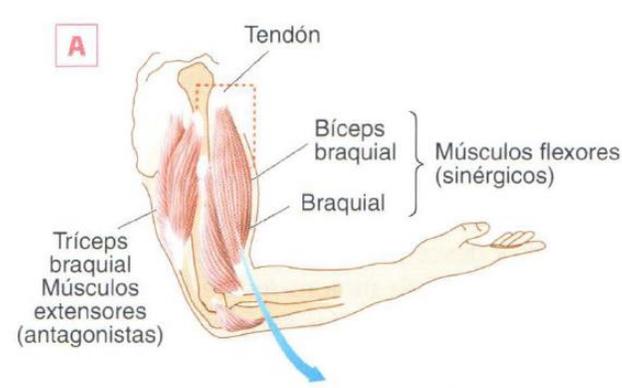


Fig.12,1

En A) ej. Musculo *flexor*: bíceps y *extensor* tríceps.

En B) *Sarcolema*: membrana muscular gran tamaño. Cada fibra muscular formada por miofibrillas, en ellas hallan los *sarcómeros*.

En C).Sarcómeros formados por dos líneas paralelas de filamentos: *gruesos (miosina)* y *delgados (actina)* responsables de la contracción.

2- UNA APROXIMACIÓN GENERAL A LOS SISTEMAS MOTORES

- Complejidad y precisión.
- Mantienen la postura.
- Movimiento.
- Habla.

➤ TIPOS DE MOVIMIENTO:

VOLUNTARIOS: con un propósito (comer, conducir...)

REFLEJOS: respuestas rápidas y estereotipadas.

RITMICOS: automáticos y no requieren atención, locomoción y respiración.

➤ ORGANIZACIÓN JERÁRQUICA:

NIVEL SUPERIOR: corteza motora y áreas de asociación.

NIVEL INTERMEDIO: núcleos tronco encéfalo

NIVEL INFERIOR: motoneuronas

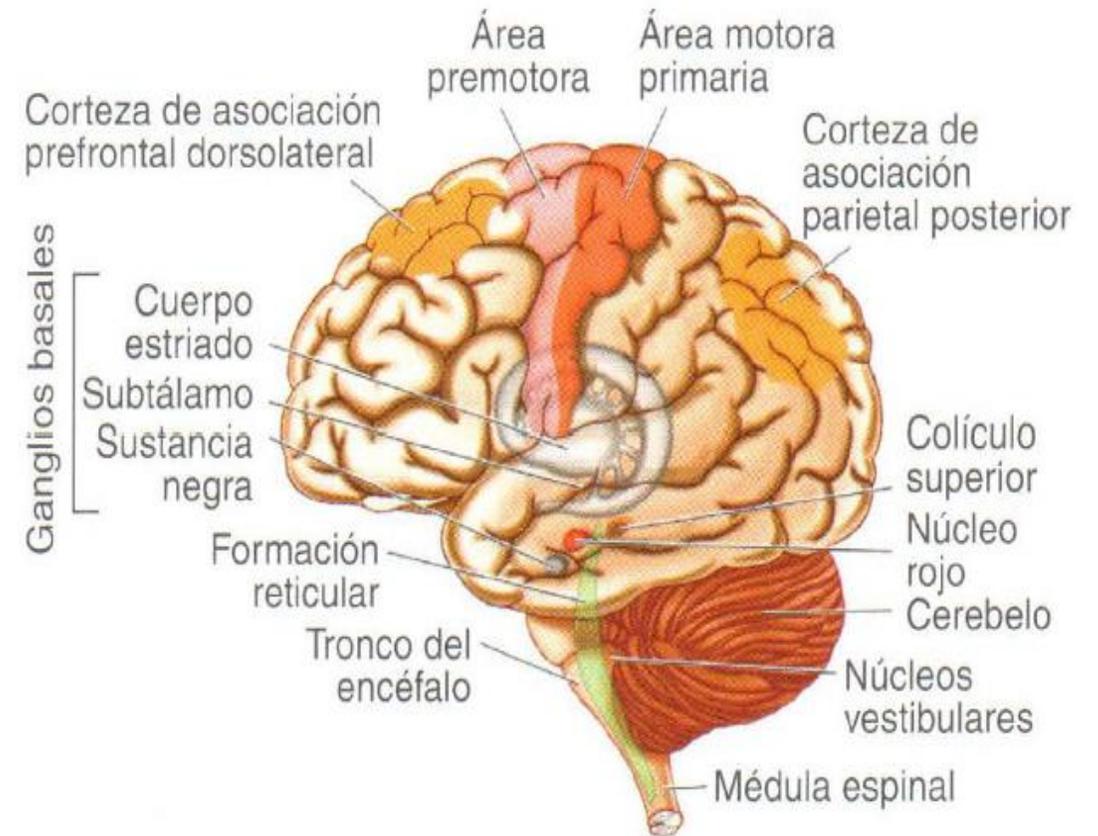


Figura 12.2

Componentes de los sistemas motores.

Organización jerárquica de los sistemas motores.

Organización jerárquica de los sistemas motores. Hacia el lado derecho de la figura se han representado los sistemas descendentes y hacia el lado izquierdo los sistemas moduladores de control motor. Observe su organización con los distintos niveles de control y sus vías descendentes tanto en serie, a través de niveles intermedios (por ejemplo, área motora primaria, tronco del encéfalo, Médula espinal), como en paralelo (por ejemplo, área motora primaria, médula espinal); así como la influencia sobre ellas de los sistemas moduladores (ganglios basales y cerebelo), principalmente a través del tálamo. Núcleos del tálamo: VA: núcleo ventral anterior; MD: núcleo mediodorsal; VLo: núcleo ventral lateral mal; VLc: núcleo ventral lateral caudal; VPL: núcleo ventral.

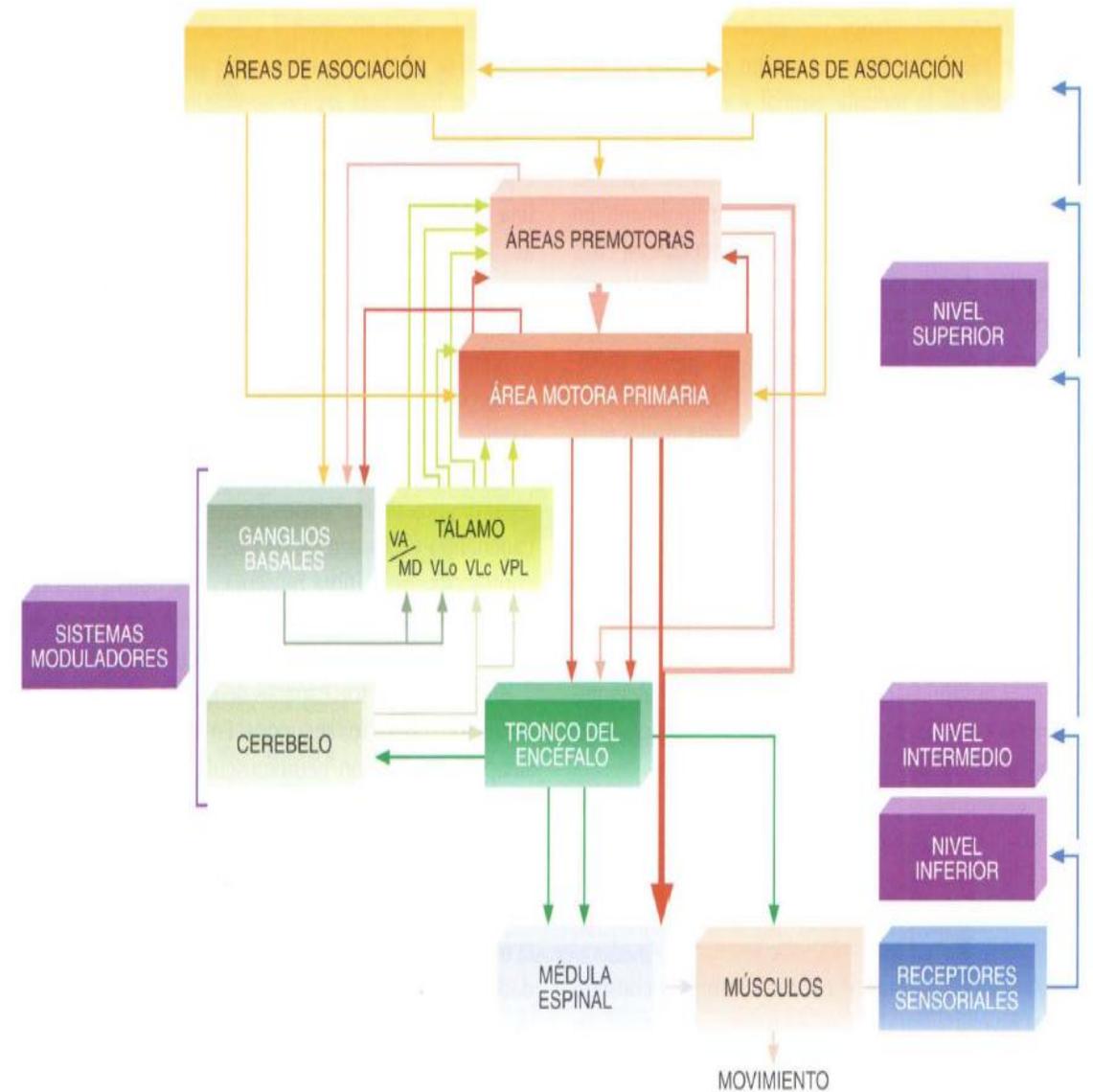


Figura 12.3

3- INERVACIÓN MOTORA Y SENSORIAL DE LOS MÚSCULOS ESTRIADOS.

➤ Movimientos voluntarios y complejos:

- 1) control corteza
- 2) control circuitos locales (médula y tronco, reflejos).

3.1- Las Motoneuronas y la Contracción Muscular

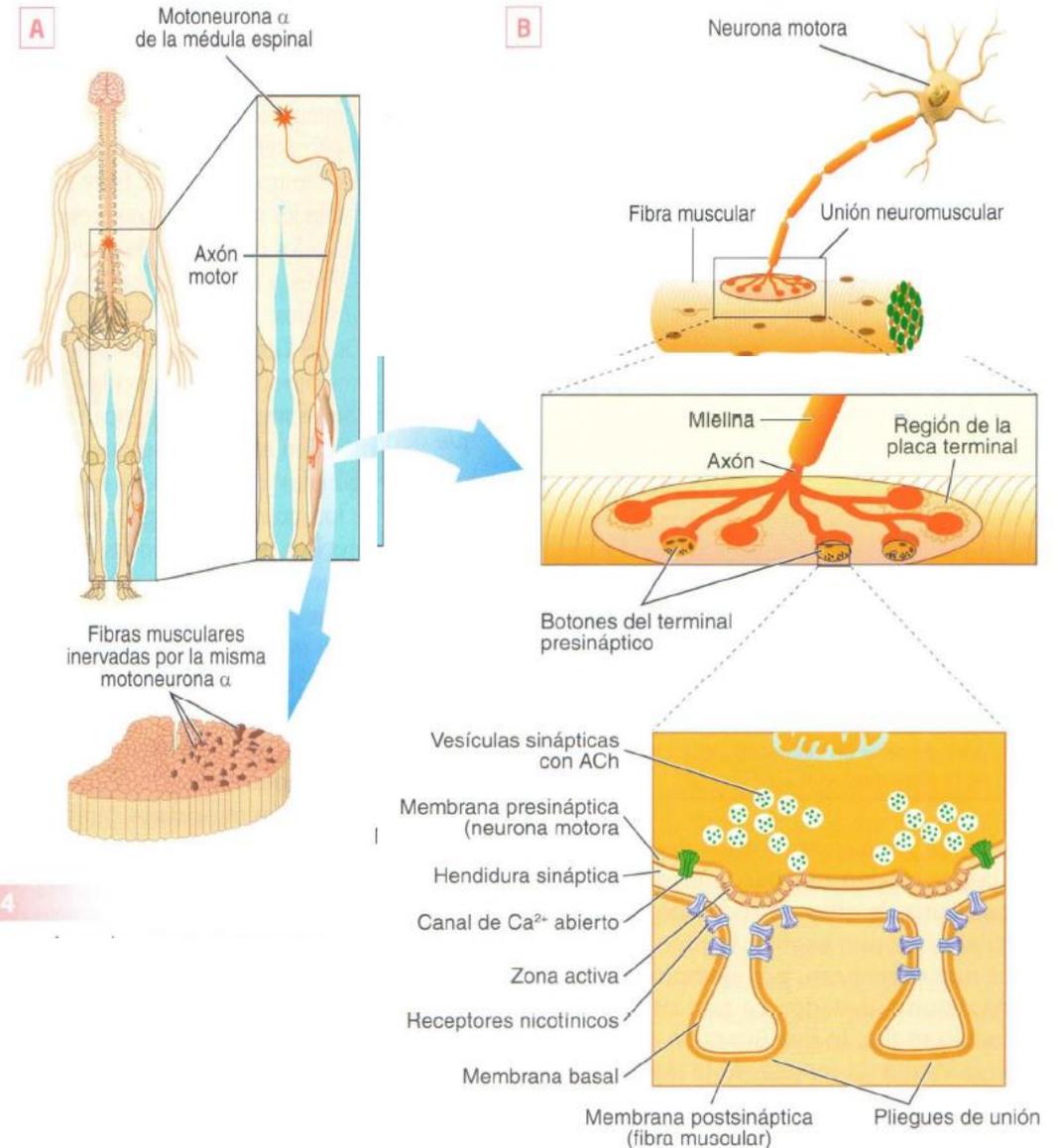
➤ Motoneuronas α (alfa):

establecen sinapsis con las fibras musculares y transmiten información procedente de diferentes áreas del SNC implicadas en el control motor, desencadenando una respuesta motora (contracción muscular).

La sinapsis que se establece entre un botón terminal de una neurona motora y la membrana de una fibra muscular constituye la **unión neuromuscular**.

Cada motoneurona, su axón y las fibras musculares que inerva constituyen una **unidad Motora**. (FIG.12.4A)

- Los terminales sinápticos del axón penetran hasta una región especializada de la membrana de la fibra muscular denominada **placa terminal o placa motora** y liberan el neurotransmisor acetilcolina (ACh), que actúa sobre los receptores nicotínicos allí localizados (Fig. 12.4B).
- La unión de la ACh a sus receptores en la fibra produce una despolarización de la membrana postsináptica que recibe el nombre de potencial de **placa Terminal**.



3.1- Las Motoneuronas y la Contracción Muscular

- Dos tipos funcionalidad muscular:
 - 1) **fibras de contracción rápida** (contracción potente pronto se fatigan).
 - 2) **fibras de contracción lenta** (resistencia a la fatiga).
- **La fuerza de contracción** depende de la frecuencia y las unidades motoras que se activan (*no se trata de un fenómeno de todo o nada*, a mayor frecuencia y unidades motoras mayor contracción).
- **La precisión** del control de movimiento depende de la **tasa de inervación** (proporción axones/fibras). Mayor precisión, mayor densidad fibras musculares.

3.2- Los Propioceptores de los Músculos

➤ **Los receptores sensoriales** especializados responsables de esta función son los **propioceptores** (receptores de sí mismo), localizados en los músculos, tendones y articulaciones.

➤ **Propioreceptores (informan deformaciones dentro del cuerpo):**

1) **mecanorreceptores: articulaciones** (corpúsculos de Ruffini, de Pacini y terminaciones nerviosas libres)

2) **receptores sensoriales los músculos:** los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi.

➤ **Husos musculares** (fibras musculo esquelético informa del estiramiento)

1) **Fibras intrafusales** 2) **terminales sensoriales y motores** 3) **fibras extrafusales**

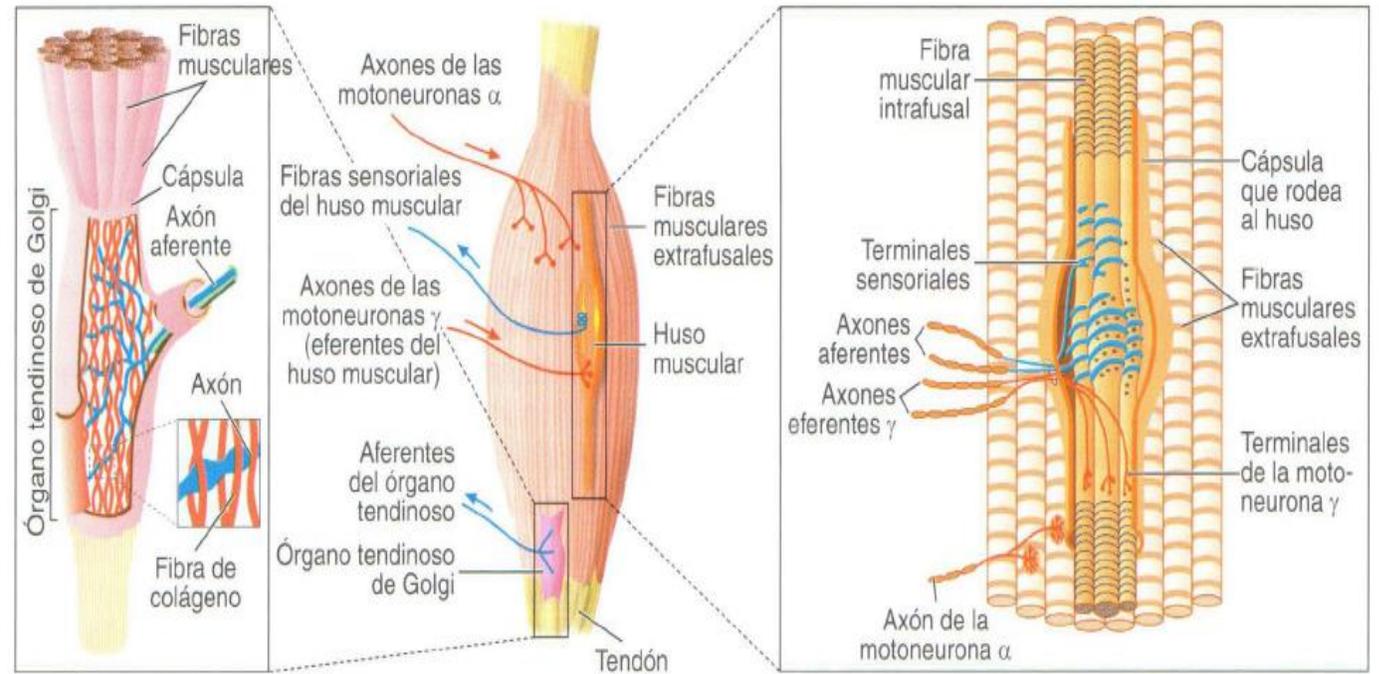


Figura 12.6

Propioceptores de los músculos: husos musculares y órganos tendinosos de Golgi. En la figura central se indican las aferencias (en azul) que parten de los músculos y alcanzan el SNC y las eferencias (en rojo) que se originan en el SNC y llegan al músculo. Los husos musculares (derecha) se insertan en paralelo entre las fibras extrafusales, mientras que los órganos tendinosos de Golgi (a la izquierda) son receptores encapsulados localizados en la unión del músculo y el tendón, **situándose en serie** con las fibras musculares extrafusales a las que se unen mediante fibras de colágeno trenzadas.

Respuestas de los husos musculares (informan longitud) y los órganos tendinosos de Golgi (informan sobre tensión muscular): sus fibras aferentes (en azul) responden al estiramiento pasivo y a la contracción del músculo, aunque de modo diferente.

A. La respuesta al estiramiento es mayor en el caso del huso muscular (izquierda), como puede observarse por la elevada tasa de disparo de potenciales de acción de sus fibras aferentes, sin embargo, hay una escasa deformación del órgano tendinoso (derecha) y, aunque se produce una respuesta en la fibra sensorial, ésta es mucho menor.

B. Cuando se produce la contracción muscular, son las aferencias del órgano tendinoso las que muestran el nivel de actividad más elevado, que es proporcional a la tensión del músculo (tensión muscular).

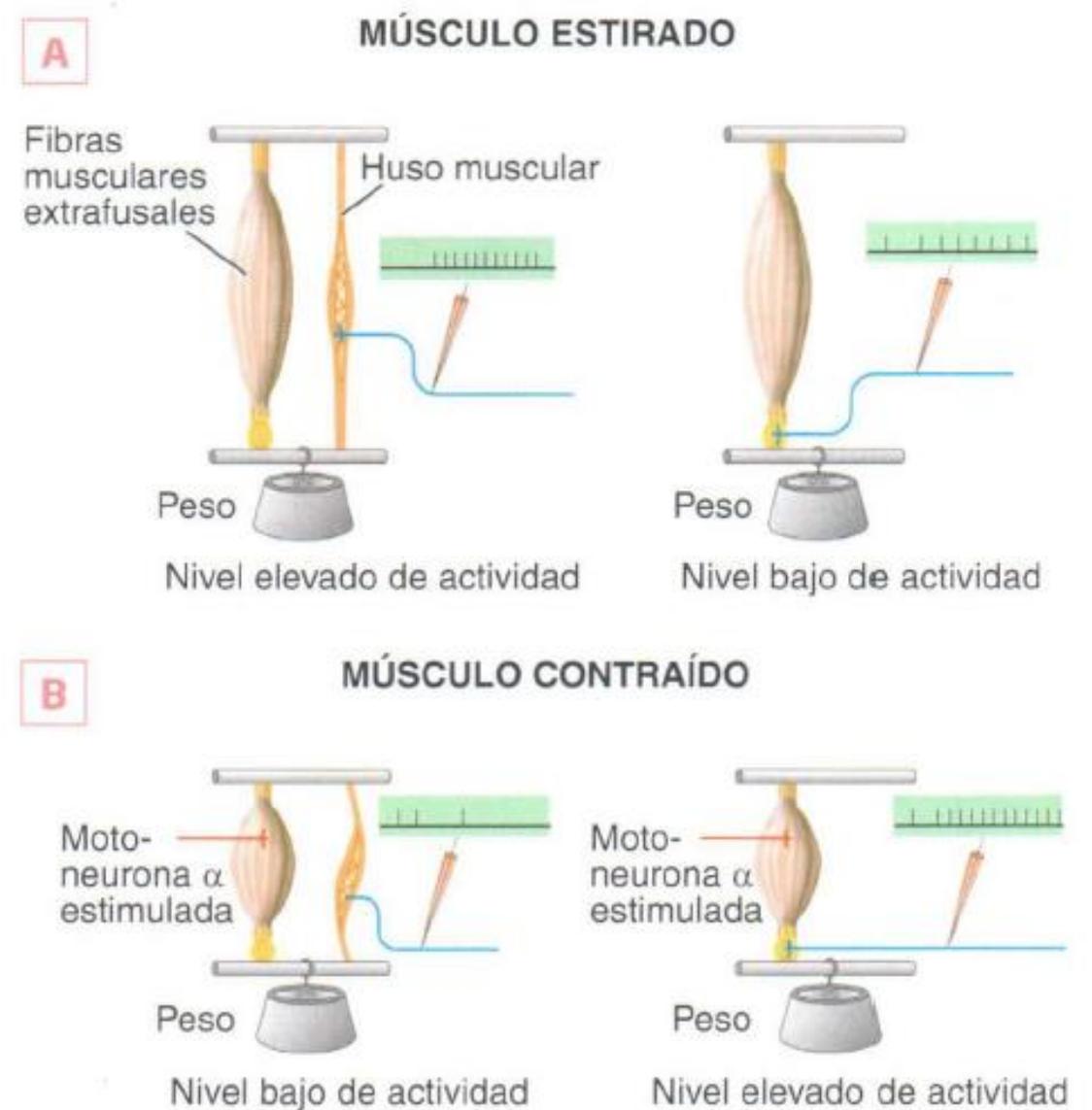


Figura 12.7

Receptores sensoriales de los músculos husos musculares y órganos tendinosos de Golgi

Huso muscular (informan sobre la longitud)

1. Fibras intrafusales
2. Terminales sensoriales y motores
3. Fibras extrafusales (músculo)

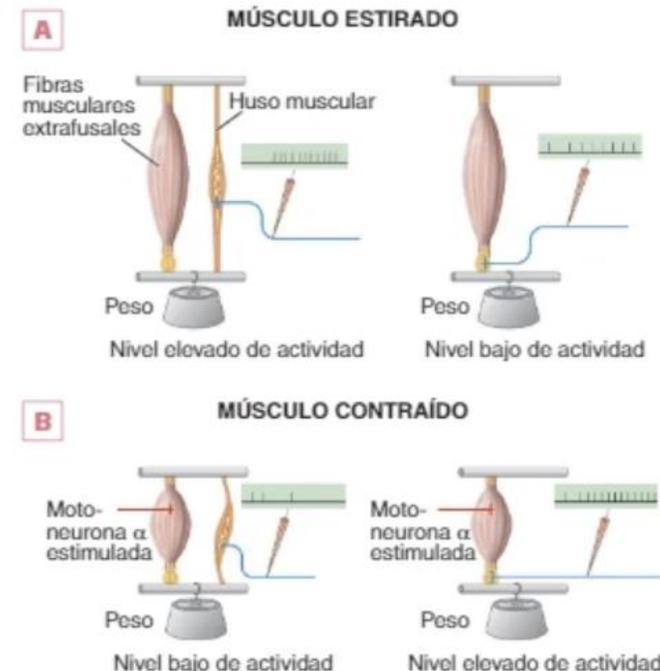
Cuando se estira el músculo, el huso también y transmite inf sensorial del estiramiento

Además, existe un sistema de control centrífugo por motoneuronas γ , sirve para mandar información de la contracción y controlar el movimiento a la vez que se está produciendo

Órgano tendinoso de Golgi

(informan sobre la tensión muscular)

es sensible al incremento de la tensión muscular producida por la contracción del músculo



4-LOS REFLEJOS, COMPONENTES BASICOS DEL COMPORTAMIENTO MOTOR

- **Reflejos:** respuestas simples, rápidas y estereotipadas, constituyen las unidades elementales del comportamiento motor.

5 Componentes:

1. Receptor sensorial
2. vía aferente hacia el SNC
3. sinapsis en el SNC
4. vía eferente
5. un efector (Fig. 12.8).

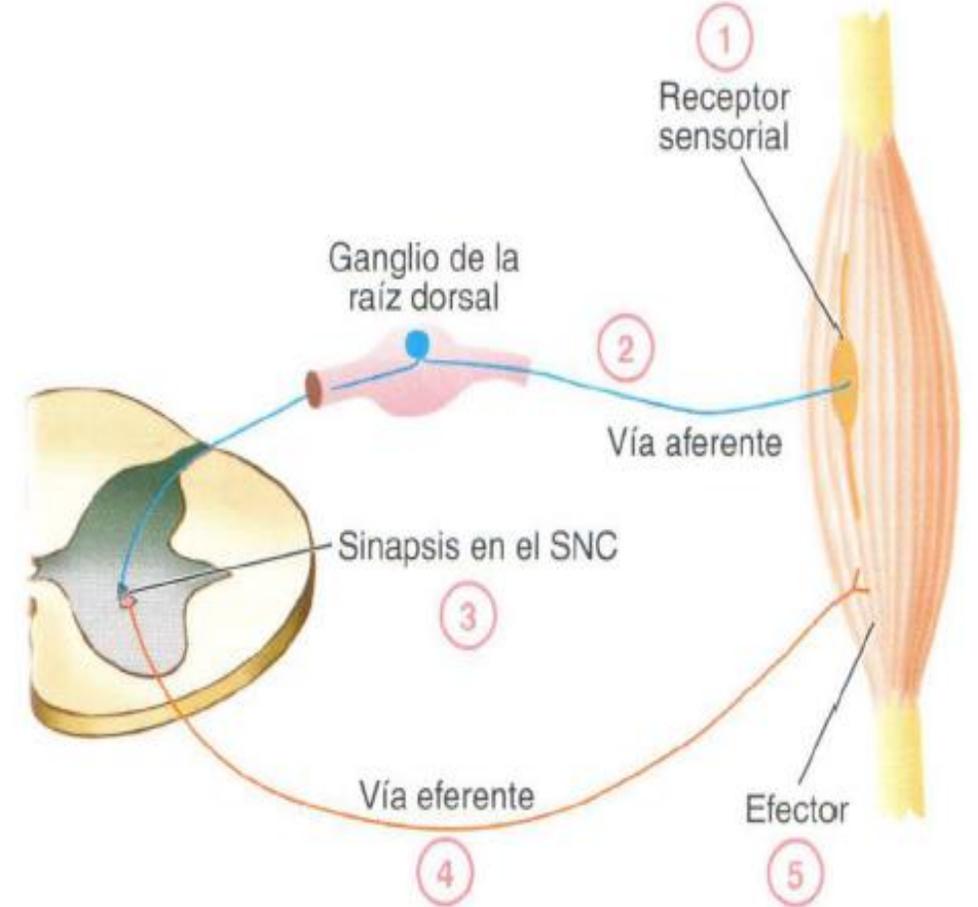


Figura 12.8

Dos tipos de reflejos

➤ 1) MONOSINÁPTICO

➤ El reflejo de extensión o miotático (reflejo más básico)

- El reflejo de extensión es elicitado por la extensión de un músculo, de modo que esa extensión provoca la contracción refleja del mismo músculo, como si se resistiera al estiramiento, ejemplo: Reflejo rotuliano.
- Tiene una única sinapsis, la que establecen las fibras aferentes del huso muscular con las motoneuronas alfa, al reflejo de extensión también se le denomina **reflejo monosináptico**.
- El descubrimiento de que un grupo de músculos es excitado al mismo tiempo que sus antagonistas (bíceps/tríceps) son inhibidos se debe también a Sherrington, quien denominó a este mecanismo **inhibición recíproca**.
- Los reflejos de extensión permiten mantener un cierto grado de contracción de la musculatura extensora, **el tono muscular**, que es la fuerza por la que el músculo se resiste a la extensión producida por la gravedad.

➤ 1) POLISINÁPTICO

➤ reflejo de flexión o de retirada: (cuando te quemas, retiras la manos)

➤ reflejo de extensión cruzado: (miembro dañado se parta del peligro el otro procede al equilibrio)

➤ reflejo miotático inverso: (regula la fuerza muscular con objetos frágiles o mucho peso)

➤ El reflejo de extensión o miotático

A. El estiramiento del músculo que se produce 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.

El huso muscular (en azul) establecen sinapsis excitatorias con las motoneuronas a que inervan el mismo músculo flexor del que provienen, así como con las que inervan los músculos sinérgicos (en negro). Otra parte de estas fibras aferentes establecen sinapsis con interneuronas inhibitorias y éstas, a su vez, con las motoneuronas a que inervan los músculos antagonistas (extensores) (también en negro).

En B, cuando se produce un excesivo estiramiento, la estimulación de las motoneuronas a (fibras en rojo) desencadena la contracción de los mismos músculos flexores y, simultáneamente, la relajación de los extensores mediante un mecanismo de inhibición recíproca.

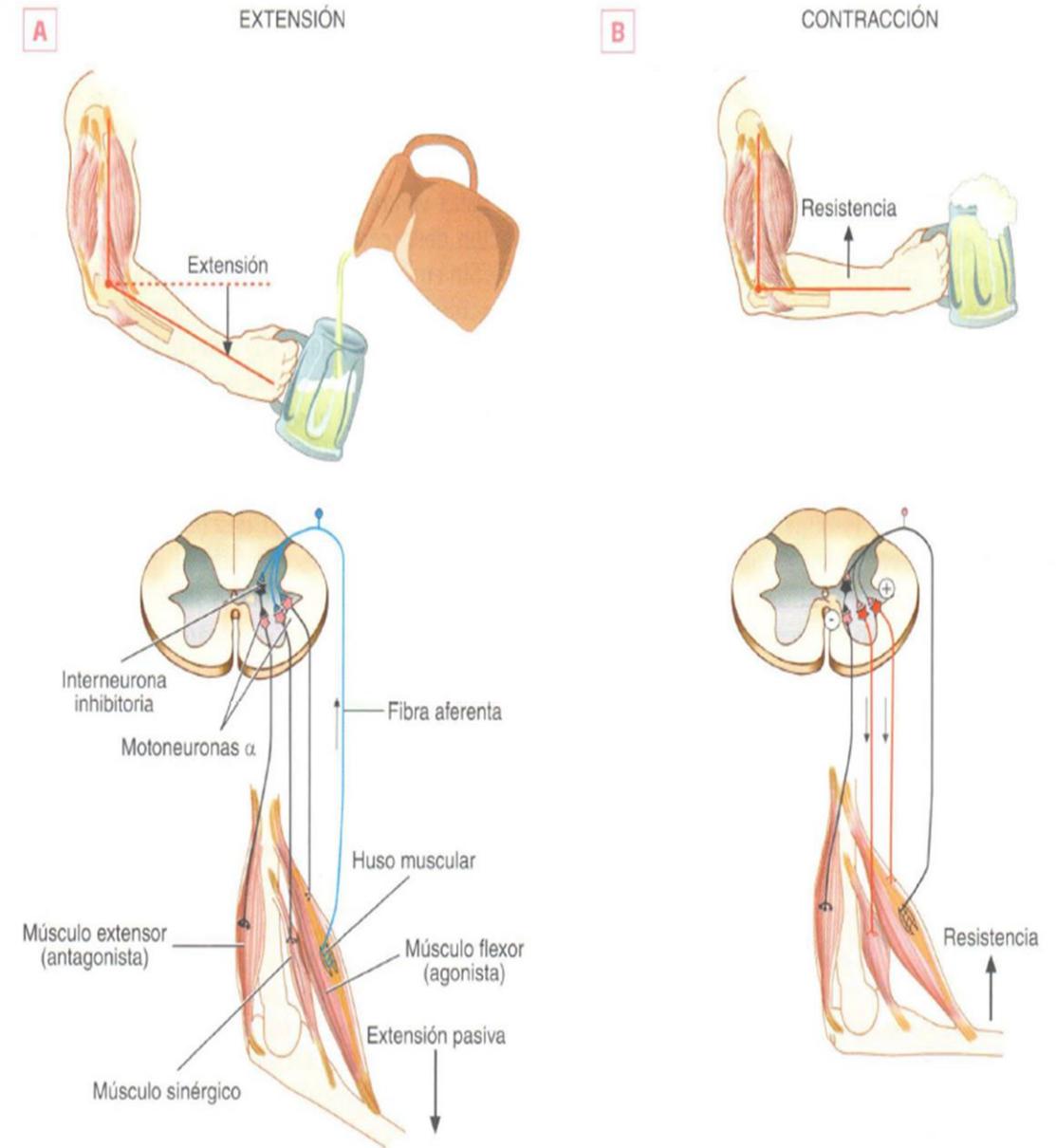


Figura 12.9

5- ÁREAS CORTICALES QUE INTERVIENEN EN EL CONTROL MOTOR

- Constituyen nivel superior jerarquía motora.
- 1) **ÁREAS DE ASOCIACIÓN:** corteza asociación parietal posterior y corteza prefrontal dorsolateral.
- 2) **ÁREAS MOTORA O CORTEZA MOTORA:** áreas premotoras o motoras secundaria y área motora primaria.

Tabla 12.1 Áreas corticales implicadas en el control motor y sus funciones principales

ÁREAS DE ASOCIACIÓN	Corteza parietal posterior (áreas 5, 7, 39 y 40 de Brodmann)	Aporta las claves sensoriales y motivacionales en los movimientos dirigidos a un blanco.	
	Corteza prefrontal dorsolateral	Selecciona la estrategia más adecuada para ejecutar el movimiento en función de la experiencia. Toma la decisión de iniciar el movimiento.	
ÁREAS MOTORA O CORTEZA MOTORA	Áreas premotoras o corteza motora secundaria (área 6 de Brodmann)	Corteza premotora (zona lateral)	Planificación o programación motora, especialmente de los movimientos desencadenados por estímulos externos.
		Área motora suplementaria (zona superior y medial)	Planificación o programación motora y coordinación bimanual.
	Área motora primaria (área 4 de Brodmann)	Inicio o disparo del movimiento. Elaboración de las órdenes motoras de cuándo y cómo se han de mover los músculos.	

5.1-Áreas de Asociación de la Corteza Cerebral

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

- A. Representación esquemática del flujo de señales en serie desde la corteza sensorial a la corteza motora.
- B. Principales aferencias corticales de la corteza de asociación parietal posterior procedentes de la corteza somatosensorial (flecha azul), vestibular y auditiva (flecha verde claro), visual (flecha negra), motora primaria (flecha rojo oscuro) y de la corteza límbica (flecha verde oscuro).
- C. Relaciones entre la corteza de asociación parietal posterior y prefrontal dorsolateral (flechas amarillas) e influencias de ambas sobre la corteza motora secundaria o áreas premotoras (flechas verdes y amarillas).

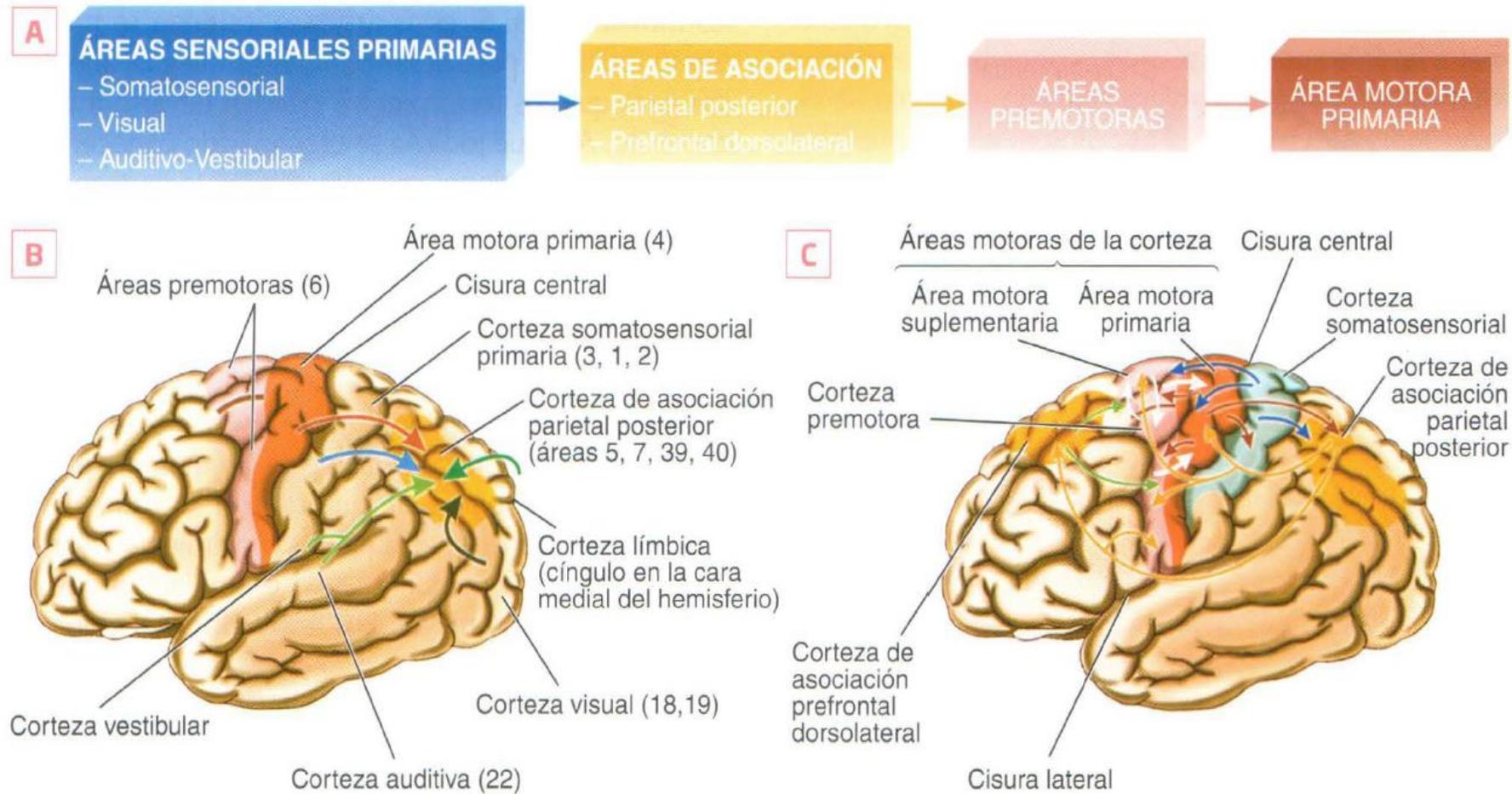


Figura 12.10

5.2- Áreas Motoras de la Corteza Cerebral

- **Organización somatotópica (mapa distintas partes del cuerpo con estimulación cerebral) de la corteza motora primaria y homúnculo motor.**

Las extremidades inferiores están representadas en la superficie medial del hemisferio, siguiéndoles hacia la superficie lateral las caderas, el tronco, las extremidades superiores y los músculos faciales, que están próximos a la cisura lateral.

- **Organizada en columnas.**
- **especializadas en la planificación y ejecución de los movimientos voluntarios.**

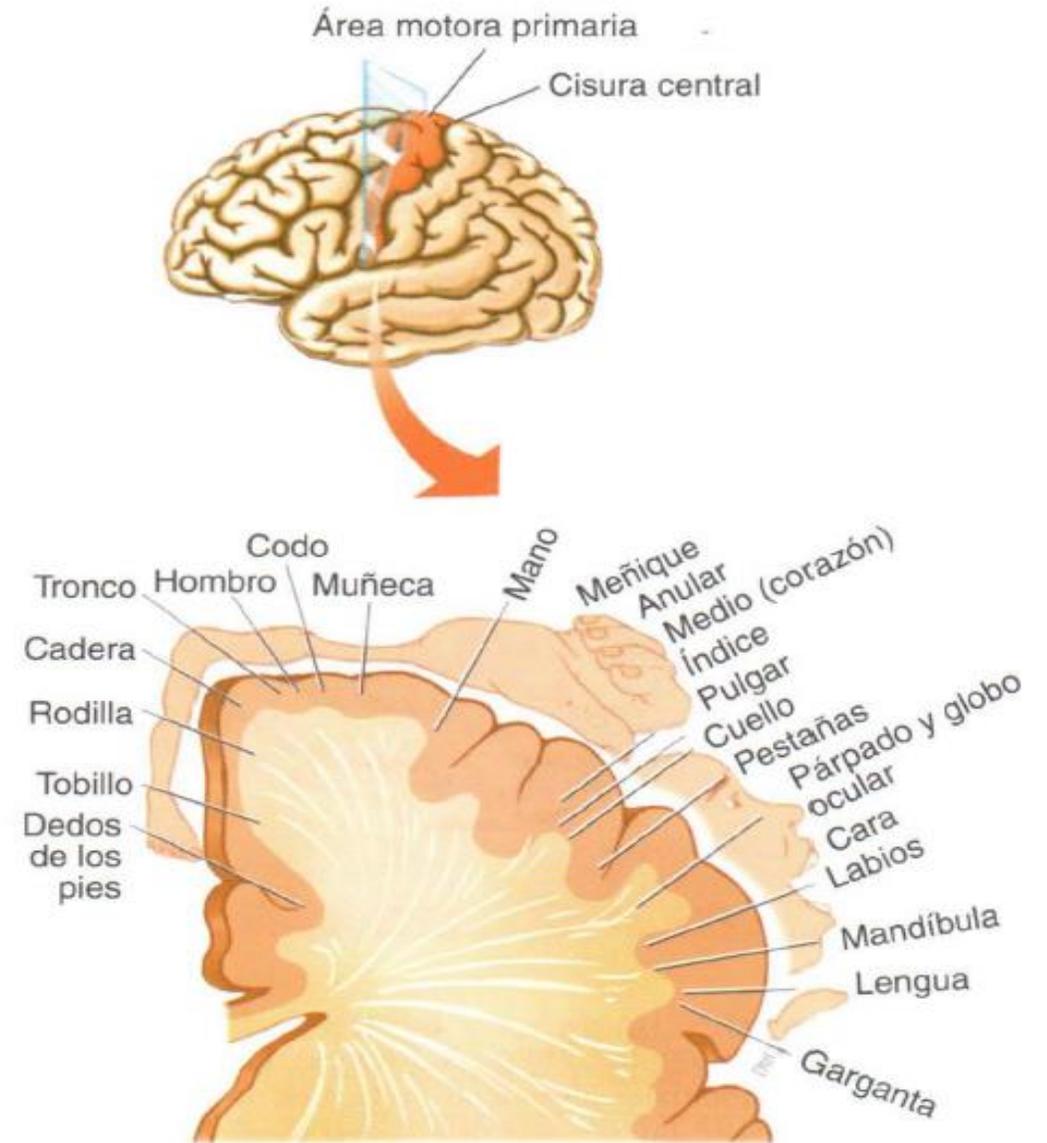
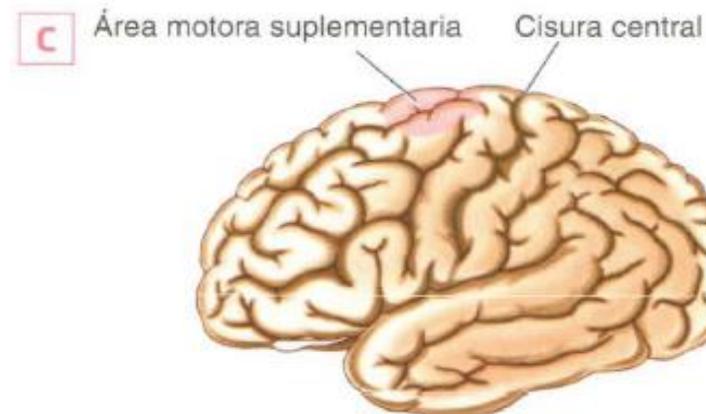
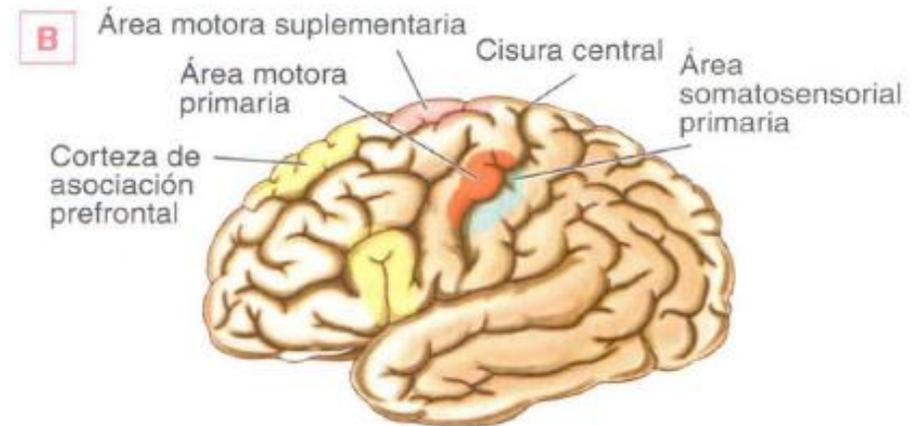
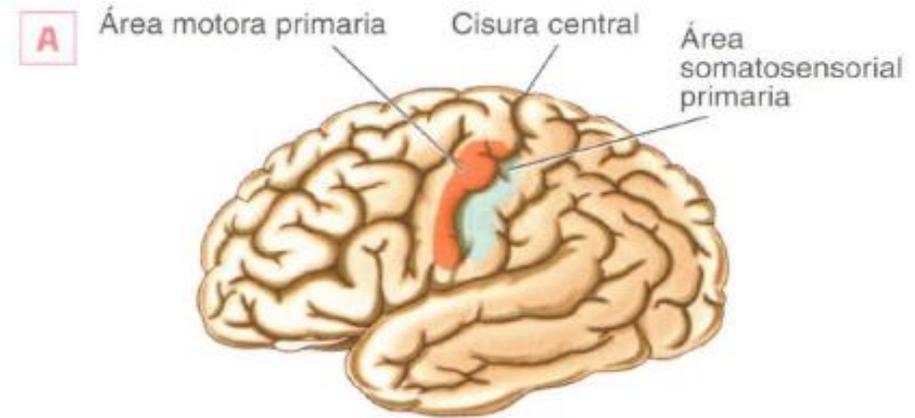


Figura 12.11

5.2.1 Funciones de las Áreas Motoras

- **Áreas premotoras (corteza premotora y área motora suplementaria)**
 - **Corteza premotora:**
 - Intervienen en esta planificación o programación de los movimientos.
 - Función anticipadora.
 - Movimiento guiado por el estímulo externo.
 - **Motora suplementaria:**
 - controlan secuencias movimiento. Coordinación movimientos complejos (coordinación bimanual).



6- SISTEMAS MOTORES DESCENDENTES

- Vías que descienden desde la corteza motora (nivel superior jerarquía motora) y desde el tronco del encéfalo (nivel intermedio) hasta confluir sobre las motoneuronas espinales y troncoencefálicas (nivel inferior), vía final común que controla la contracción de los músculos.

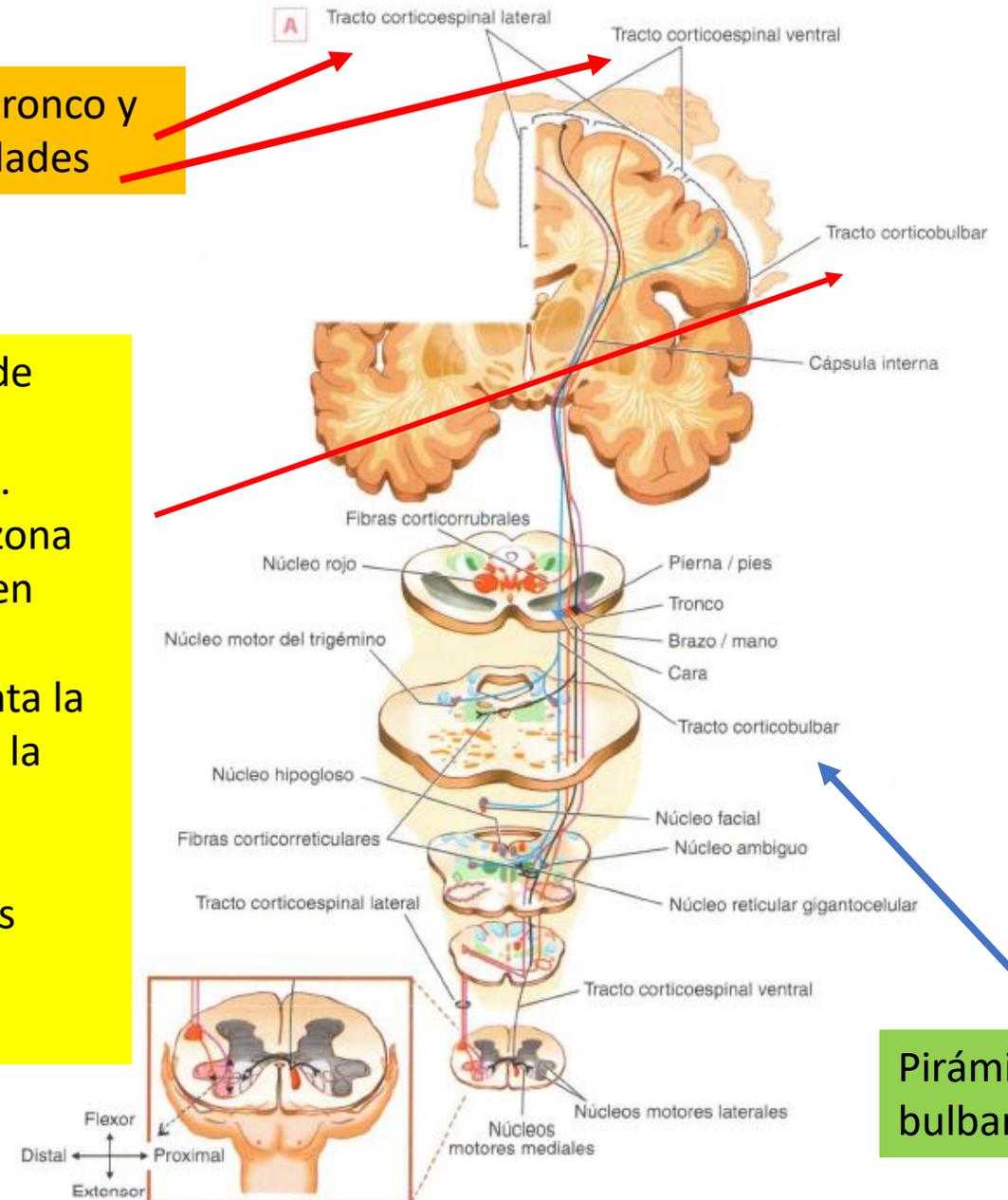
- Hay 2 vías:

1. Vías directas: hasta la motoneurona

2. Vías indirectas: hacen sinapsis tronco encéfalo. Desde corteza corticoespinal (del córtex a la espina dorsal), algunas descienden en posición lateral y otras medial.

Control tronco y extremidades

- Desciende tronco encéfalo.
- Origina zona corteza en que se representa la cabeza y la cara.
- Control músculos cabeza y cuello.



Pirámides bulbares

Figura 12.15

Resumen TRACTOS SISTEMAS DESCENDENTES DE CONTROL MOTOR

Vías laterales: ejecución movimientos voluntarios.

Vías mediales: control postural, equilibrio y locomoción.

Tabla 12.2 Tractos y funciones de los sistemas descendentes de control motor

VÍAS EN PARALELO	VÍAS LATERALES		VÍAS MEDIALES	
	Tracto y función	Origen y destino	Tracto y función	Origen y destino
VÍAS DIRECTAS	Tracto corticoespinal lateral Movimientos fraccionados e independientes de los dedos, manipulación de objetos y preparación de los músculos para iniciar movimientos voluntarios en las extremidades contralaterales.	Corteza motora ↓ Médula espinal (tracto cruzado)	Tracto corticoespinal ventral Movimientos del cuello, del tronco y de los músculos proximales de las extremidades ipsilaterales.	Corteza motora ↓ Médula espinal
	Fibras corticorrubrales Movimientos independientes de los hombros y de las extremidades contralaterales, sobre todo del codo y de la mano, pero no de los dedos.	Corteza motora ↓ Núcleo rojo (mesencéfalo)	Fibras corticorreticulares Movimientos del cuello, del tronco y de los músculos proximales de las extremidades ipsilaterales.	Corteza motora ↓ Formación reticular (pontina y bulbar)
VÍAS INDIRECTAS (en serie)	Tracto rubroespinal Movimientos independientes de los hombros y de las extremidades contralaterales, sobre todo del codo y de la mano, pero no de los dedos.	Núcleo rojo (mesencéfalo) ↓	Tracto reticuloespinal medial Mantenimiento de la postura erguida, se origina en la región facilitadora de los reflejos antigravitatorios.	Formación reticular (pontina) ↓ Médula espinal
		Médula espinal (tracto cruzado)	Tracto reticuloespinal lateral* Se origina en la región inhibidora de los reflejos antigravitatorios espinales, prepara a los músculos para el movimiento. Ajustes posturales anticipatorios.	Formación reticular (bulbar) ↓ Médula espinal
	Tractos vestibuloespinales (medial y lateral)		Núcleos vestibulares ↓ Médula espinal	
			Tracto tectoespinal	Colículos superiores ↓ Médula espinal
FUNCIONES	<ul style="list-style-type: none"> Movimientos independientes de las extremidades para la ejecución de movimientos voluntarios. 		<ul style="list-style-type: none"> Control de la postura para mantener una posición erguida y la estabilidad corporal ante cualquier movimiento. Control de la locomoción. 	

* comparte función con las vías laterales