

ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS DE LA FUNCIÓN MOTORA

- Movimientos dirigidos: voluntarios
- Movimientos rítmicos: repetitivos, automáticos
- Movimientos reflejos: involuntarios

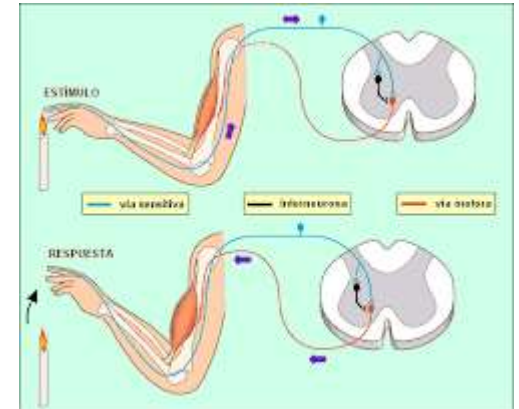
REFLEJO

El acto reflejo es un movimiento involuntario, brusco e inmediato inducido por un estímulo periférico.

El arco reflejo es el circuito neuronal que ejecuta el acto reflejo.

Formado por:

1. Vía aferente o neurona receptora sensorial que capta el estímulo.
2. Vía eferente o motoneurona que lleva el impulso al órgano efector (músculo) para que ocurra la respuesta.
3. Zona de integración entre la aferente y la eferente, se localiza en el SN central.



Según la localización:

- Craneales: zona de integración en el tallo cerebral
- Espinales: zona de integración en la médula espinal

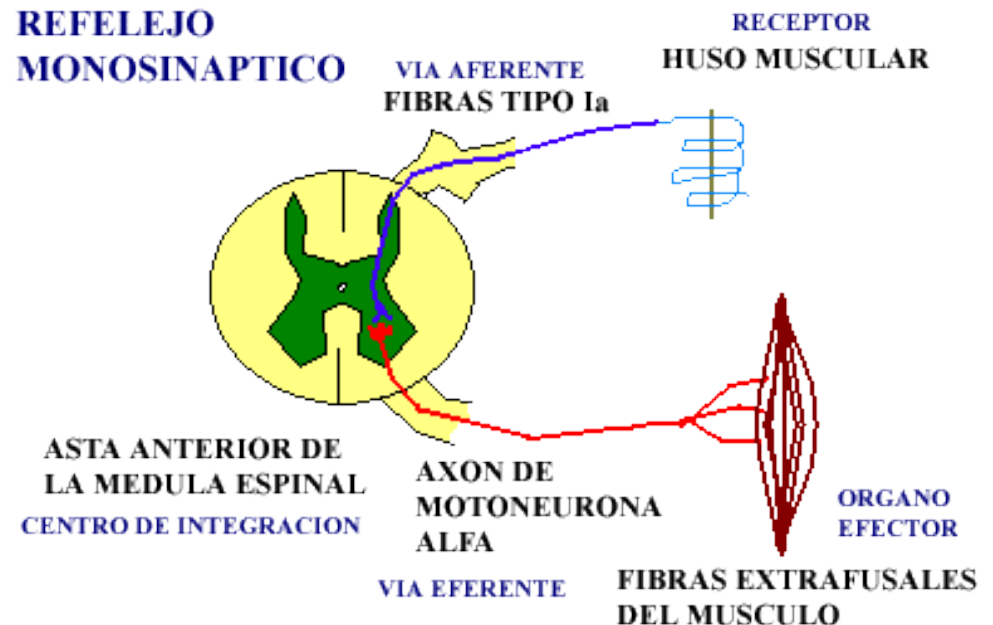
Tipos de reflejos

Según la función:

- ✓ Reflejo profundo, osteotendinoso, miotático, extensor, es monosináptico. Para mantener el equilibrio o ajustar la posición del cuerpo durante el movimiento.
- ✓ Reflejo superficial o mucocutaneo, flexor, es polisináptico. De retirada o defensivo.
- ✓ Reflejo visceral o autonómico: actúa sobre músculo liso y glándulas, es de secreción o vasomotor. Mediado por el SNA

Según el número de sinapsis

- Monosinápticos: una sola sinapsis, entre la neurona sensorial y la motora
- Polisinápticos: varias sinapsis, participan interneuronas



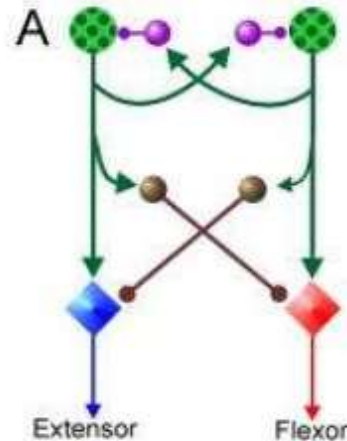
GENERADORES CENTRALES DE PATRONES

Gobiernan comportamientos rítmicos como caminar, masticar, respirar, nadar

Rhythm generation

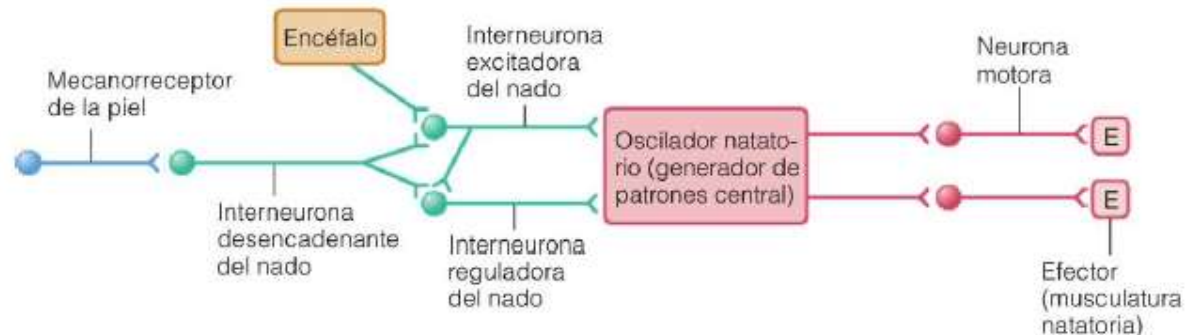
- Explained by Half center organization of CPG
- 2 Groups of neurons are involved
- reciprocally coupled = rhythmic outputs
- Phase switching depend on synaptic release

Half Center CPG Model



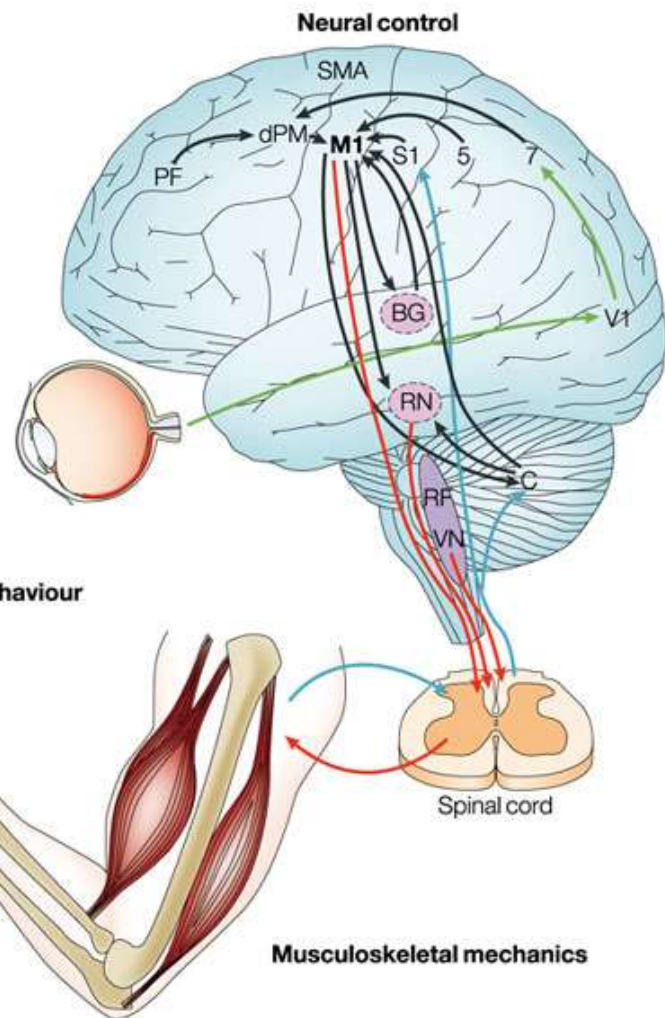
Graham Brown, Lundberg

References - <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles>



El circuito neural gobierna el comportamiento natatorio de la sanguijuela.

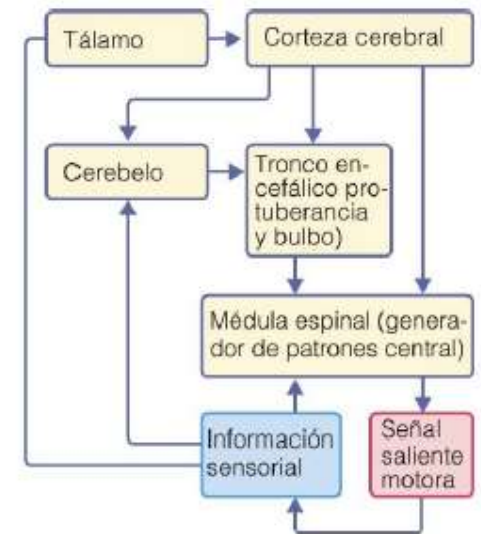
CIRCUITOS MOTORES EN MAMÍFEROS



Nature Reviews | Neuroscience

Movimientos voluntarios

Locomoción



MOVIMIENTO VOLUNTARIO

Sistemas descendentes

"Neuronas motoras superiores"

Corteza motora

Planificación, iniciación y dirección de los movimientos voluntarios

Centros del tronco encefálico

Movimientos básicos y control postural

Ganglios basales

Iniciación correcta del movimiento

Cerebelo

Coordinación sensitivomotora

Interneuronas

Coordinación refleja

Grupos de neuronas motoras

"Neuronas motoras inferiores"

Circuitos de la médula espinal

Músculos esqueléticos

Vía Piramidal

Función: ordenar la ejecución de los movimientos, a partir de programas motores

Se origina en la corteza motora: en el giro precentral de la corteza frontal (áreas 4,6), en las células gigantes de Betz.

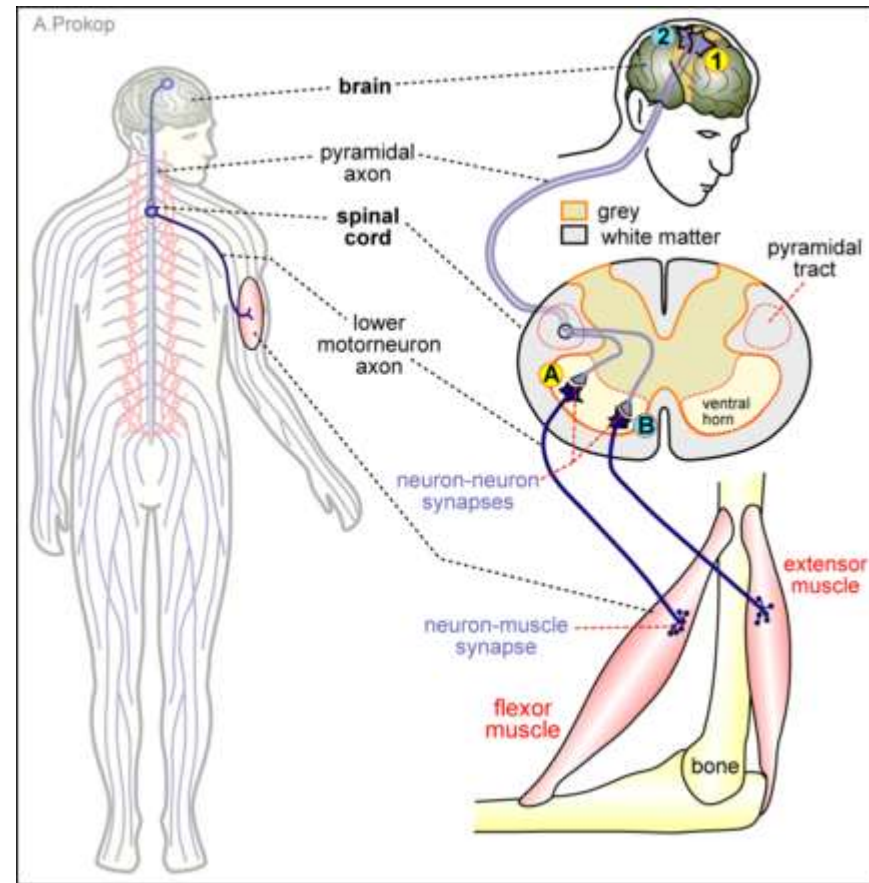
Se decusa por el requerimiento de la inervación cruzada.

Estructura:

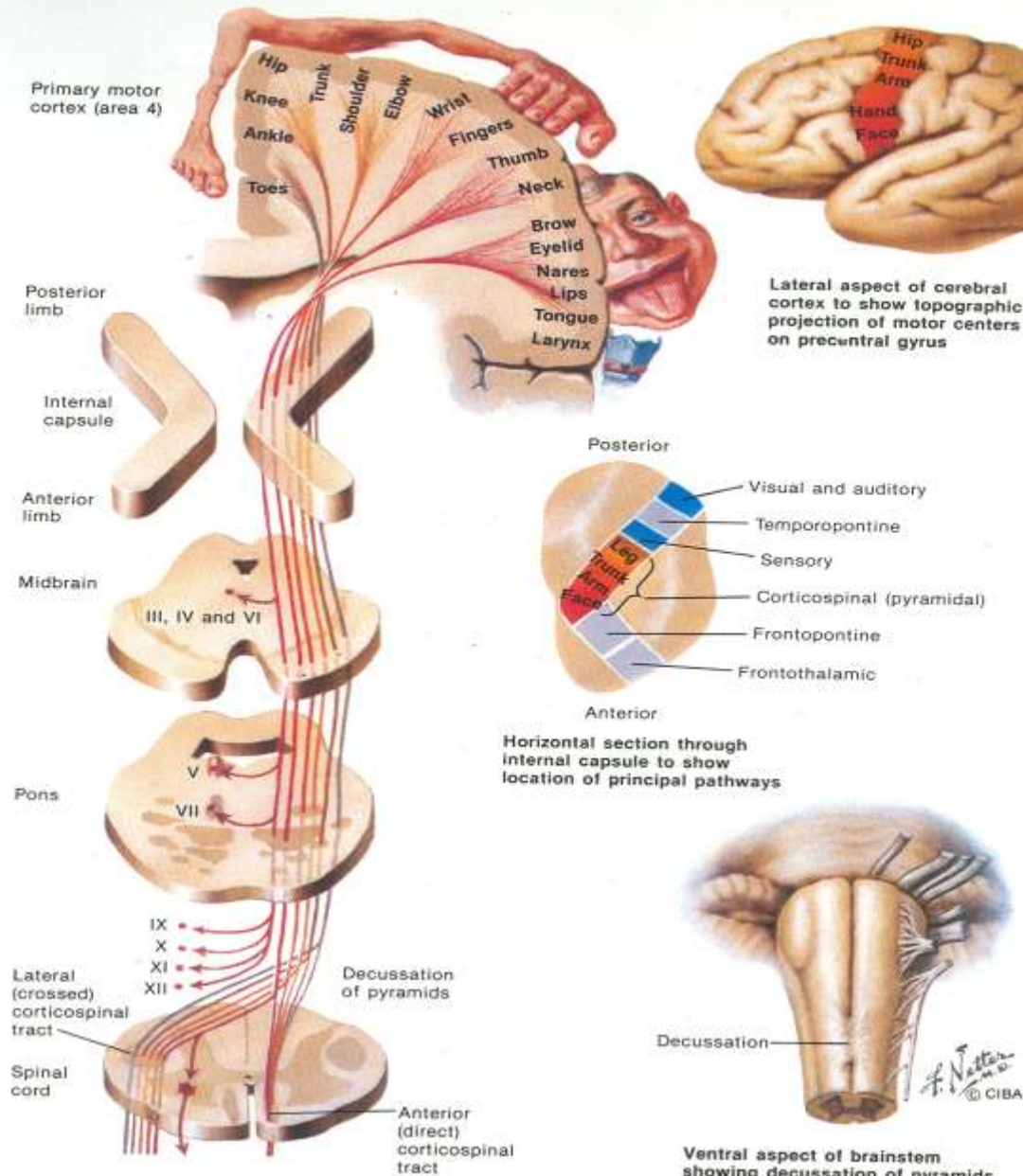
-Primera neurona o motora superior: comprende los haces:

- Córtico-espinal (directo y cruzado): para músculos de las extremidades
- Córtico-nuclear: para músculos de cabeza y cuello

-Segunda neurona o motora inferior: de los núcleos motores del tallo a músculos (nervios craneales) o del asta anterior a músculos (nervios espinales). Es la vía motora final común.



Pyramidal System



HAZ CORTICOESPINAL

- Origen la corteza motora (lobo frontal).
- Termina en los núcleos de las astas anteriores de la médula.
- Además se anexan fibras de las **áreas motoras (6 y 8)**, y **Áreas sensoriales primarias (3.1.2)** y secundarias.

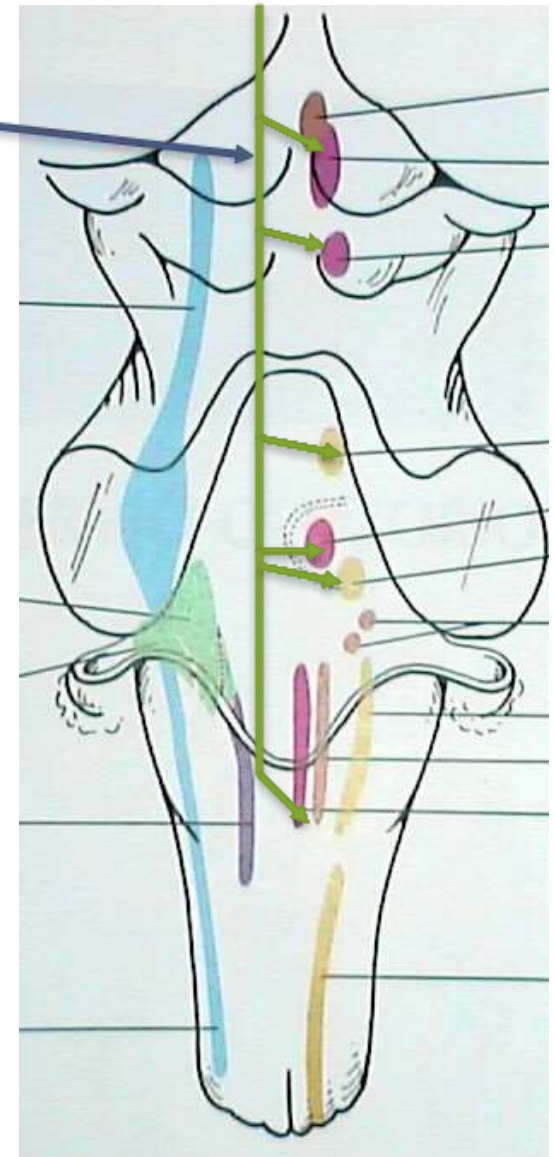
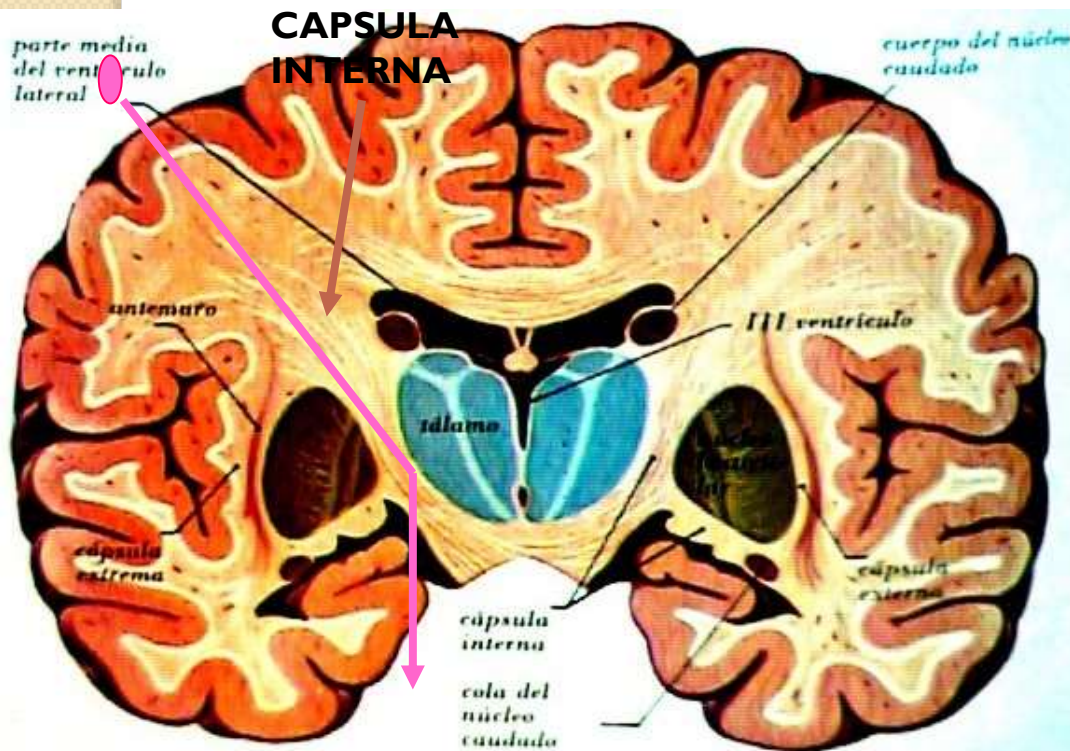
Haz córtico-nuclear

Primera neurona o neurona motora superior:

El axón de esta neurona se origina en la corteza motora y desciende por la cápsula interna de la sustancia blanca, para descender por el tallo cerebral.

Sigue descendiendo y emitiendo haces que cruzan la línea media llegando a los núcleos del III, IV, V, VI, VII, IX, X, XI y XII pares craneales .

HAZ CORTICO-NUCLEAR

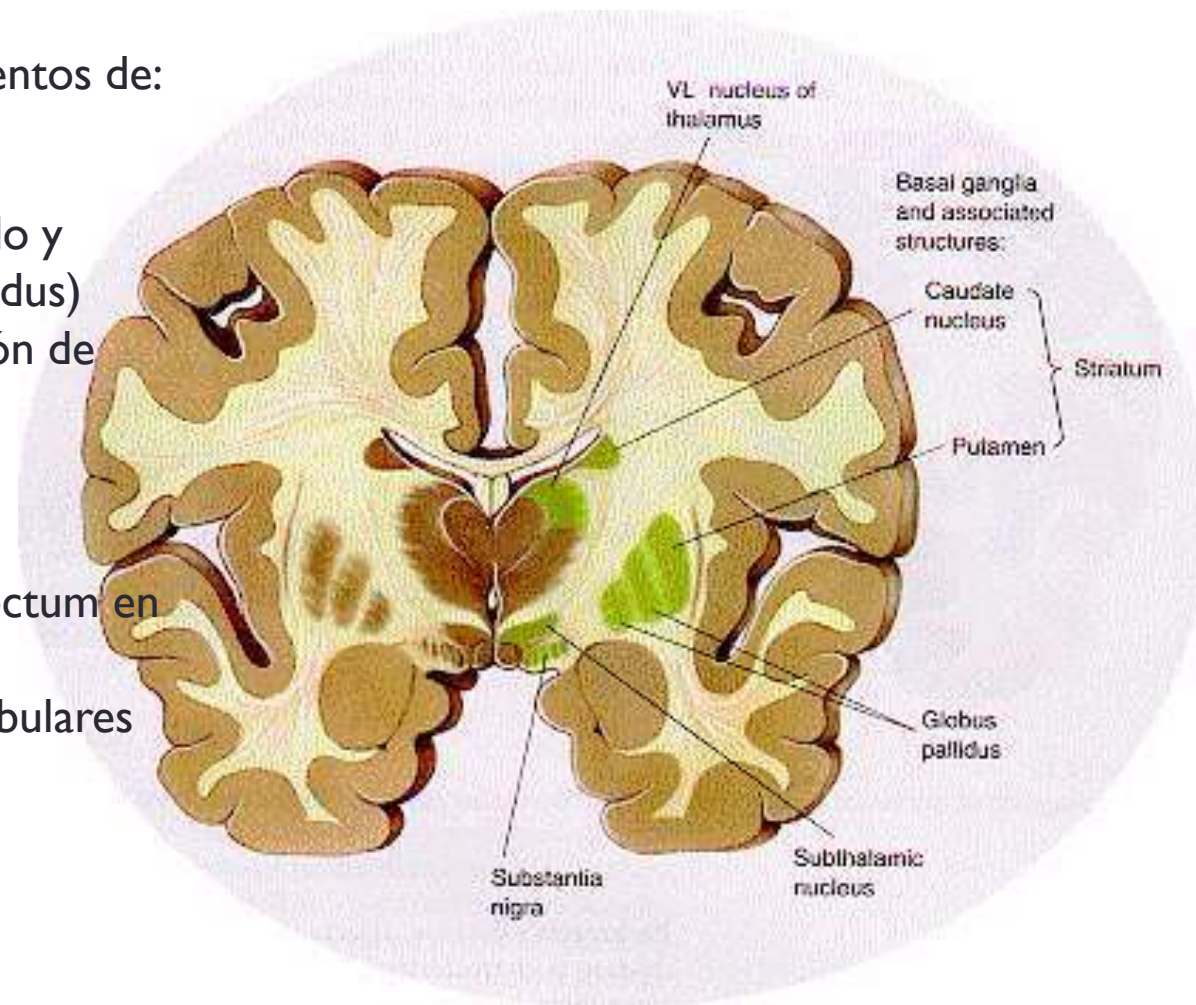


Vía extrapiramidal

Función: participa en la modulación de las actividades motoras, o sea en la coordinación y ejecución de los movimientos: especifica fuerza, medida o distancia, velocidad, progresión, ritmo, alternancia; iniciación y finalización. Además, controla tono muscular, automatismos y aprendizaje motor.

Estructura: Formado por elementos de:

- Diencefalo: tálamo, subtálamo
- Núcleos basales: Núcleo caudado y lenticular (putamen + globus pallidus)
Cuerpo estriado es la combinación de caudado y putamen.
- Núcleos del tallo:
Formación reticular
Sustancia nigra y núcleo rojo, y tectum en el mesencéfalo
Núcleos pontinos y núcleos vestibulares en el puente
Olivia inferior en el bulbo
- Cerebelo



Circuitos:

Se forman conexiones cortas entre estos núcleos

Vías de proyección (conexiones largas) entre encéfalo y médula

Circuito motor. Programación, iniciación y ejecución del movimiento.
Supresión de movimientos inadecuados

- Vías directa e indirecta entre corteza- núcleos basales- tálamo- corteza. Para iniciación del movimiento.
- Vía nigroestriatal: sustancia nigra a cuerpo estriado

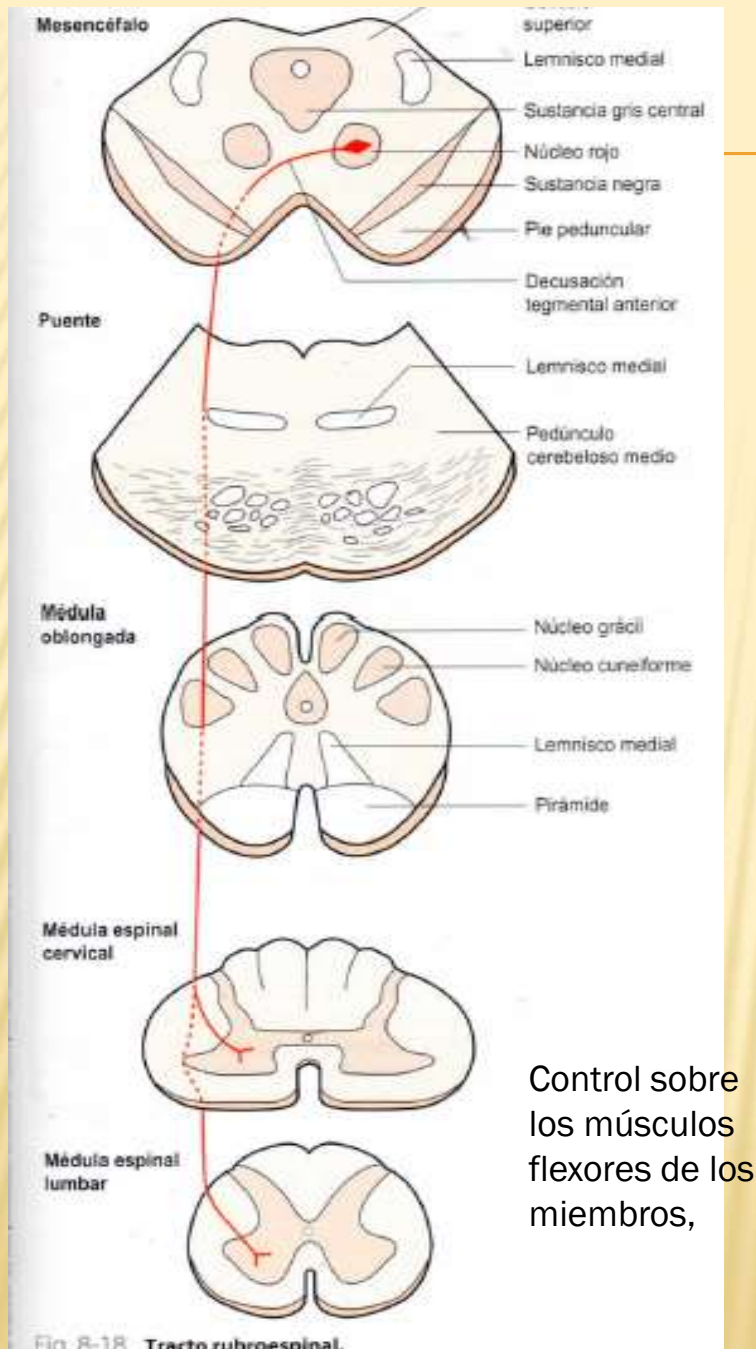
Circuitos con cerebelo: vía cortico-ponto-cerebelosa y vía dento-rubro-talámica

Circuito oculomotor. Para movimientos oculares y su coordinación con movimientos de la cabeza.

Circuito prefrontal-dorsolateral. Para aspectos cognitivos y conductuales.

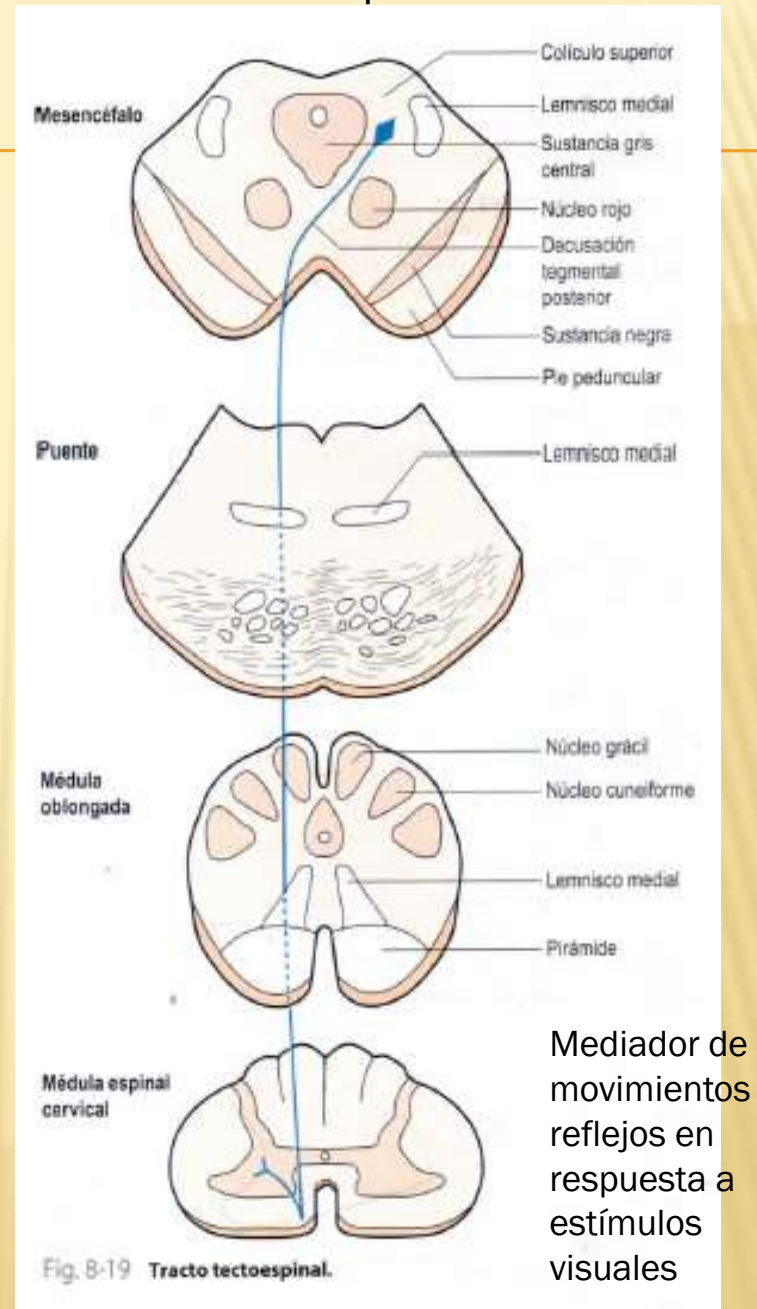
Circuito límbico. Para motivación, emoción y afecto; ej gestos, risa

Tracto rubroespinal



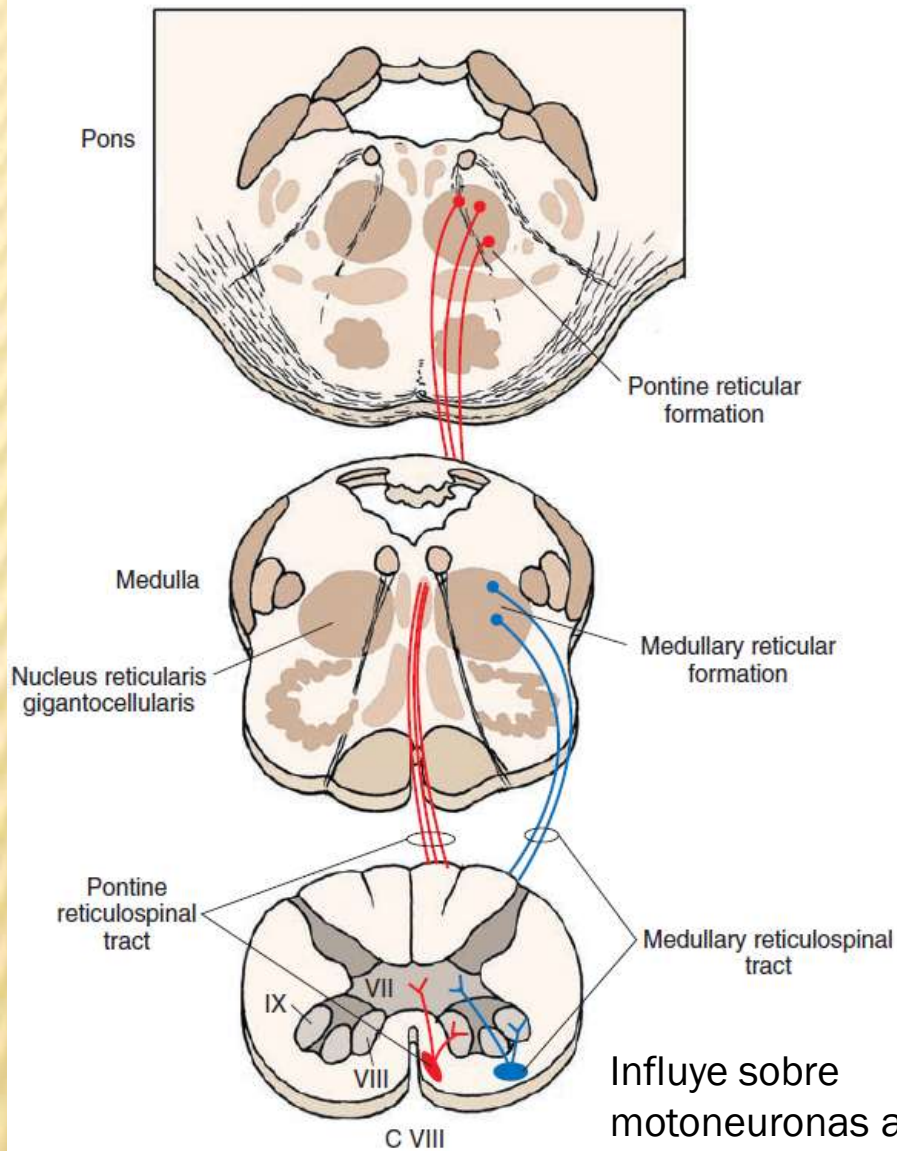
Control sobre los músculos flexores de los miembros,

Tracto tectoespinal



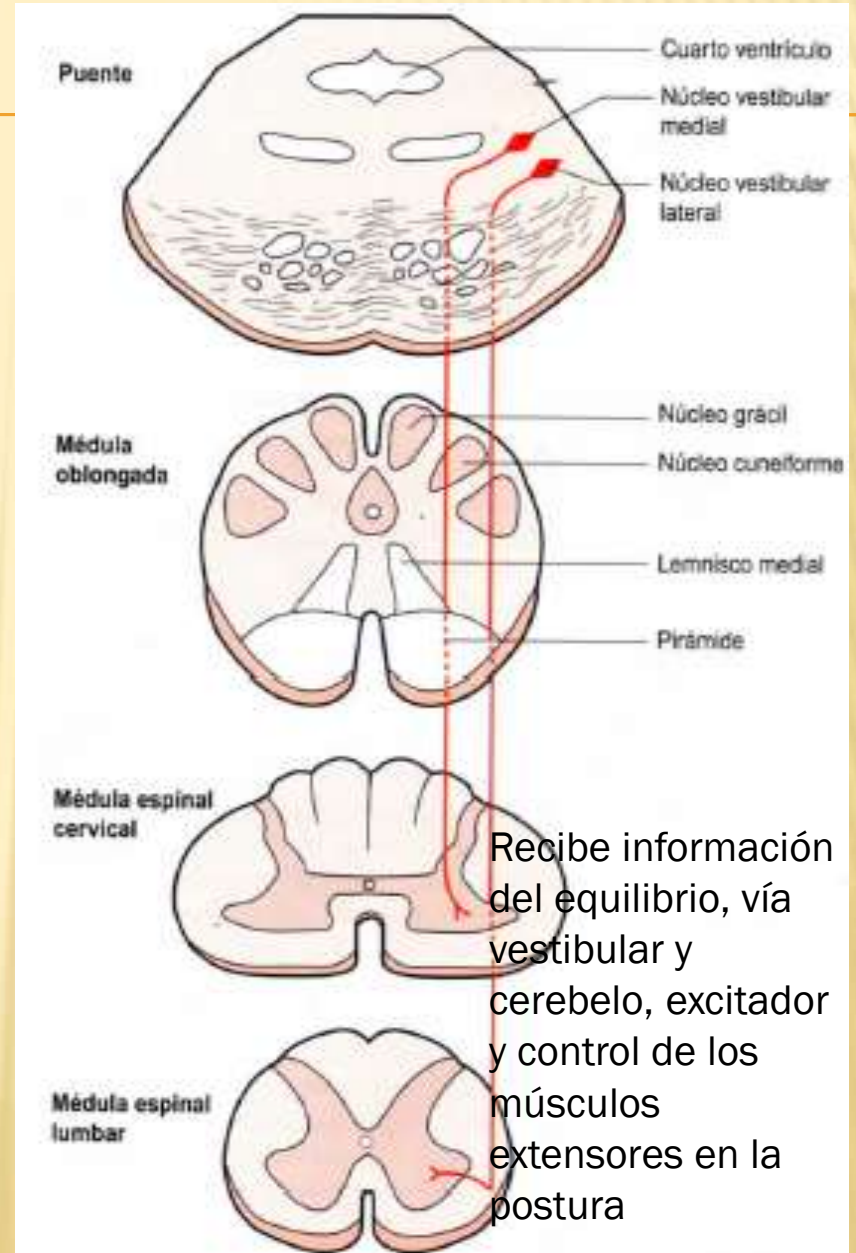
Mediador de movimientos reflejos en respuesta a estímulos visuales

Tracto retículoespinal Lateral y medial



Influye sobre motoneuronas alfa y gamma, en el tono muscular, postura

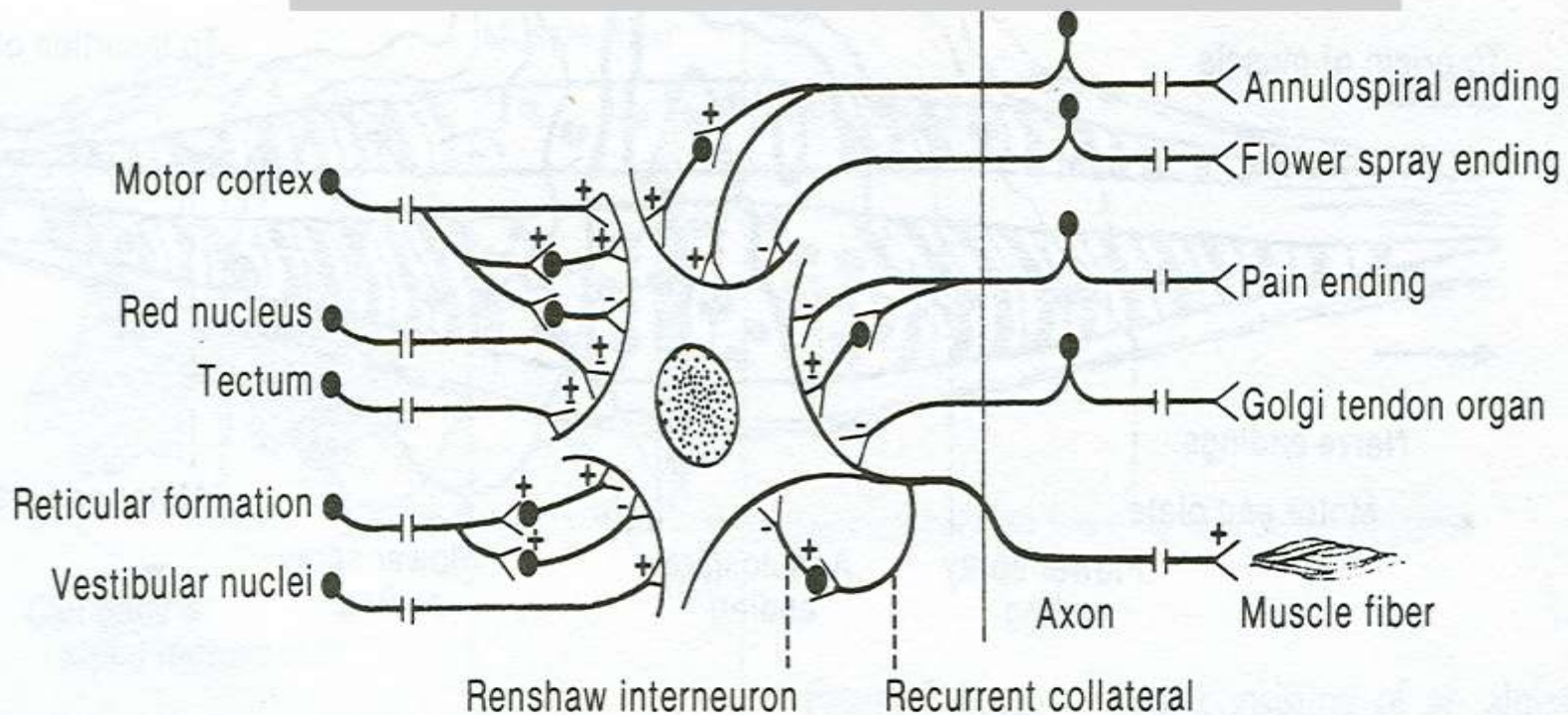
Tracto vestibuloespinal



Recibe información del equilibrio, vía vestibular y cerebelo, excitador y control de los músculos extensores en la postura

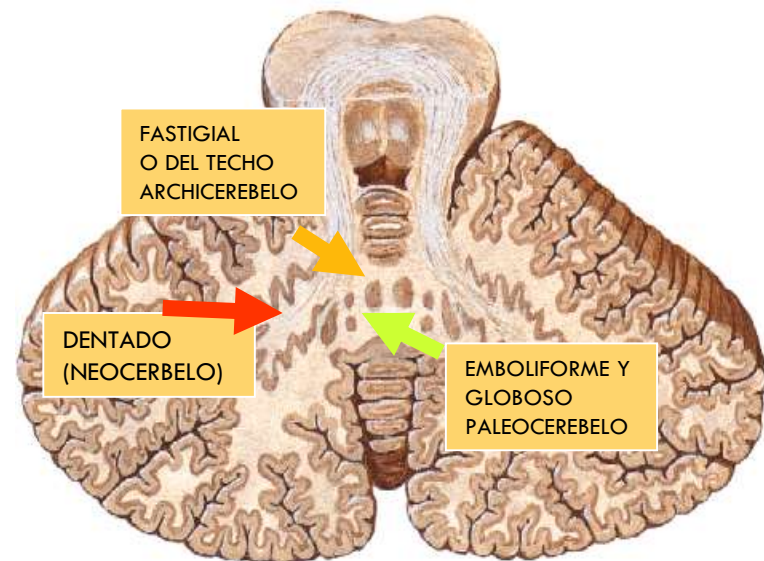
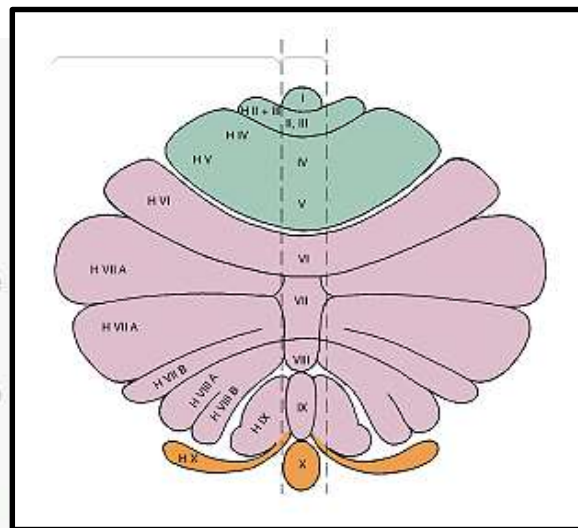
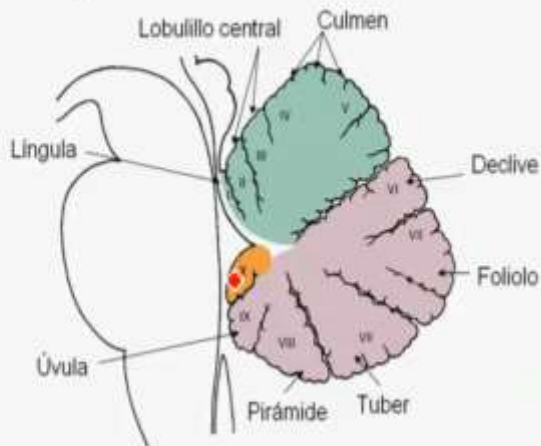
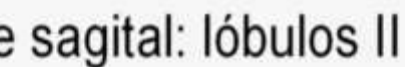
Fig. 8-20 Tractos vestibuloespinales.

Aferencias sobre motoneuronas



Funciones del cerebelo

Región filogenética	Región anatómica	Zona funcional	Conexión	Núcleo cerebeloso	Función
archicerebelo	lóbulo floculo-nodular	zona del vermis. Actúa sobre musculatura axial.	núcleos vestibulares. oliva inferior	núcleo fastigial o del techo	regula el equilibrio
paleocerebelo	lóbulo anterior	zona intermedia. Actúa sobre musculatura proximal (hombro-codo, cadera-rodilla)	médula espinal	núcleos emboliforme y globoso	controla el tono muscular
neocerebelo	lóbulo posterior	zona lateral. Actúa sobre músculos distales (manos, pies, dedos).	corteza cerebral	núcleo dentado	movimientos rápidos y secuenciales - aprendidos-, y amortigua los movim

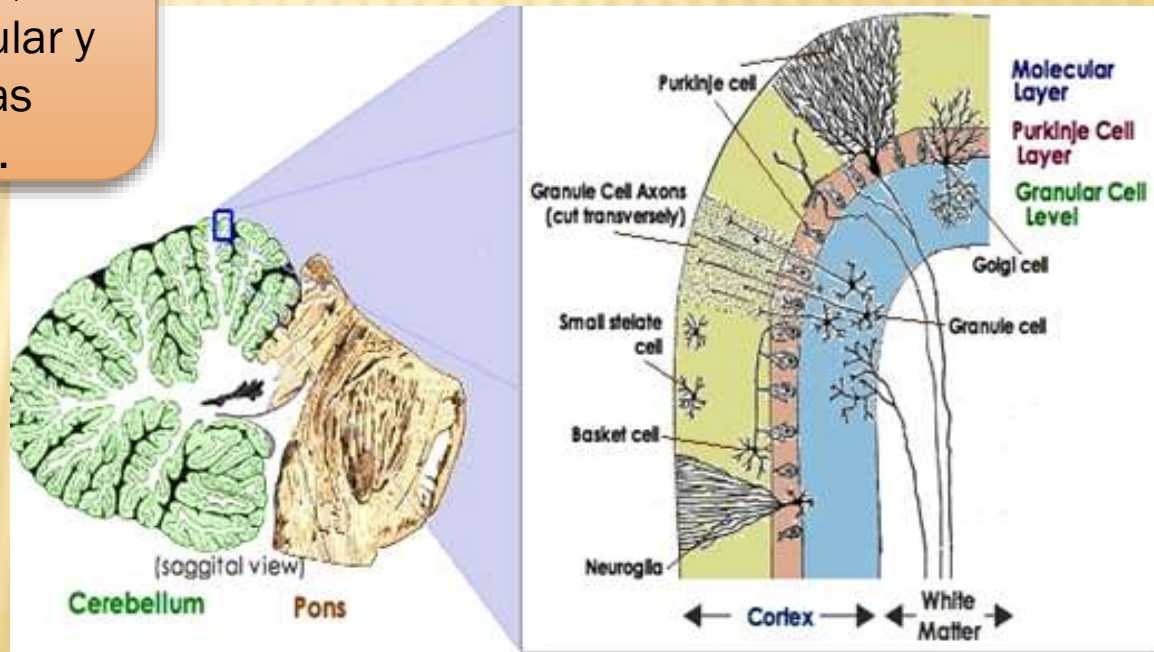


CORTEZA CEREBELOSA

1. Molecular: neuronas estrelladas y en cesto (internas), sus axones y dendritas discurren paralelamente en la capa. Excitatorias

2. Purkinje: sus dendritas se dirigen a la capa molecular, y sus axones van a los núcleos cerebelosos profundos. Son inhibitorias

3. Granulosa: células pequeñas muy abundantes que dan 4 dendritas para formar glomérulos cerebelosos, el axón asciende a la capa molecular y se ramifica en forma de T. Las granulosas son excitatorias.



ESTRELLADAS

GOLGI II

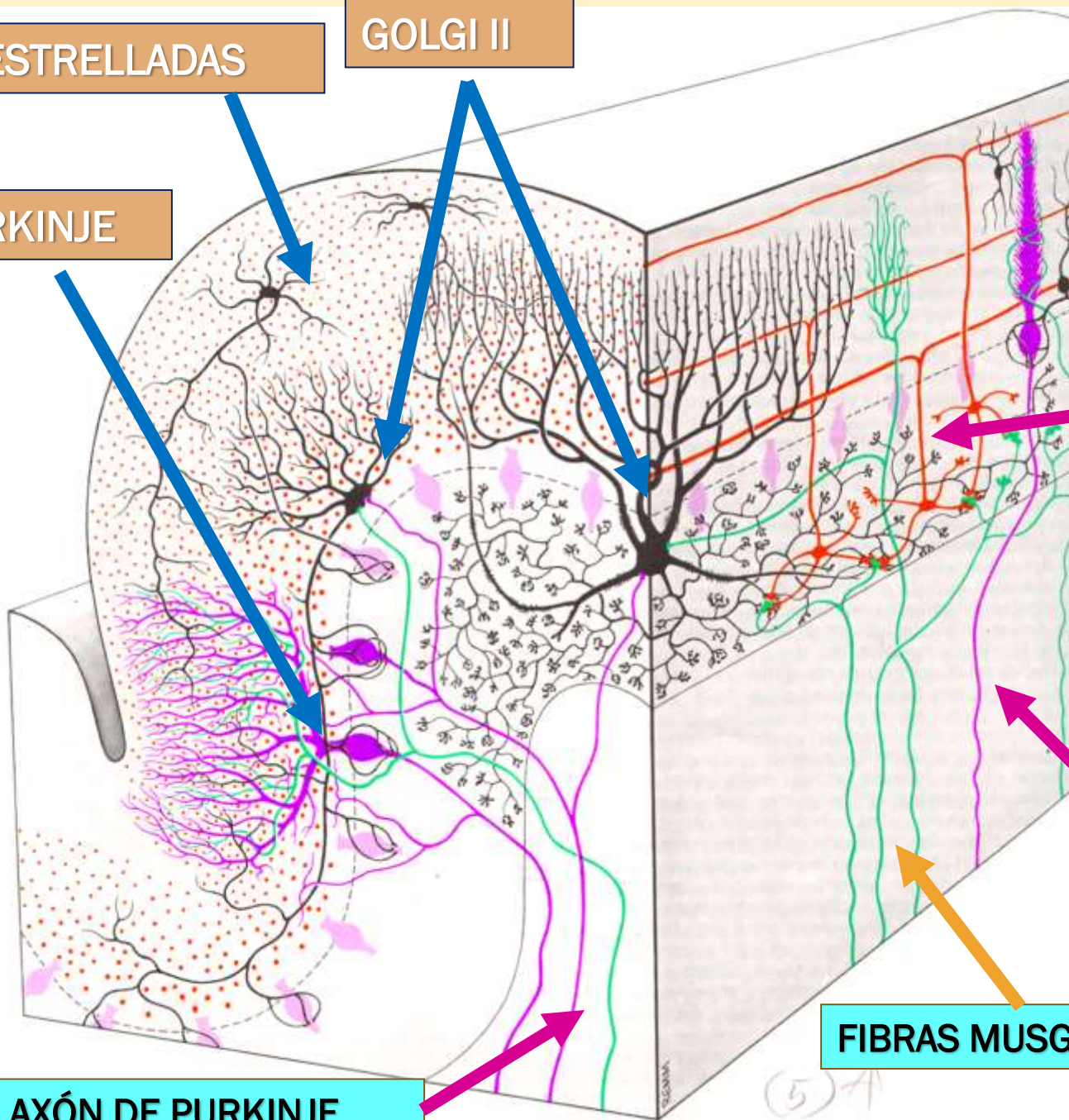
PURKINJE

FIBRAS
PARALELAS
(Axones de
Granulosa)

AXÓN DE
PURKINJE

FIBRAS MUSGOSAS

AXÓN DE PURKINJE

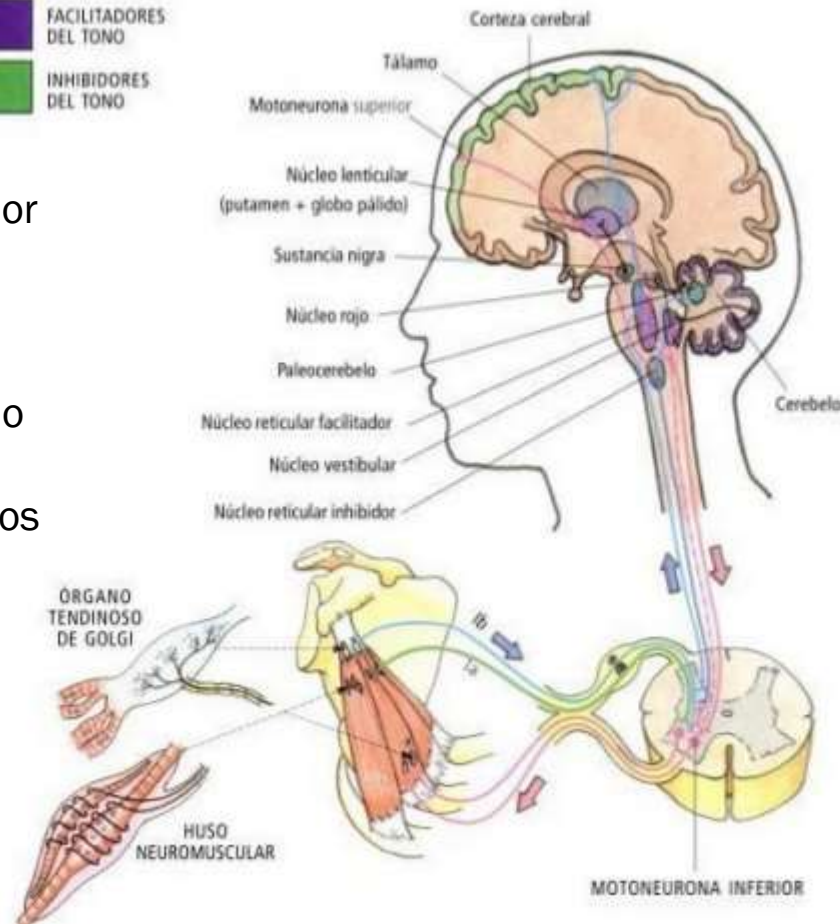


Tono Muscular

 FACILITADORES DEL TONO
 INHIBIDORES DEL TONO

Depende del influjo superior del cerebelo y de la formación reticular.

Los receptores del músculo detectan el nivel de contracción e informan a los centros superiores.



Mecanismo de activación y retroalimentación del Tono Muscular

Conducción de impulsos
Desde propioceptores
(Huso Neuromuscular y
Órgano tendinoso de Golgi).

Órganos supraespinales
Encargados de su
Regulación.

Tomado de: Daza J. Evaluación clínico-funcional del movimiento corporal humano. Editorial médica Panamericana, Bogotá - Colombia - 2007.

La formación reticular tiene centros tonígeos superiores e inferiores, que envían estímulos a los músculos ya sea inhibidores o facilitadores.
Es importante para mantener la postura y para ajustar el nivel de contracción de los músculos implicados en la ejecución de un movimiento.

Alteración vía piramidal

LESION neurona motora superior

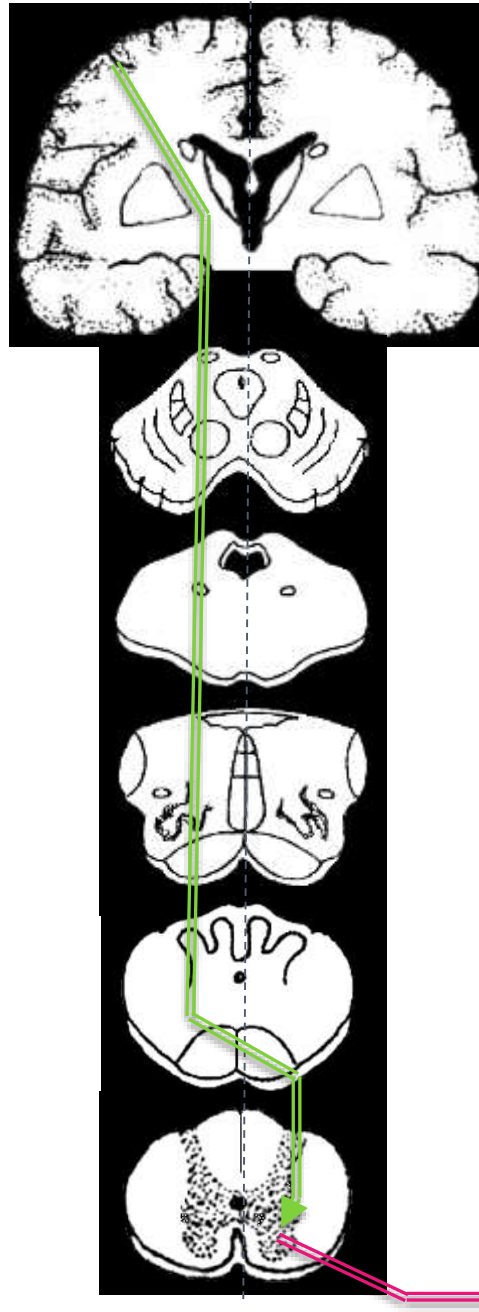
Daño por isquemia o por trauma en corteza, tallo, médula

- Parálisis espástica
- Hipertonía
- Hiperreflexia
- Reflejos patológicos

LESION neurona motora inferior

Daño por trauma en médula o en nervio periférico, también enf neurodegenerativa ej ELA

- Parálisis flácida
- Hipotonía
- Hiporreflexia.



Alteración vía extrapiramidal

Movimientos anormales:

- Temblor: movim rítmico oscilatorio de poca amplitud. T de reposo (E de Parkinson) y T de intención (lesión de cerebelo).
- Corea: ej baile de San Vito
- Atetosis: lentos reptación distales
- Hemibalismo: movim lanzar brazo
- Distonías: hipertonía e hipotonía
- Convulsiones (movim tónico-clónicos)
- Tics: movim convulsivo repetitivo
- Fibrilaciones y fasciculaciones musculares