

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Medicina



FACULTAD DE MEDICINA

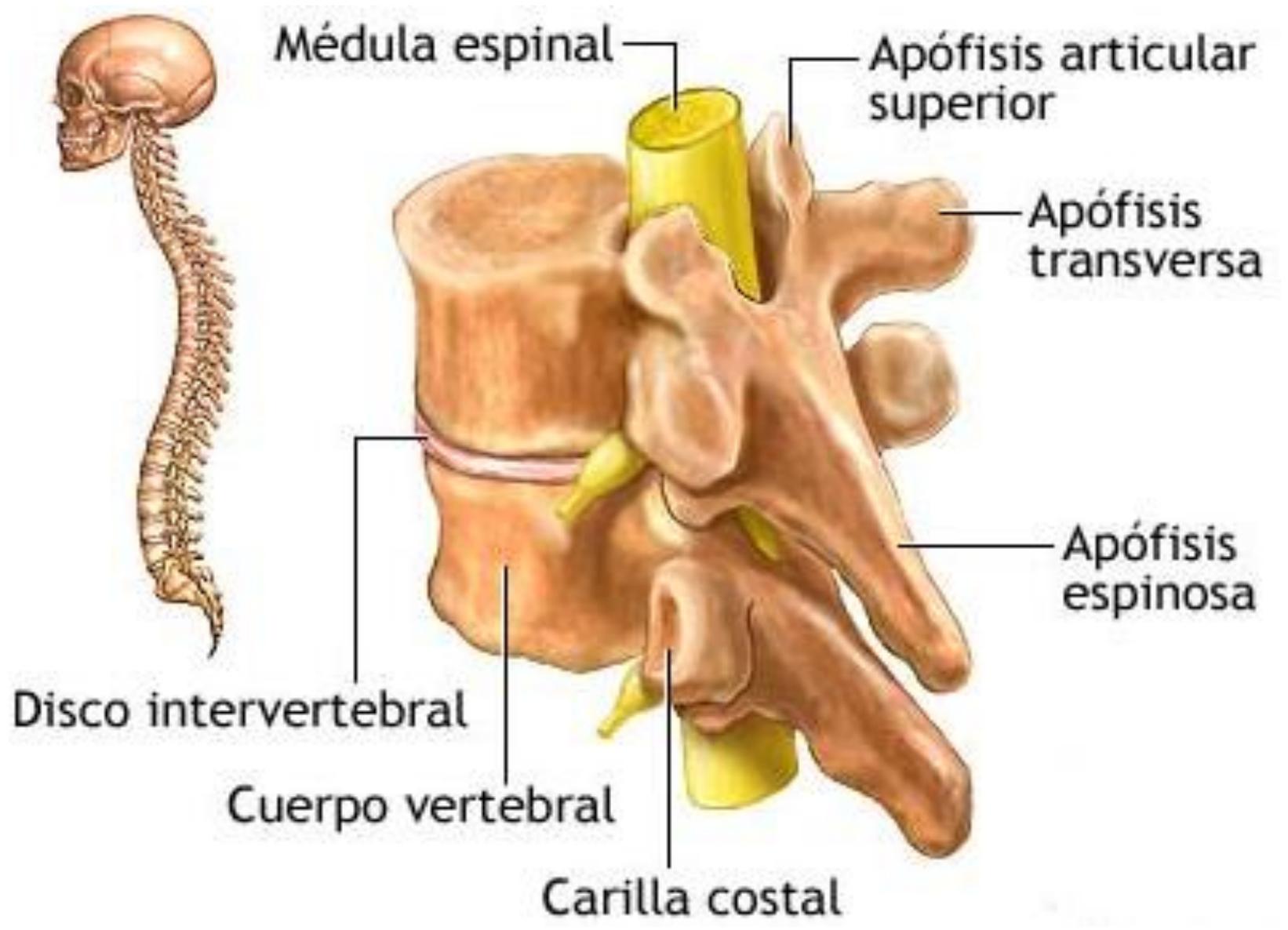
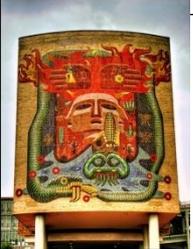
DEPARTAMENTO DE ANATOMÍA

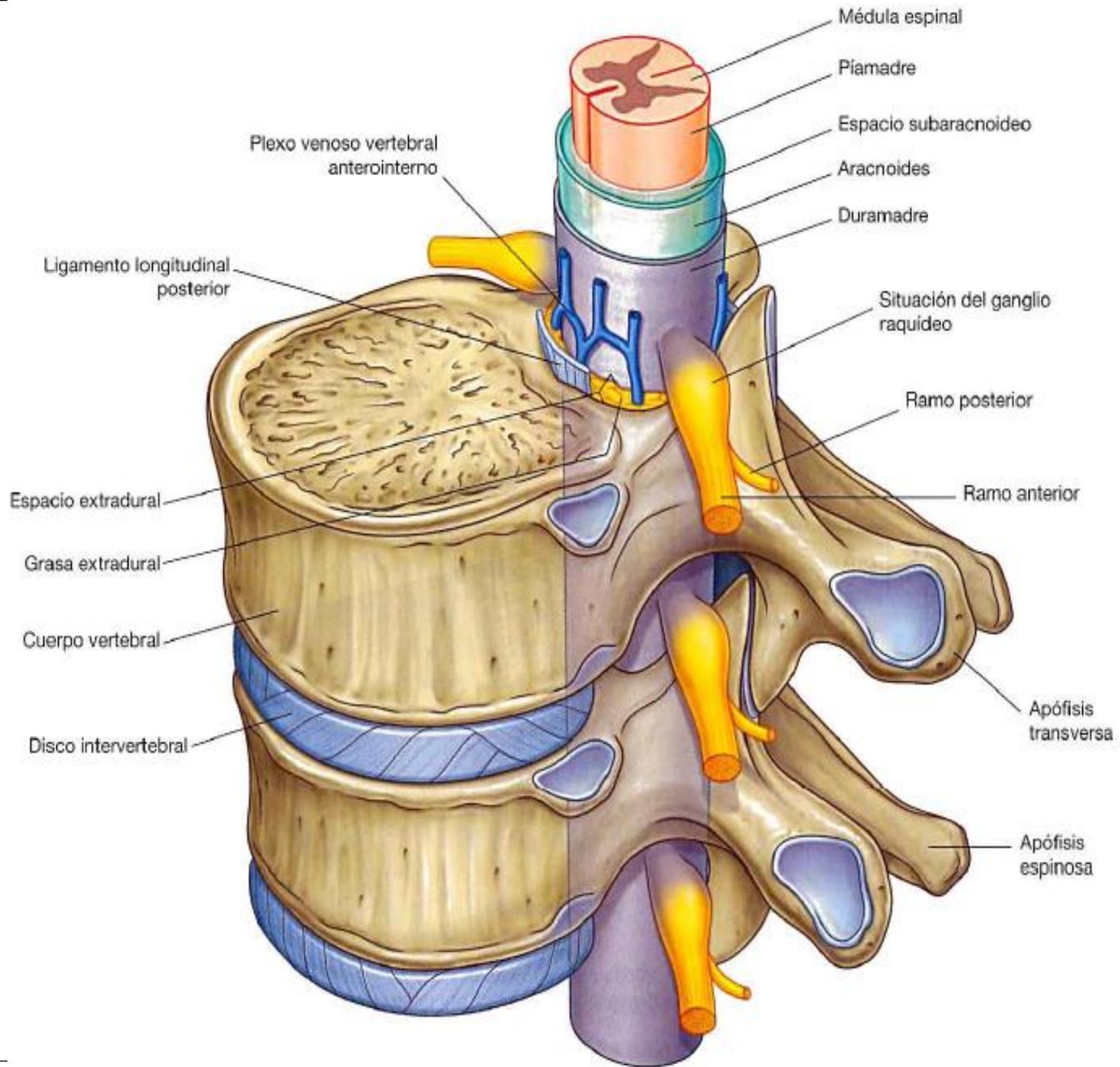
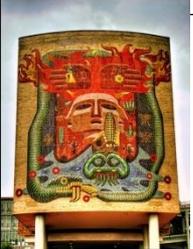
MÉDULA ESPINAL CONFIGURACIÓN EXTERNA E INTERNA

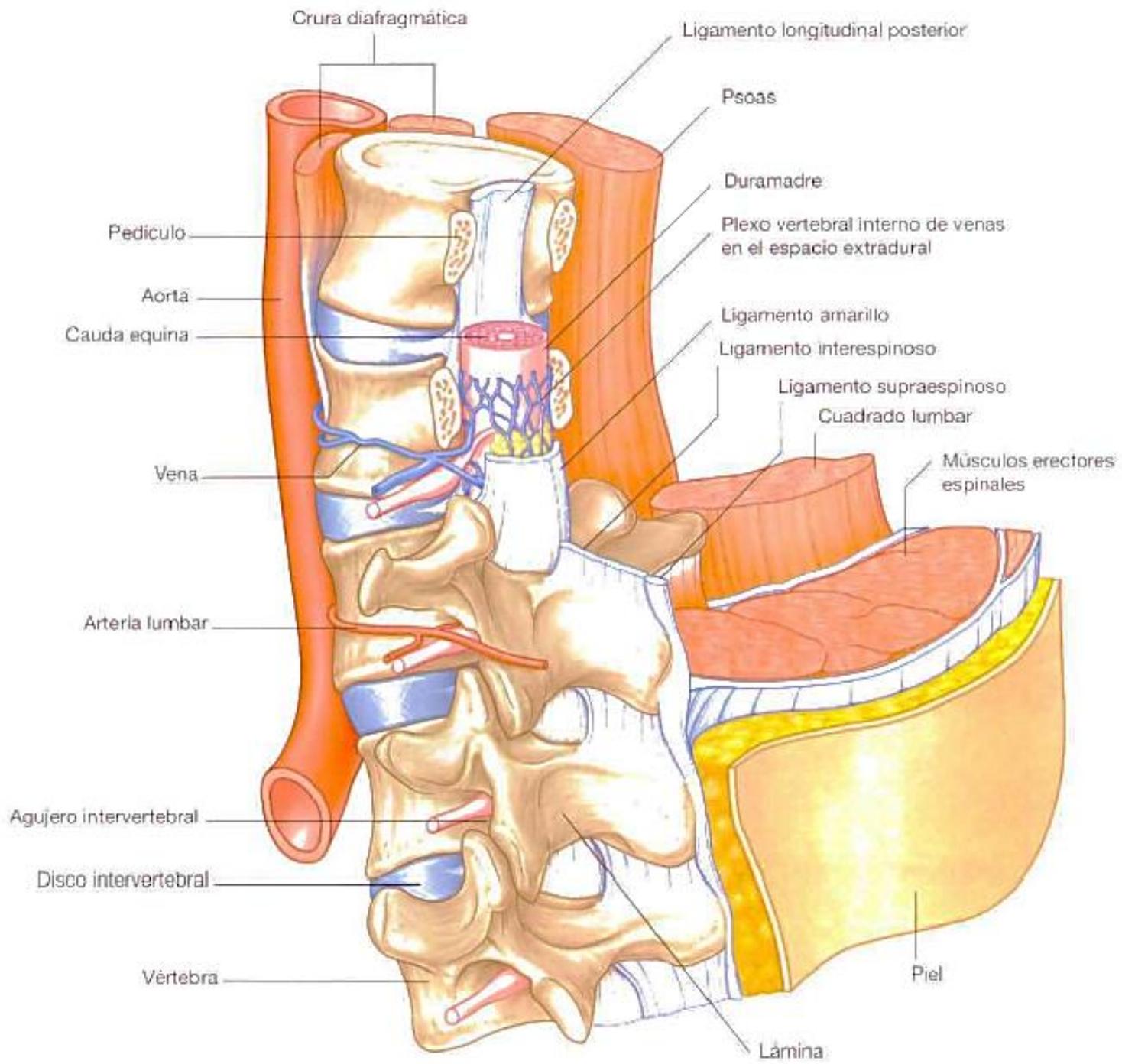
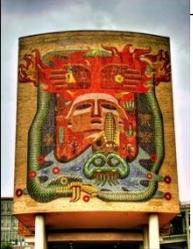
GRUPO 1116

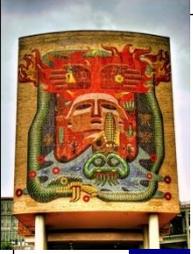
DR. SANTIAGO MPSS

Ciudad Universitaria, D. F., a 15 de octubre de 2014.



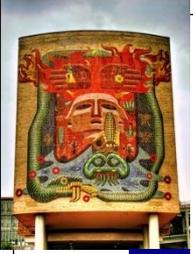






Médula espinal

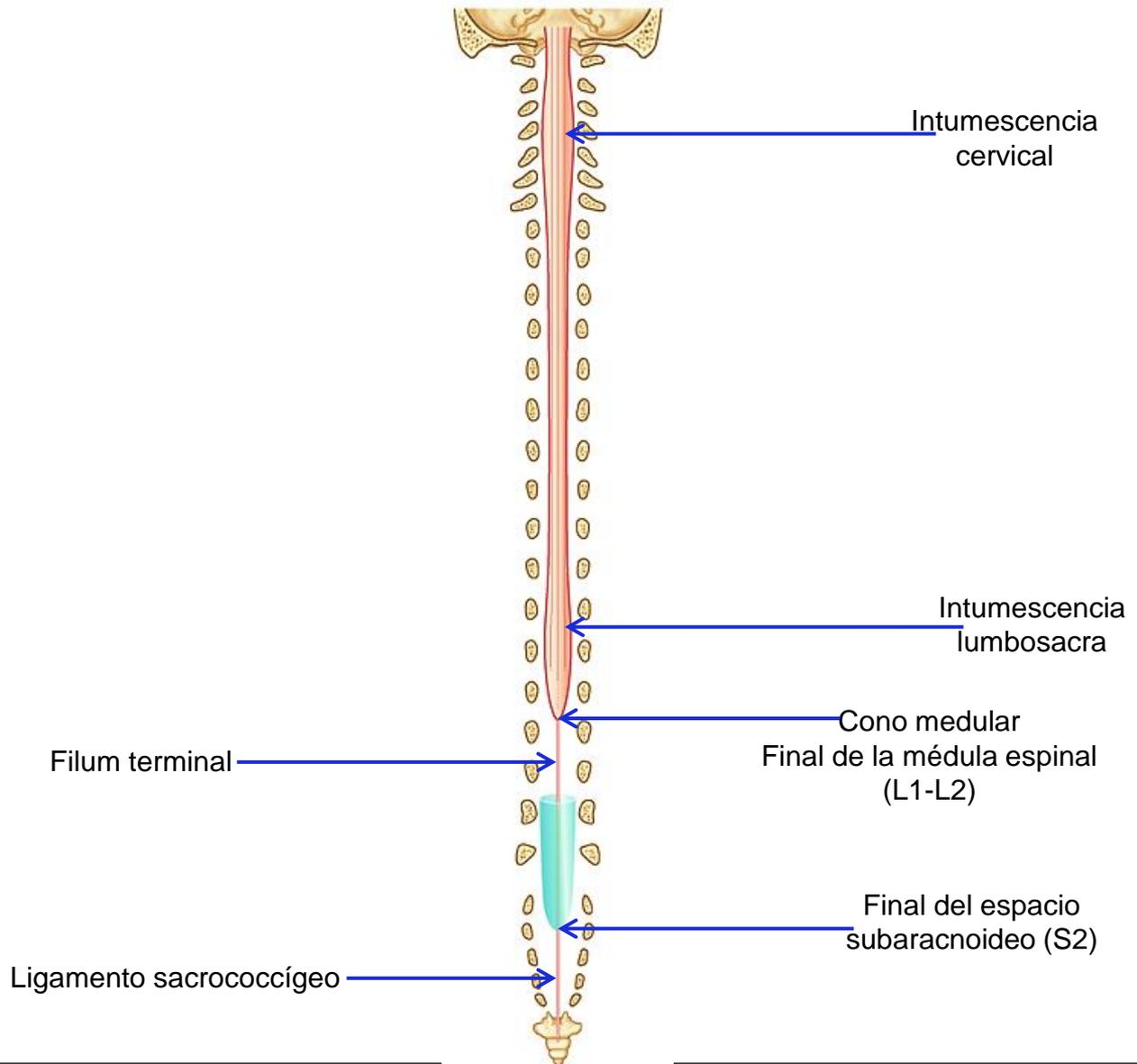
- Se encuentra en el conducto vertebral.
- Es la prolongación del SNC después de la médula oblongada.
- Mide aproximadamente 45 cm de largo (varones) y 42 cm (mujeres).
- Recibe información del tronco y los miembros, y los controla.

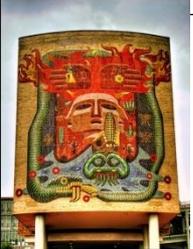


Médula espinal

- Forma cilíndrica, excepto en dos regiones ensanchadas: **intumescencia medular**.
 - **Intumescencia cervical** (C3 – T2 Snell, C4 – T1 Barr):
 - ✓ Originan los nervios que forman el **Plexo Braquial (C5 – T1)**.
 - ✓ **Inervación motora a la extremidad superior.**
 - **Intumescencia lumbosacra** (L1 – S3 Snell, L2 – S3 Barr):
 - ✓ Originan el **plexo Lumbosacro (L1 – S4)**.
 - ✓ **Inervación motora del miembro inferior.**

Médula espinal





Límites de la Médula espinal

- **Superior:**

- Foramen magno.
- Tallo cerebral (médula oblongada)
- Emergencia del 1er par del nervio espinal.
- Borde superior del arco anterior del atlas.
- Articulación atlantoaxial medial (según Nava Segura)
- Decusación piramidal.

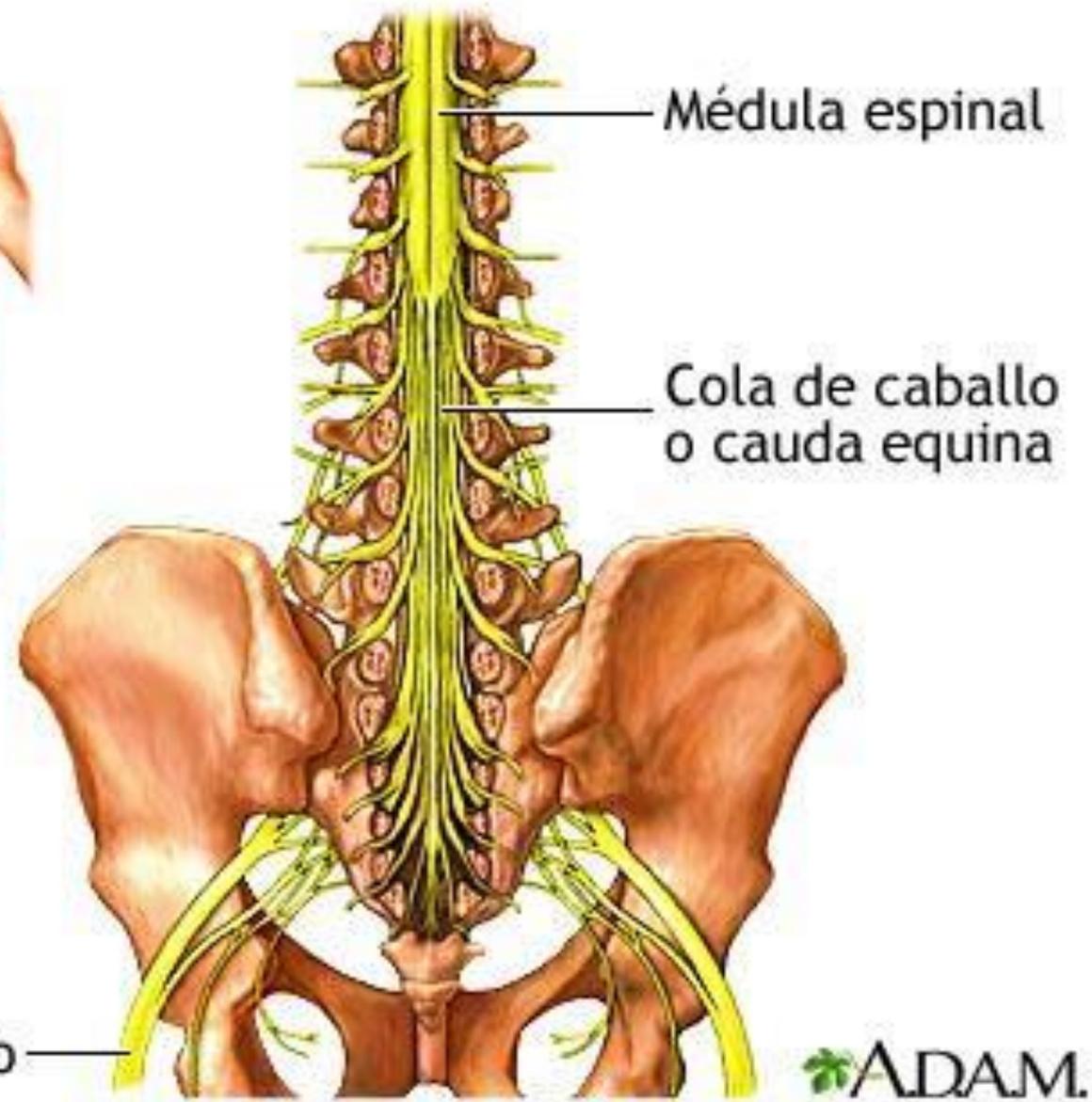
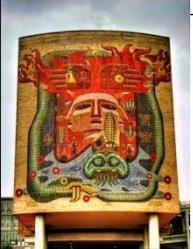
- **Inferior:**

- Se ahusa en forma de **CONO MEDULAR**.
- En adultos
 - ✓ Borde inferior de vértebra L1 y borde superior de L2.
- En niños
 - ✓ Borde superior de vértebra L3.



Cauda equina (cola de caballo)

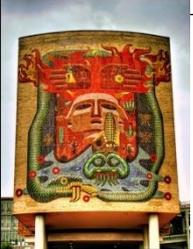
- A causa de la diferencia en las tasas de crecimiento de la médula espinal y la columna vertebral durante el desarrollo, la médula espinal del adulto no se extiende a todo lo largo del conducto vertebral.
- Termina a nivel lumbar (L1-L2) y continúa a través del canal vertebral como nervios espinales.
- Estos nervios (lumbares y sacros) descienden en una disposición semejante con la cola de un caballo, por lo que a esta agrupación se le denomina: **cauda equina** (cola de caballo).
- Estos nervios envían y reciben mensajes hacia y desde las extremidades inferiores y los órganos pélvicos.



Nervio ciático

Médula espinal

Cola de caballo
o cauda equina



CUADRO 5-1 Relaciones anatómicas de la médula espinal y columna vertebral en adultos.

| Segmentos de médula | Cuerpos vertebrales | Procesos espinosos |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| C8 | C6 inferior y C7 superior | C6 |
| T6 | T3 inferior y T4 superior | T3 |
| T12 | T9 | T8 |
| L5 | T11 | T10 |
| S | T12 y L1 | T12 y L1 |

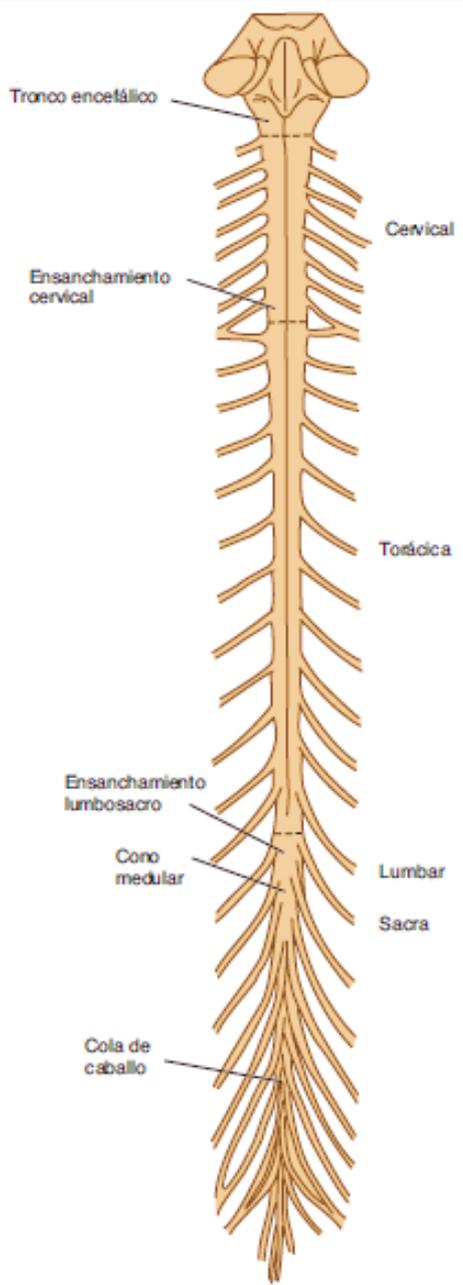
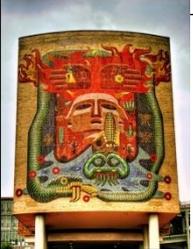


FIGURA 5-3 Esquema de vista dorsal de la médula espinal aislada y de los nervios espinales.

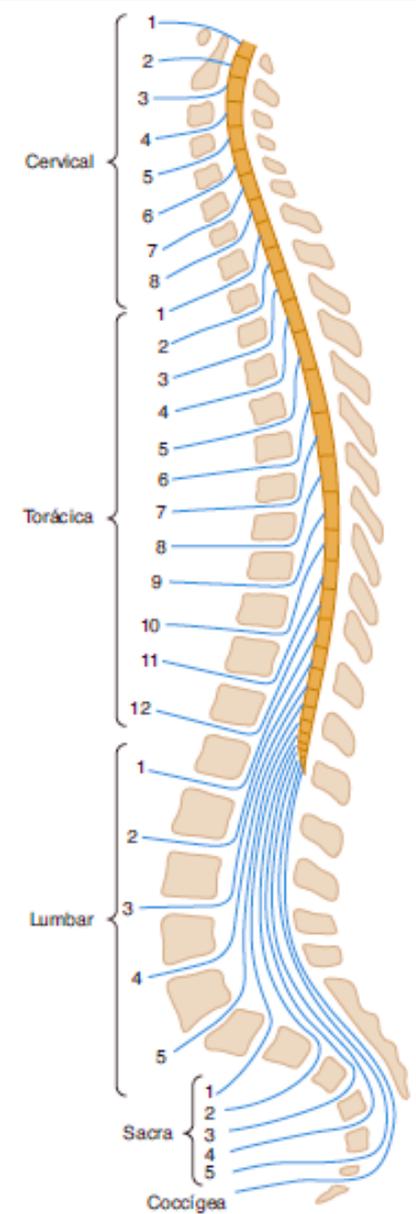
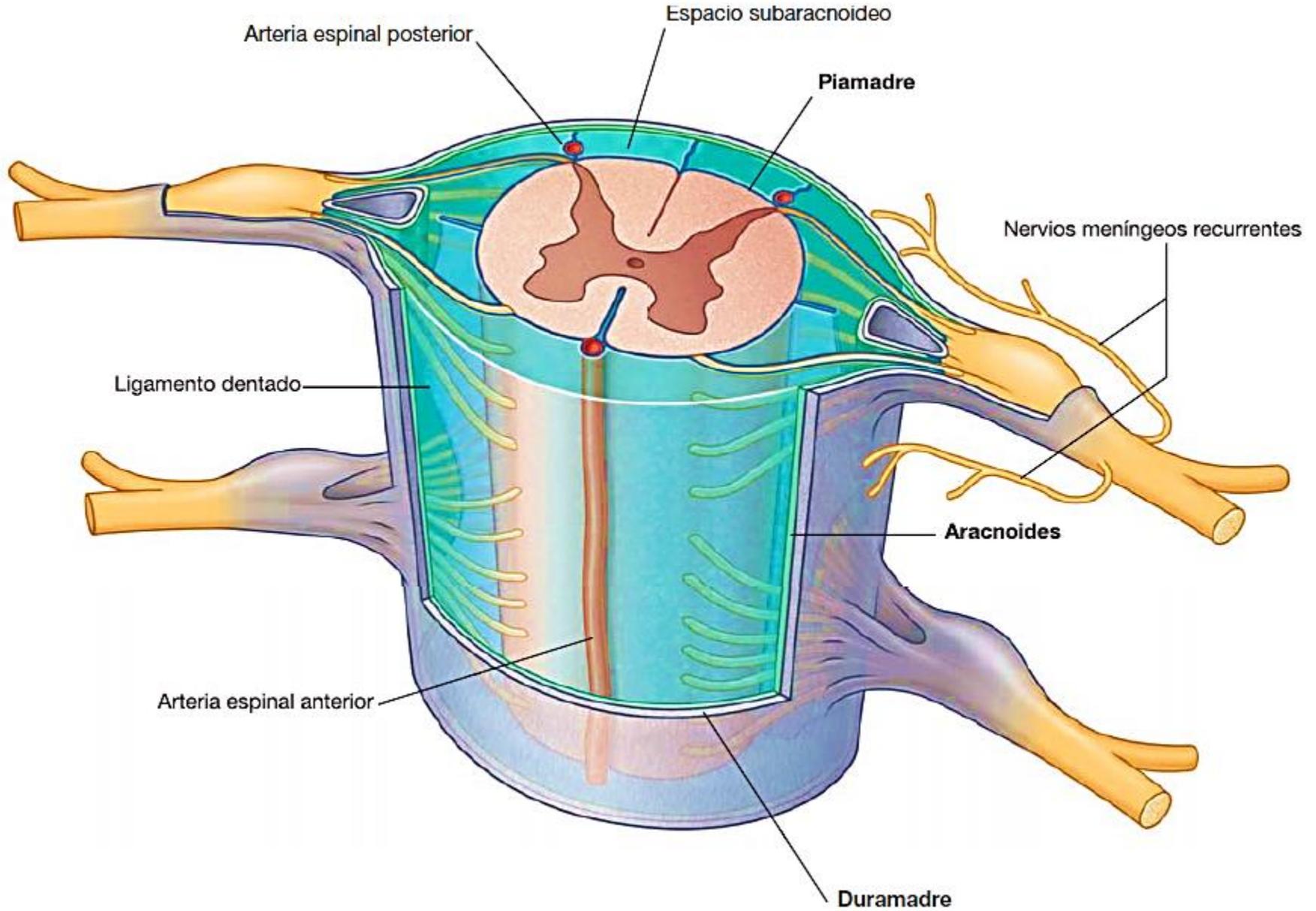
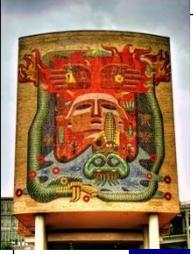


FIGURA 5-4 Ilustración esquemática de la relación entre la columna vertebral, la médula espinal y los nervios espinales. Nótese la desigualdad entre la ubicación de los segmentos de la médula espinal y el nivel vertebral donde salen las raíces desde la columna. Nótese también la terminación de la médula espinal al nivel de los cuerpos espinales L1 o L2.

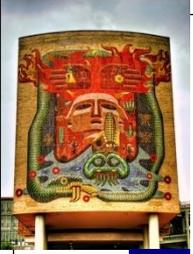
Meninges





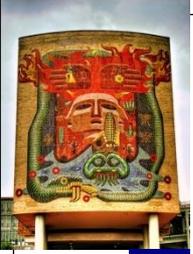
Meninges

- **Duramadre (paquimeninge).**
- **Aracnoides (leptomeninge).**
- **Piamadre (leptomeninge).**



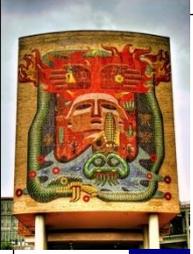
Duramadre (paquimeninge)

- Es una membrana fibrosa fuerte y densa que encierra la médula espinal y la cauda equina (cola de caballo).
- Es la más externa, separada de la columna vertebral por el espacio extradural.
- Forma un **tubo que se extiende desde el agujero magno hasta el nivel de la vértebra S2: SACO DURAL.**
- Termina en el filum terminal a nivel del borde inferior de la 2a vértebra sacra.



Aracnoides (leptomeninges)

- Membrana impermeable, ubicada entre la duramadre y la piamadre.
- Superpuesta, pero NO adherida a la superficie interna de la duramadre y forma el límite externo del **espacio subaracnoideo** lleno de LCR.
- Superiormente, a través del agujero magno continúa con la aracnoides que cubre al encéfalo.
- Inferiormente, **finaliza** al igual que la duramadre a nivel de la **vértebra S2**.

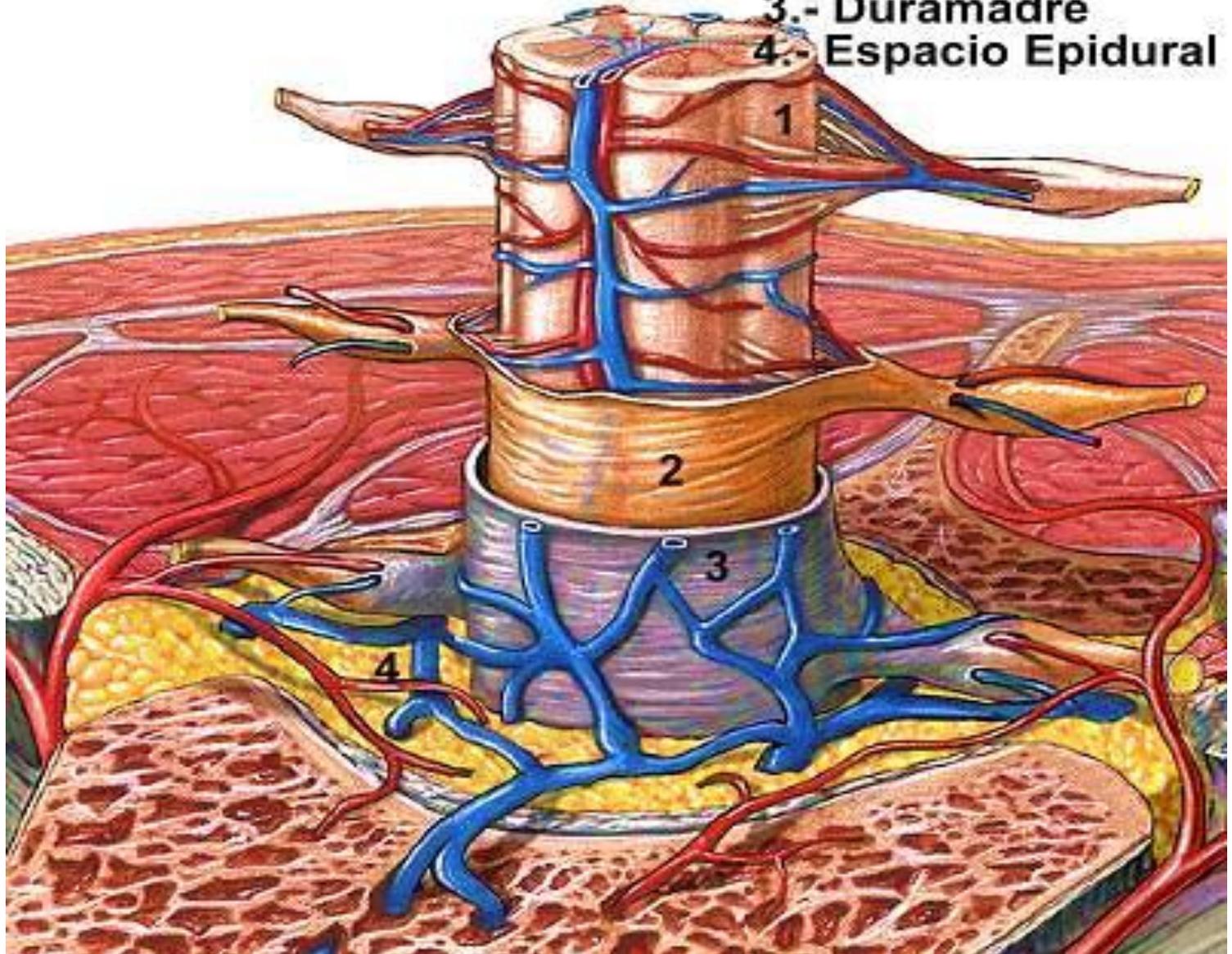


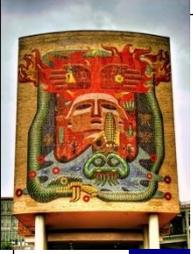
Piamadre (leptomeninge)

- Membrana vascular que se adhiere estrechamente a la superficie de la médula espinal.
- Engrosada a cada lado de las raíces nerviosas para formar el **ligamento dentado**, que se dirige lateralmente para adherirse a la aracnoides y la duramadre

MENINGES ESPINALES

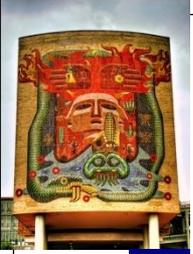
- 1.- Piamadre
- 2.- Aracnoides
- 3.- Duramadre
- 4.- Espacio Epidural





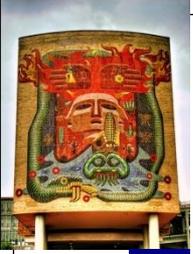
Espacios meníngeos espinales

- **Espacio epidural.**
- **Espacio subdural.**
- **Espacio subaracnoideo.**



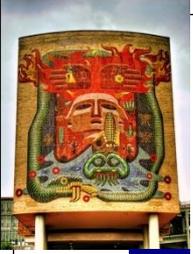
Espacio epidural

- **Espacio que existe entre la duramadre y el canal medular.**
- Tejido adiposo.
- Plexo venosos epidural o vertebral interna.
- Se inyecta anestésicos locales: **anestesia epidural** (aliviar el dolor durante el parto).



Espacio subdural

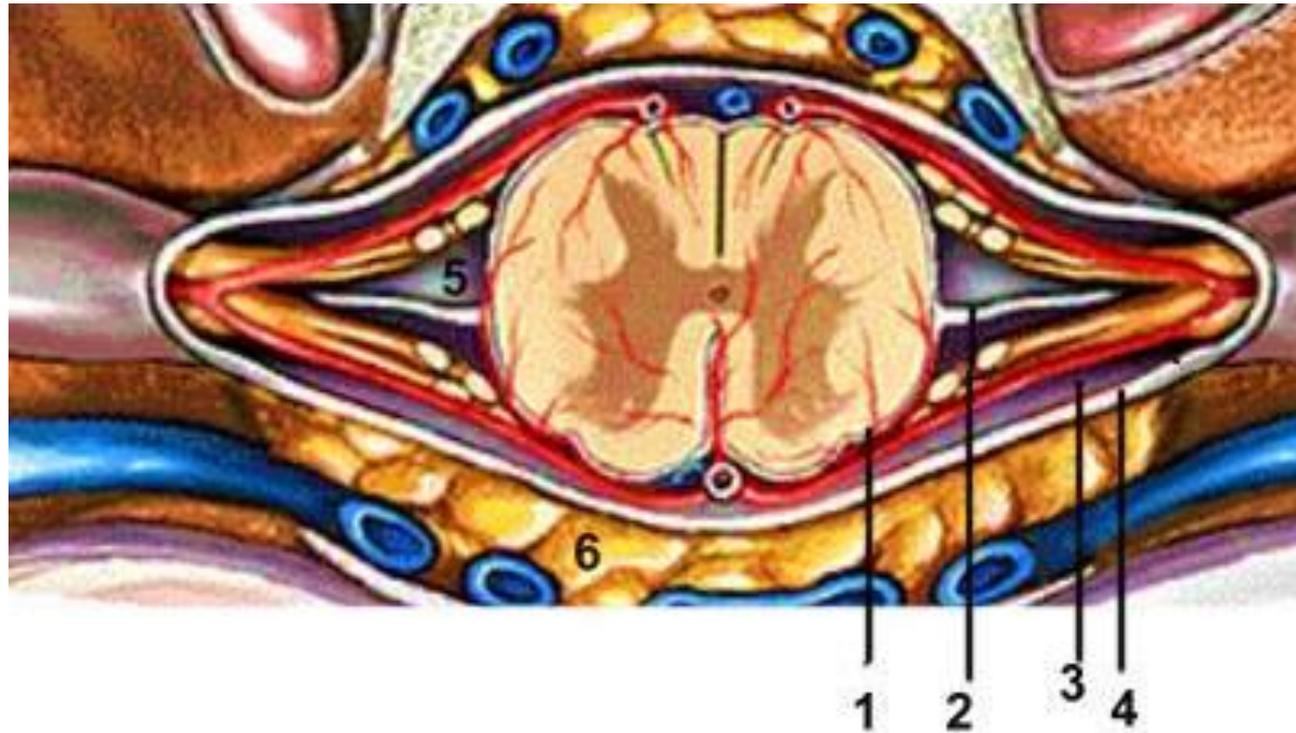
- Espacio virtual que existe entre la aracnoides y la duramadre.
- Cursan venas en puente, su rotura produce **hematoma subdural**.



Espacio subaracnoideo

- **Espacio que se forma entre la piamadre y aracnoides.**
- Lleno de LCR, vasos sanguíneos y ligamento dentado.
- **Cisterna subaracnoideo:**
 - Expansión o dilatación del espacio subaracnoideo.
 - Hay mayor cantidad de LCR.
 - **Cisterna lumbar: L2 - S2** (Barr).

Espacios meníngeos espinales



- 1.- Piamadre
- 2.- Ligamento Dentado
- 3.- Aracnoides
- 4.- Duramadre
- 5.- Espacio Subaracnoideo
- 6.- Espacio Epidural

A

Límite final de la médula espinal (normalmente entre las vértebras LI y LII)

Extremo final del espacio subaracnoideo

Apófisis espinosa de la vértebra TXII

Apófisis espinosa de la vértebra LIV

Apófisis espinosa de la vértebra SII

Vértice del cóccix

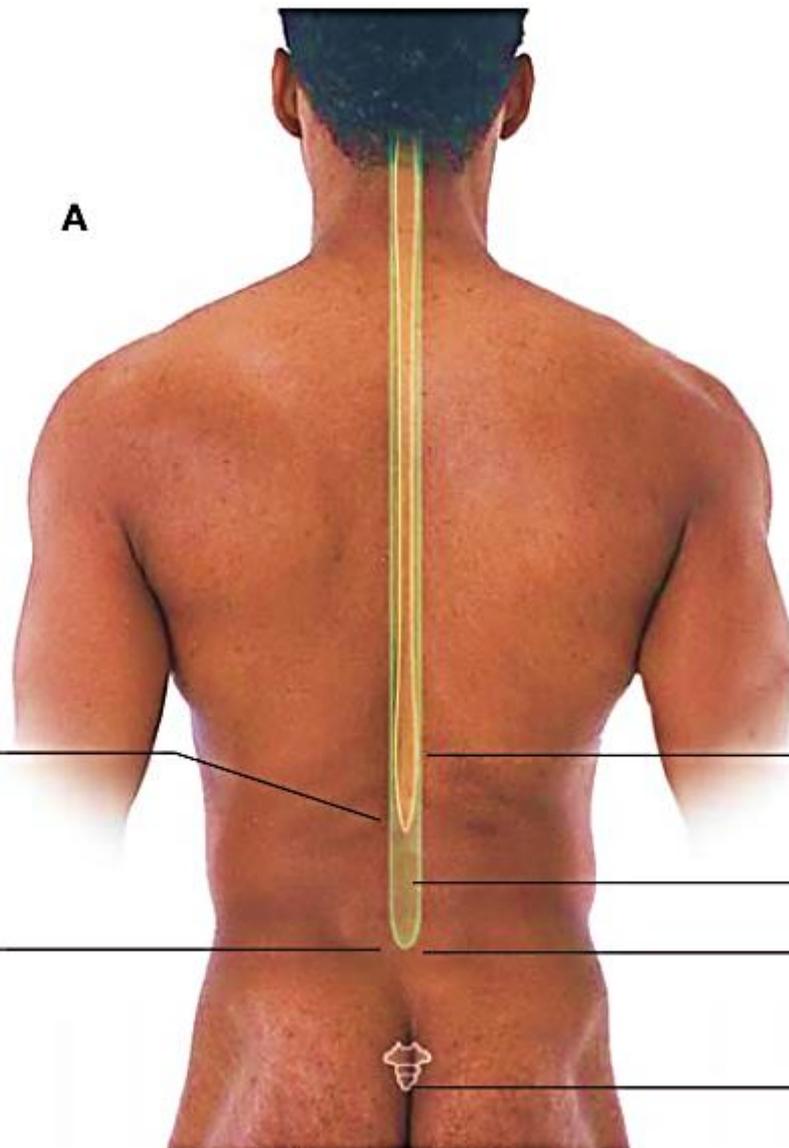
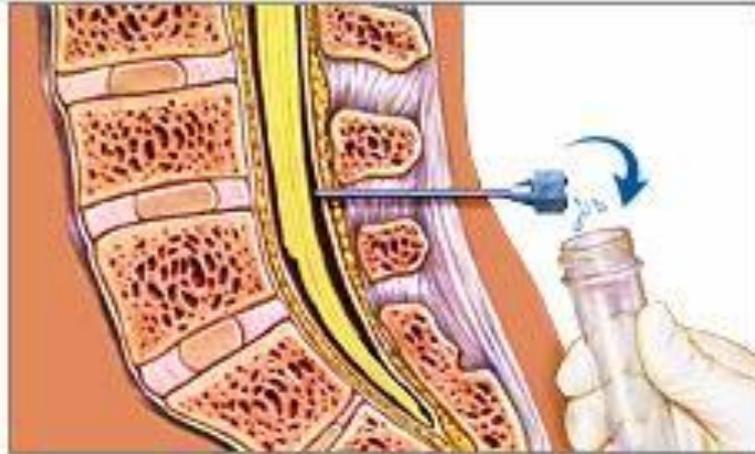


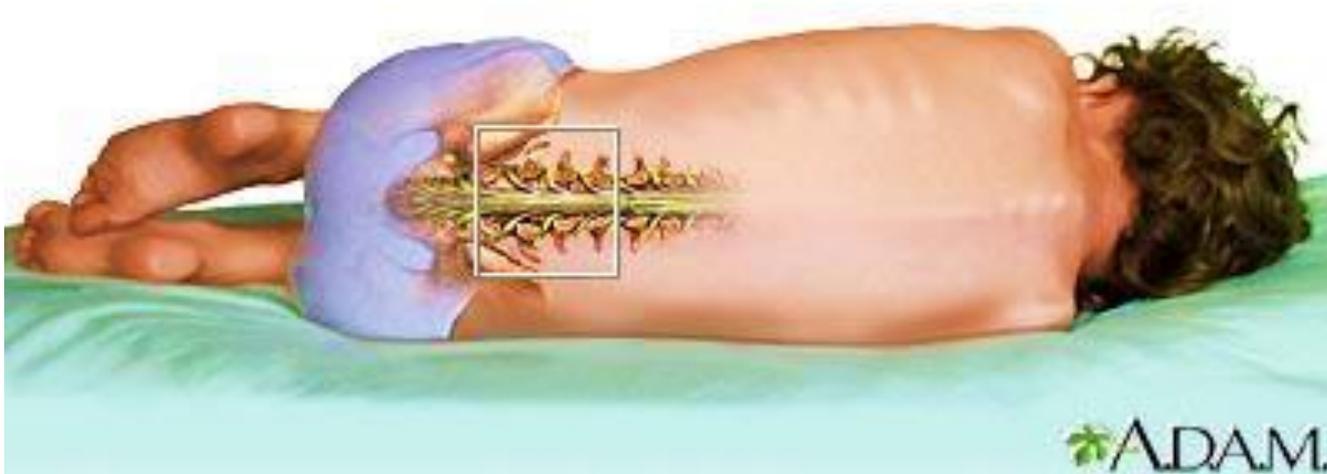
Fig. 2.60 La región dorsal del tronco con indicación del final de la médula espinal y del espacio subaracnoideo. A. En un hombre.

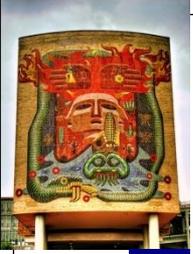
Punción lumbar

La aguja se inserta entre los procesos espinosos de la 3^a/4^a -4^a/5^a vertebra lumbar.



Se extrae líquido cefalorraquídeo para su análisis





B

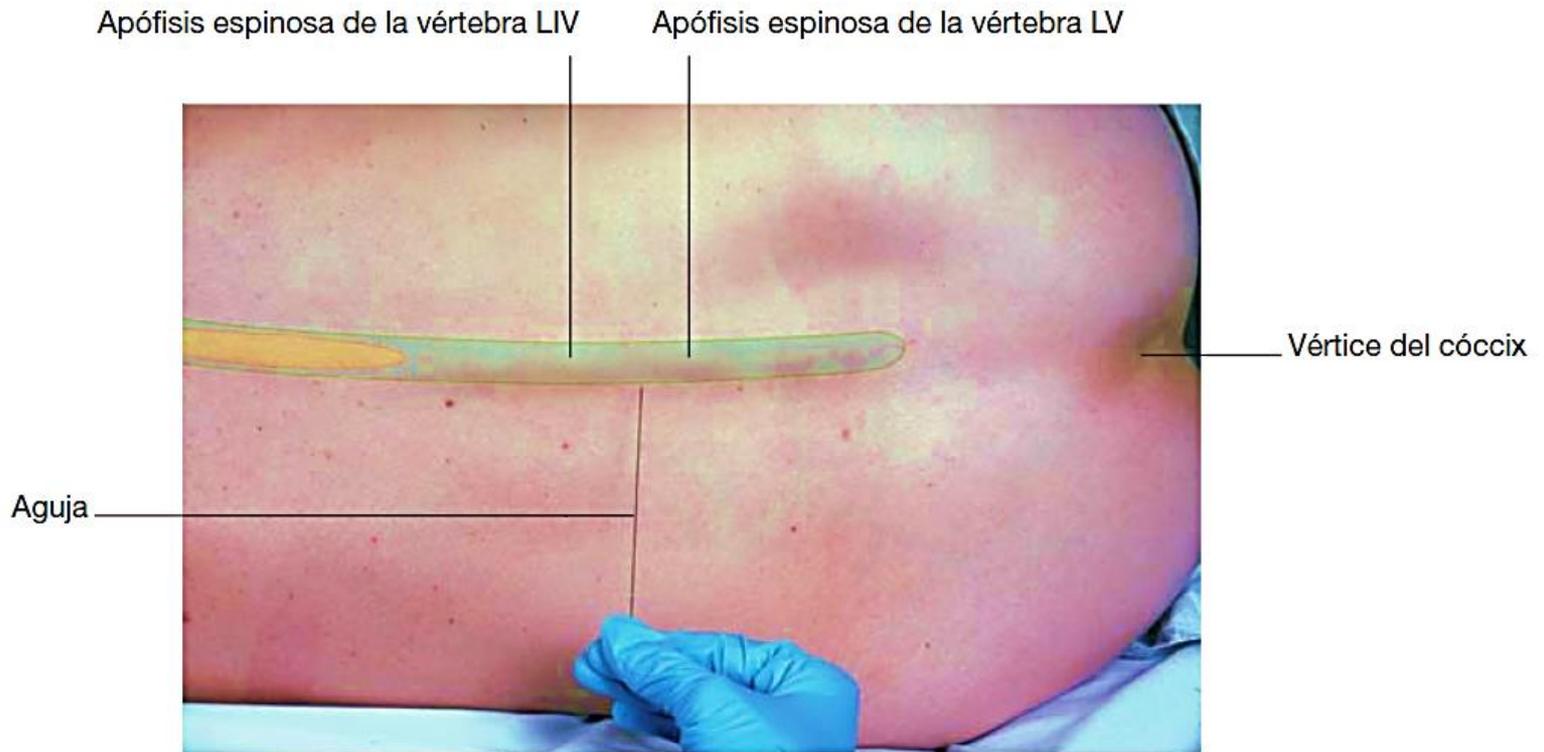
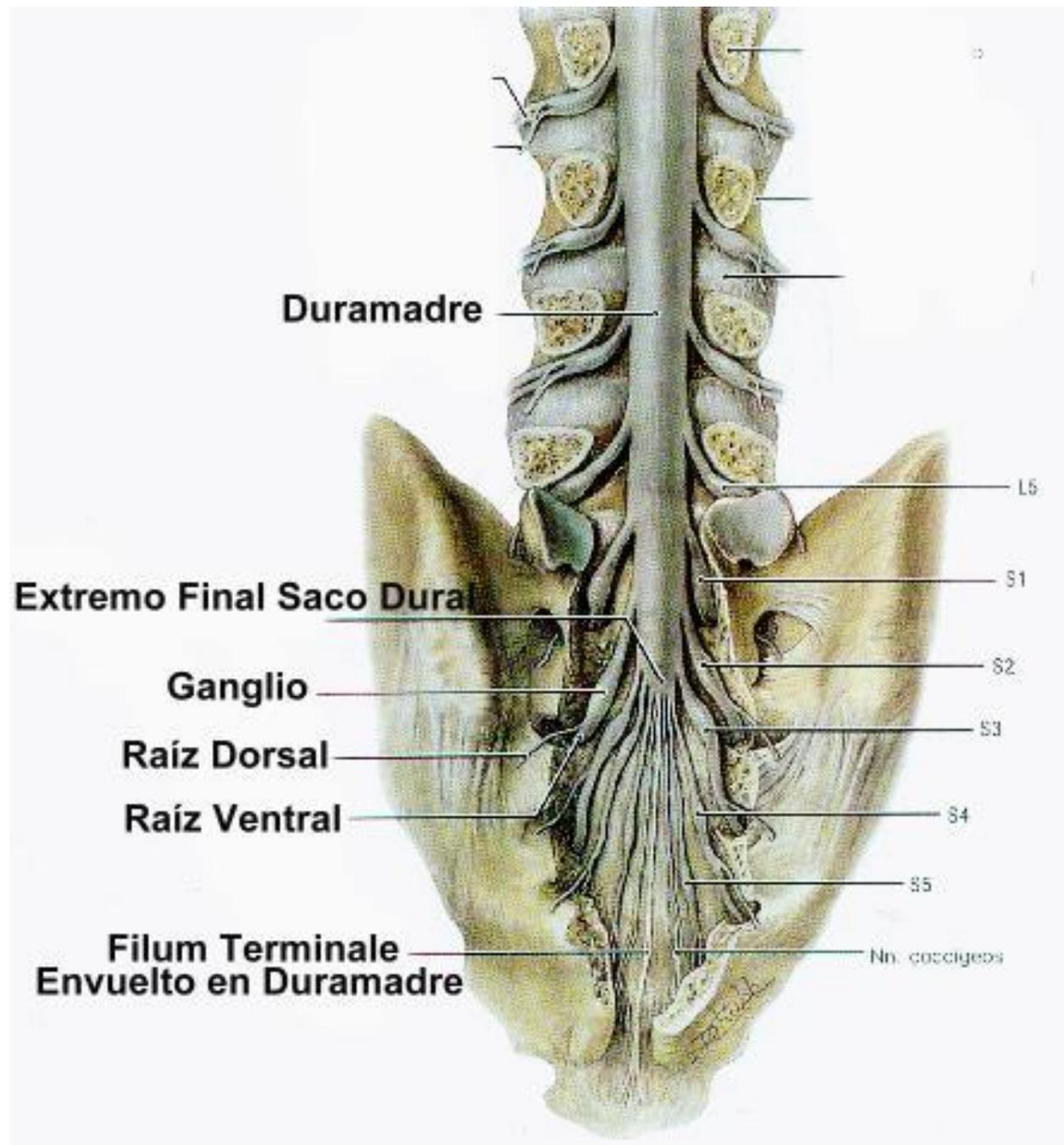
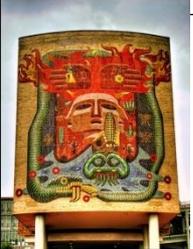


Fig. 2.60 (cont.) La región dorsal del tronco con indicación del final de la médula espinal y del espacio subaracnoideo. **B.** En una mujer tumbada sobre su lado en posición fetal, lo cual hace más notorias las apófisis espinosas de las vértebras lumbares y abre los espacios entre los arcos vertebrales adyacentes. Se puede extraer líquido cefalorraquídeo del espacio subaracnoideo en la zona inferior de la columna lumbar sin poner en riesgo la médula espinal.





MEDIOS DE FIJACIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL

Superior:

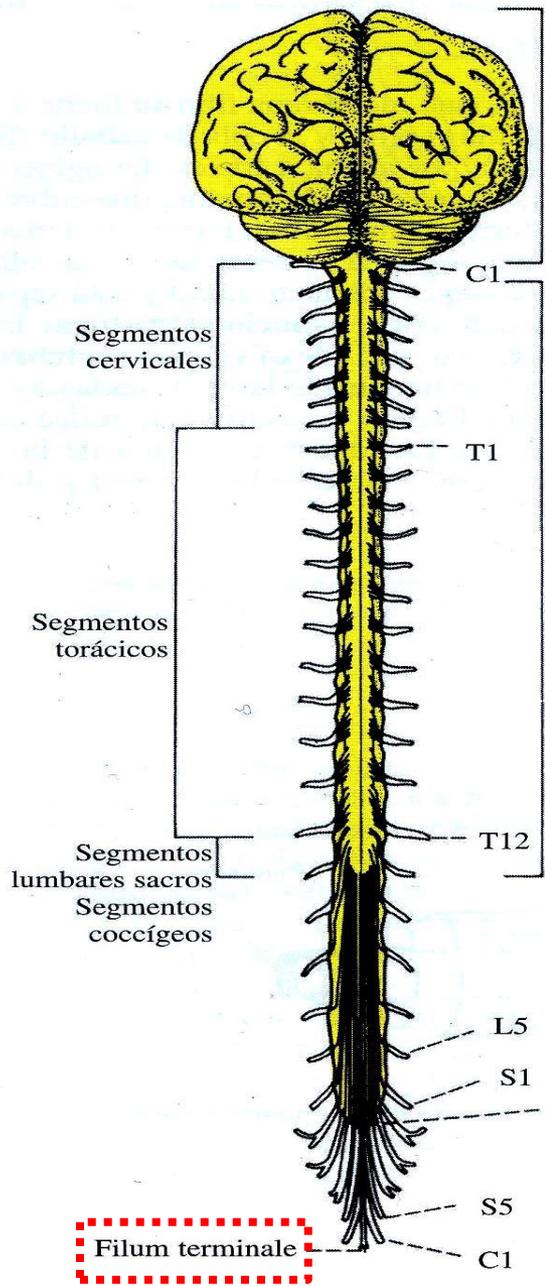
- Tallo cerebral o tronco encefálico

Inferior:

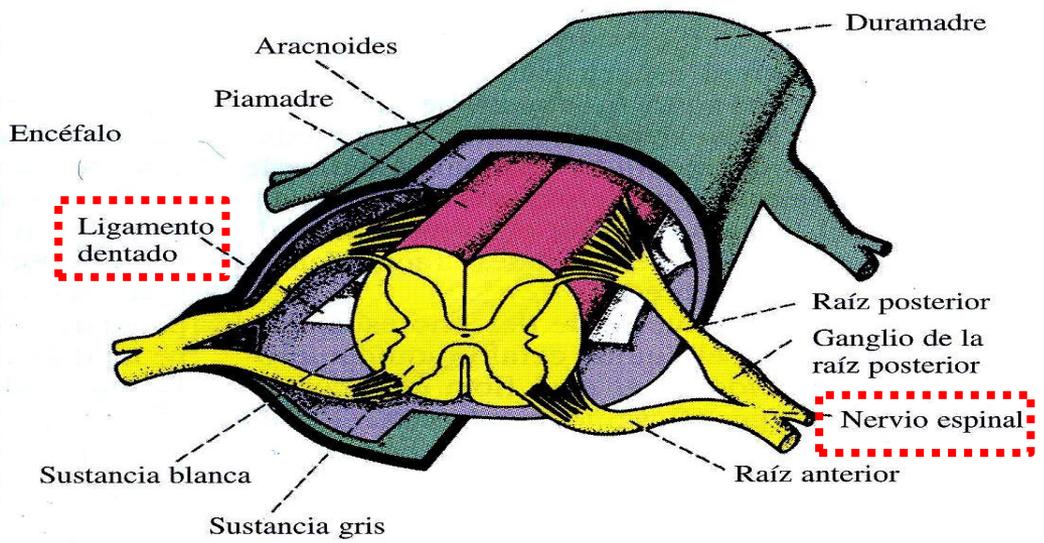
- Filum terminal
 - Prolongación de la **piamadre** a partir del **cono medular** hasta la vértebra S2 y de ahí hasta la 1ra vértebra coccígea: **ligamento sacrococcígeo**

Lateralmente:

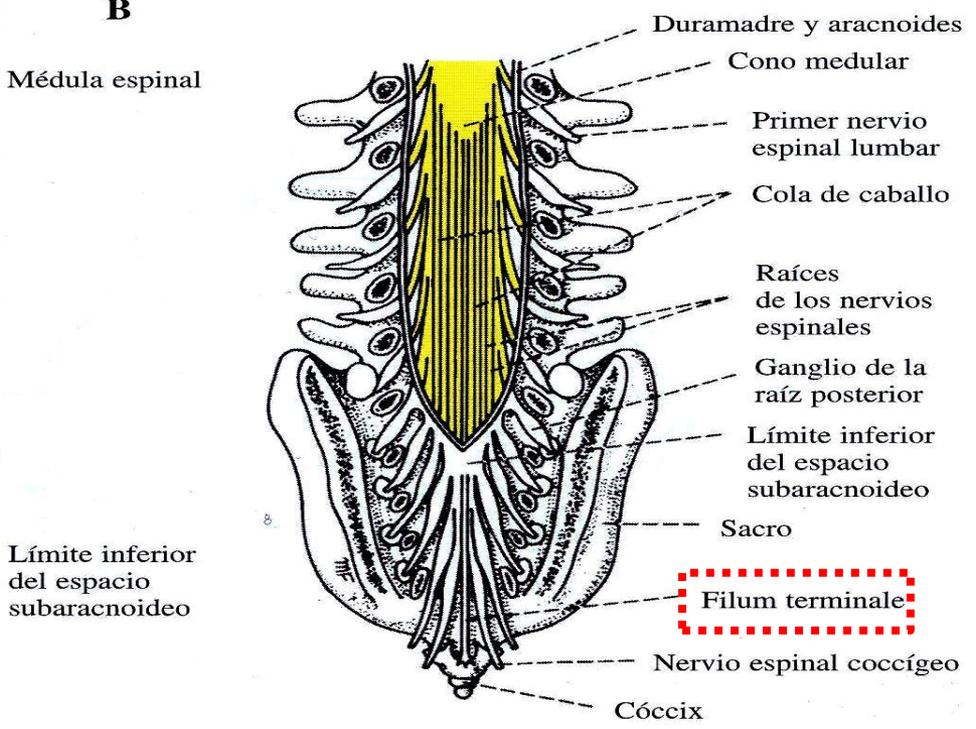
- Nervios raquídeos o espinales.
- **Ligamento dentado:**
 - Se originan de la **piamadre**.
 - Son en número de 20 a 21 pares.
 - Se inserta en la duramadre.



A



B



C

Médula espinal

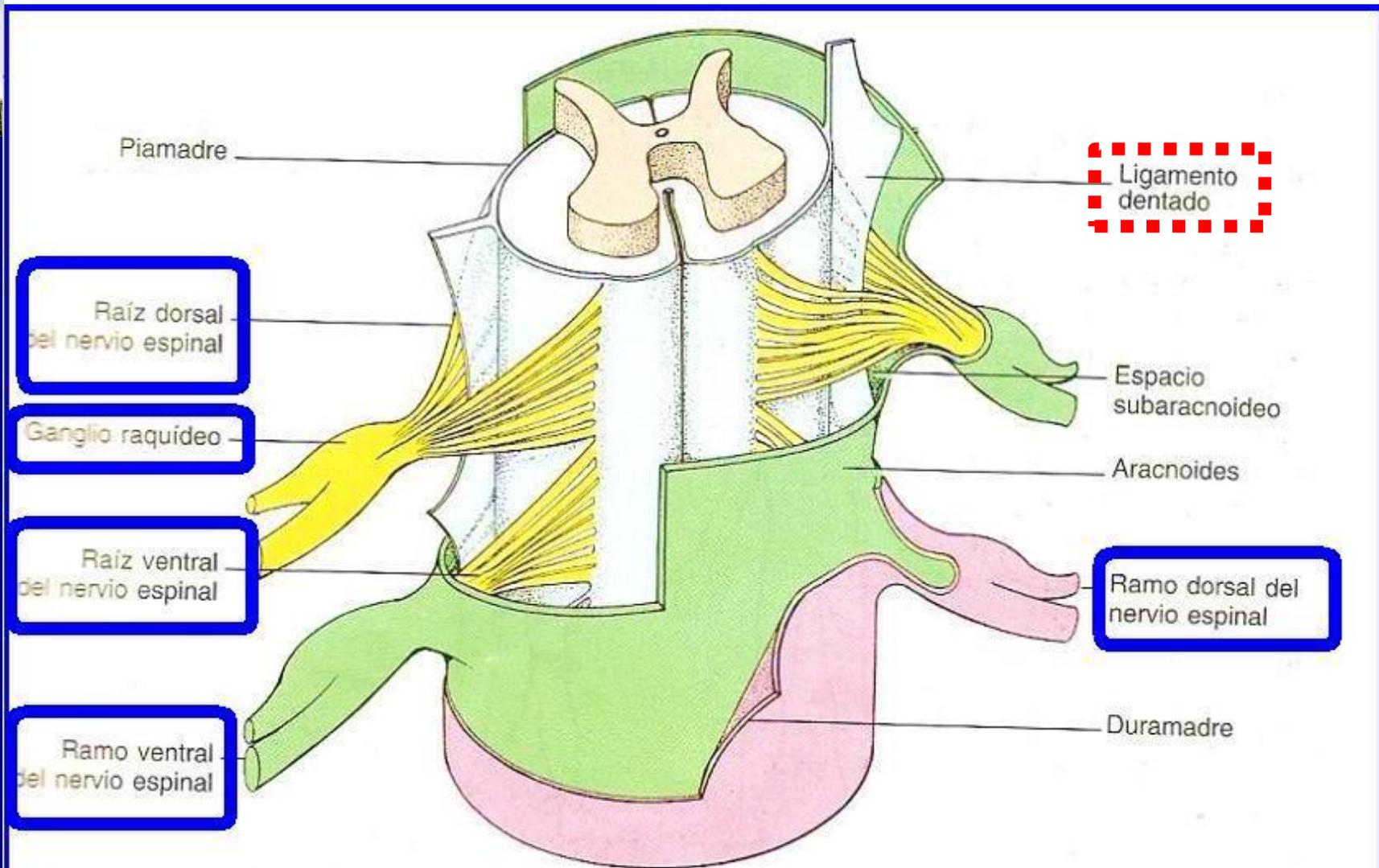
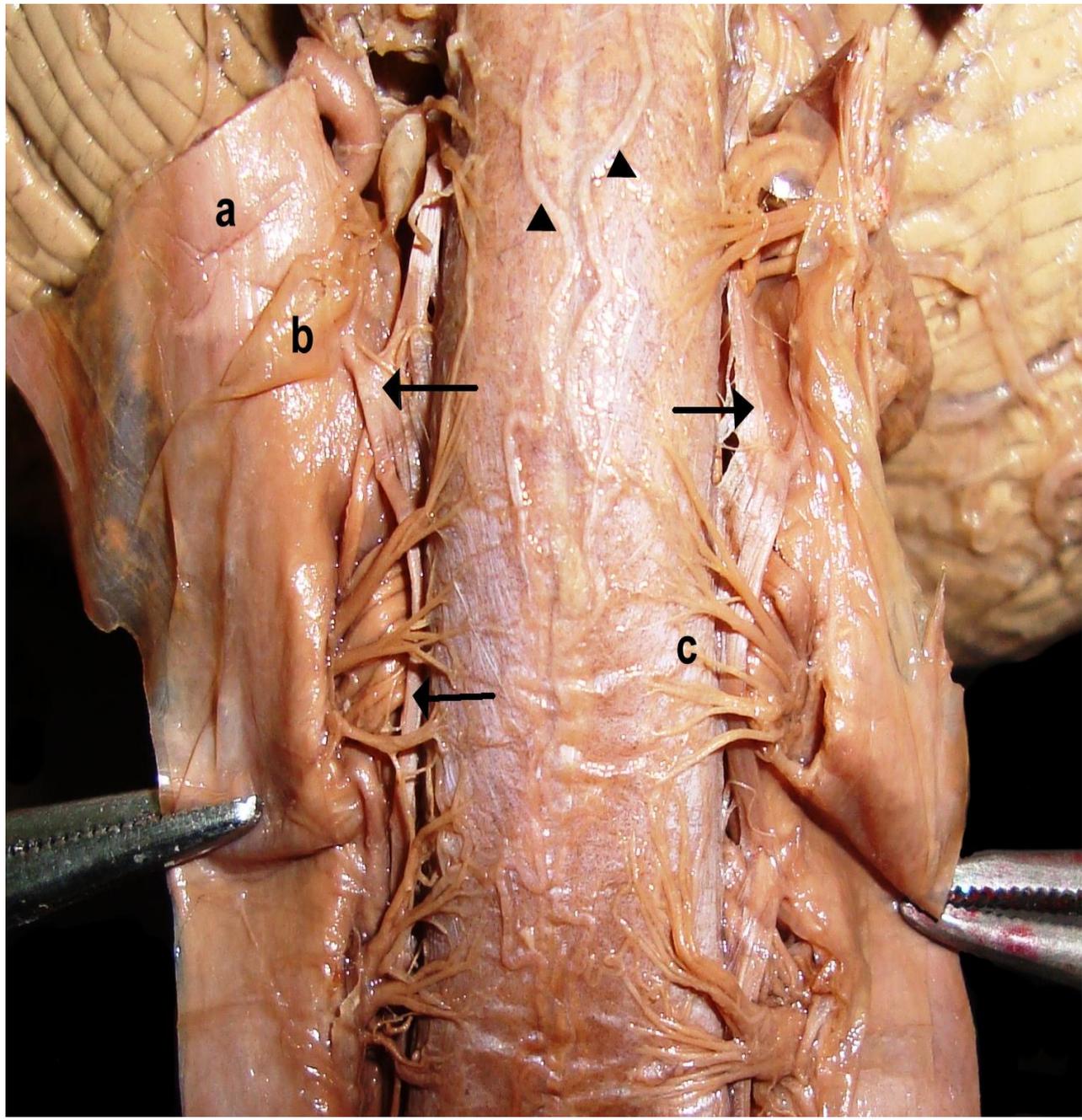
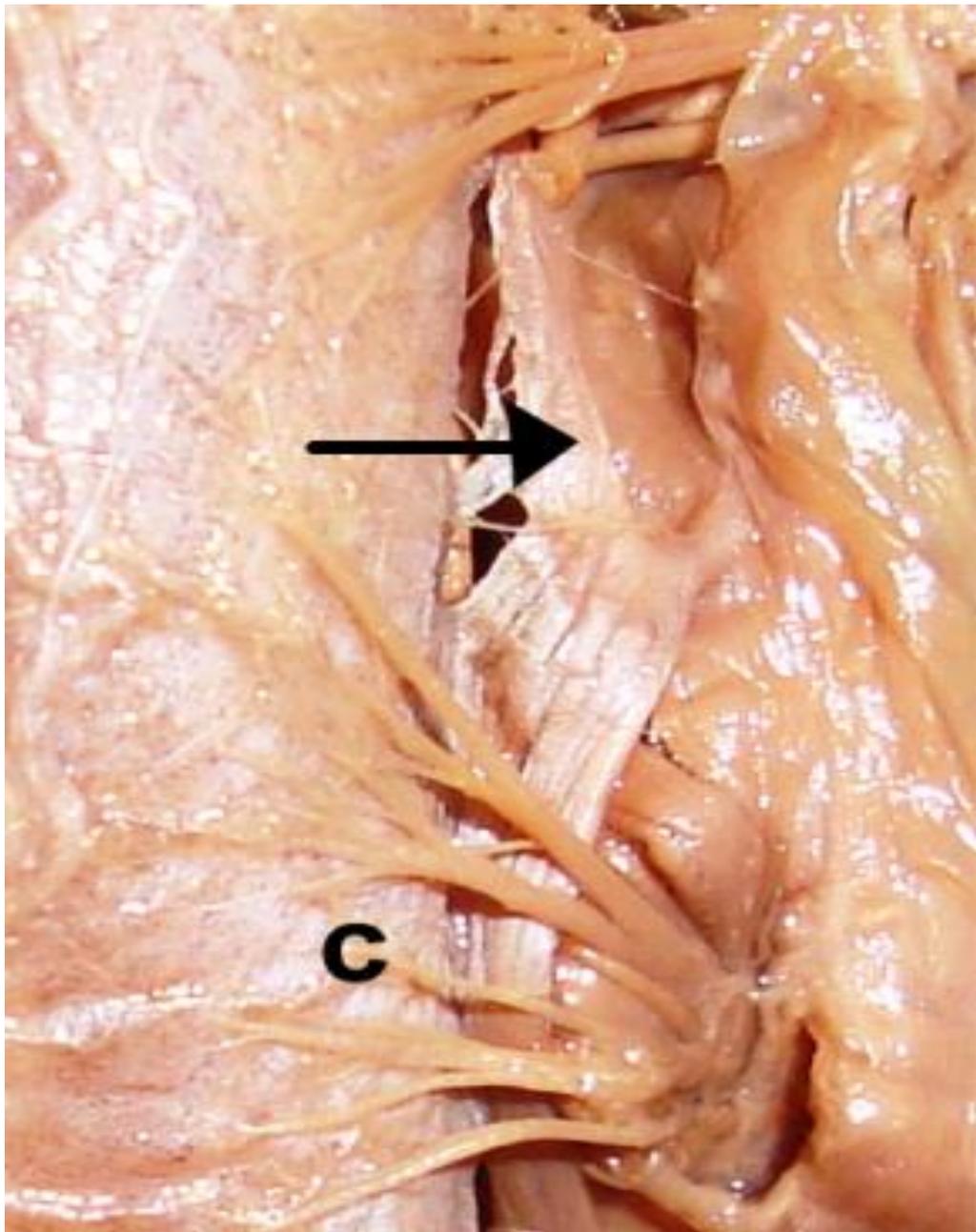
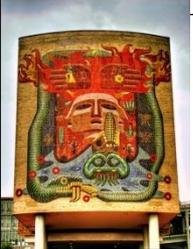
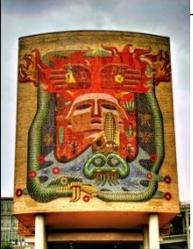


Fig. 8-5 Relaciones entre la médula espinal, las raíces del nervio espinal y las meninges.
(Modificada con permiso de M. B. Carpenter, J. Sutin, *Human Neuroanatomy*, 8.ª ed.
Baltimore: Williams & Wilkins, 1983.)

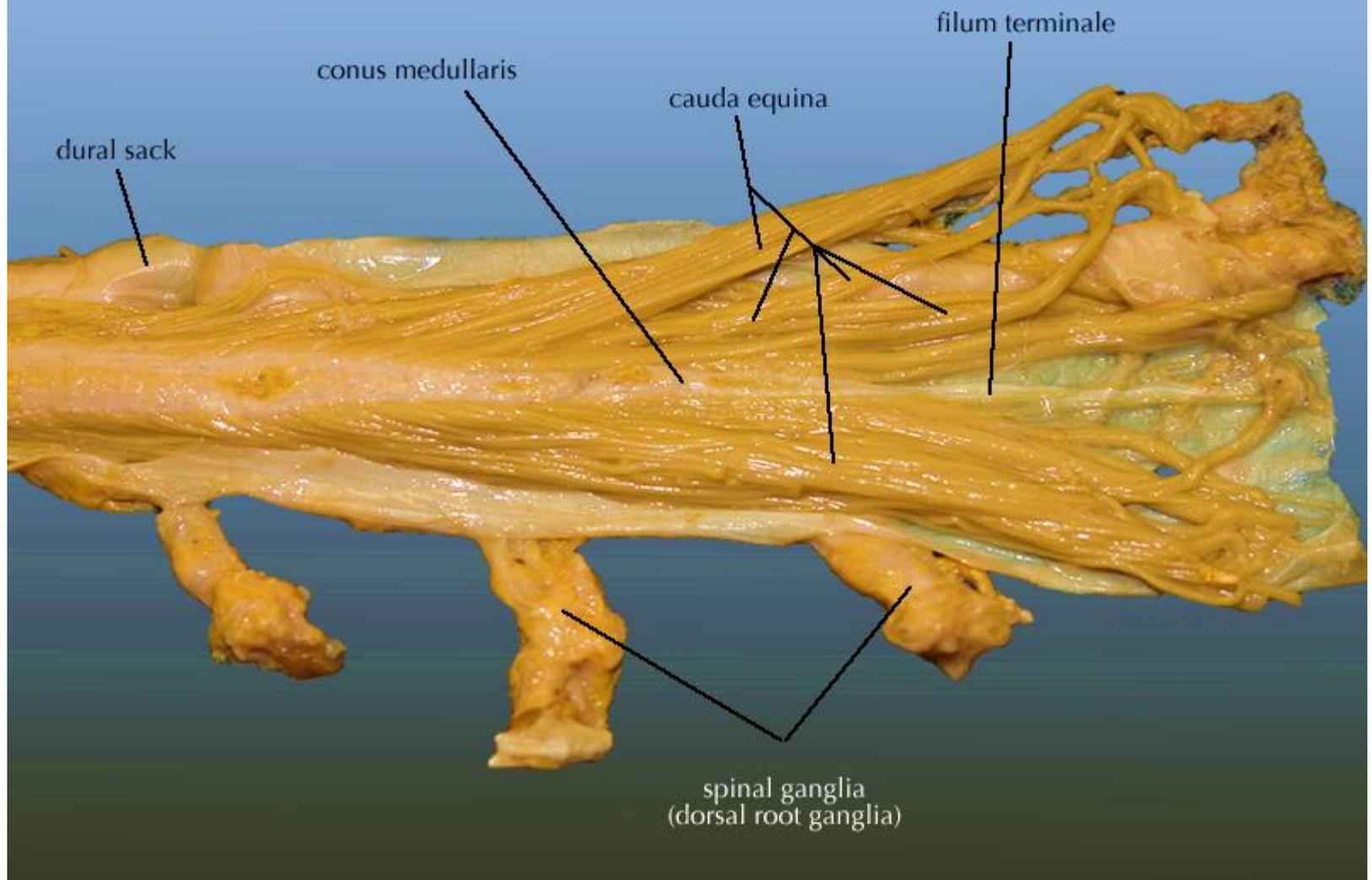




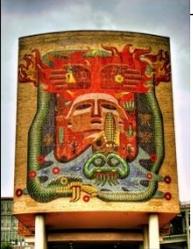




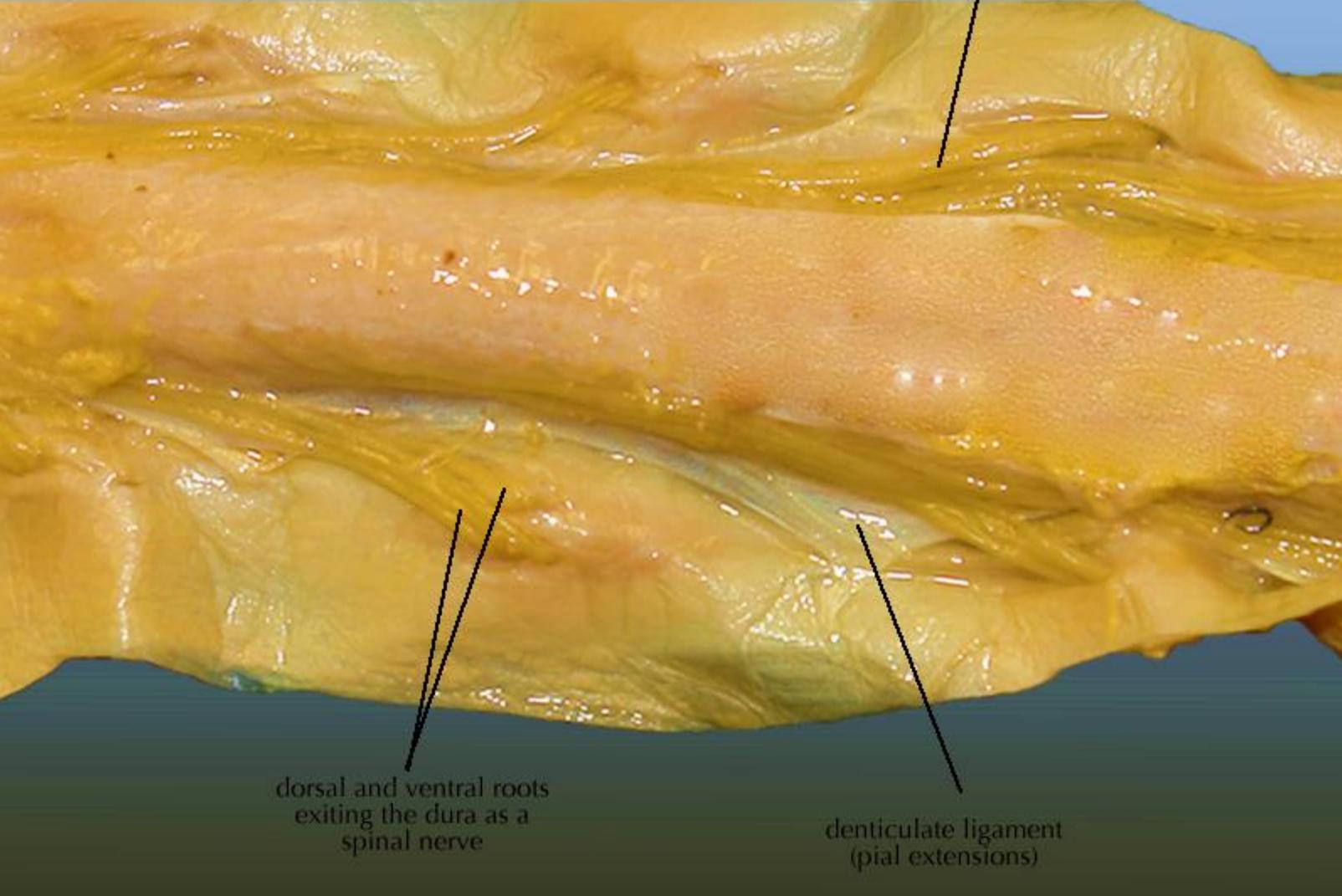
caudal part of the spinal cord







Segment of the spinal cord viewed from dorsal, the dural sack has been opened, note the dorsal roots on the denticulate ligaments

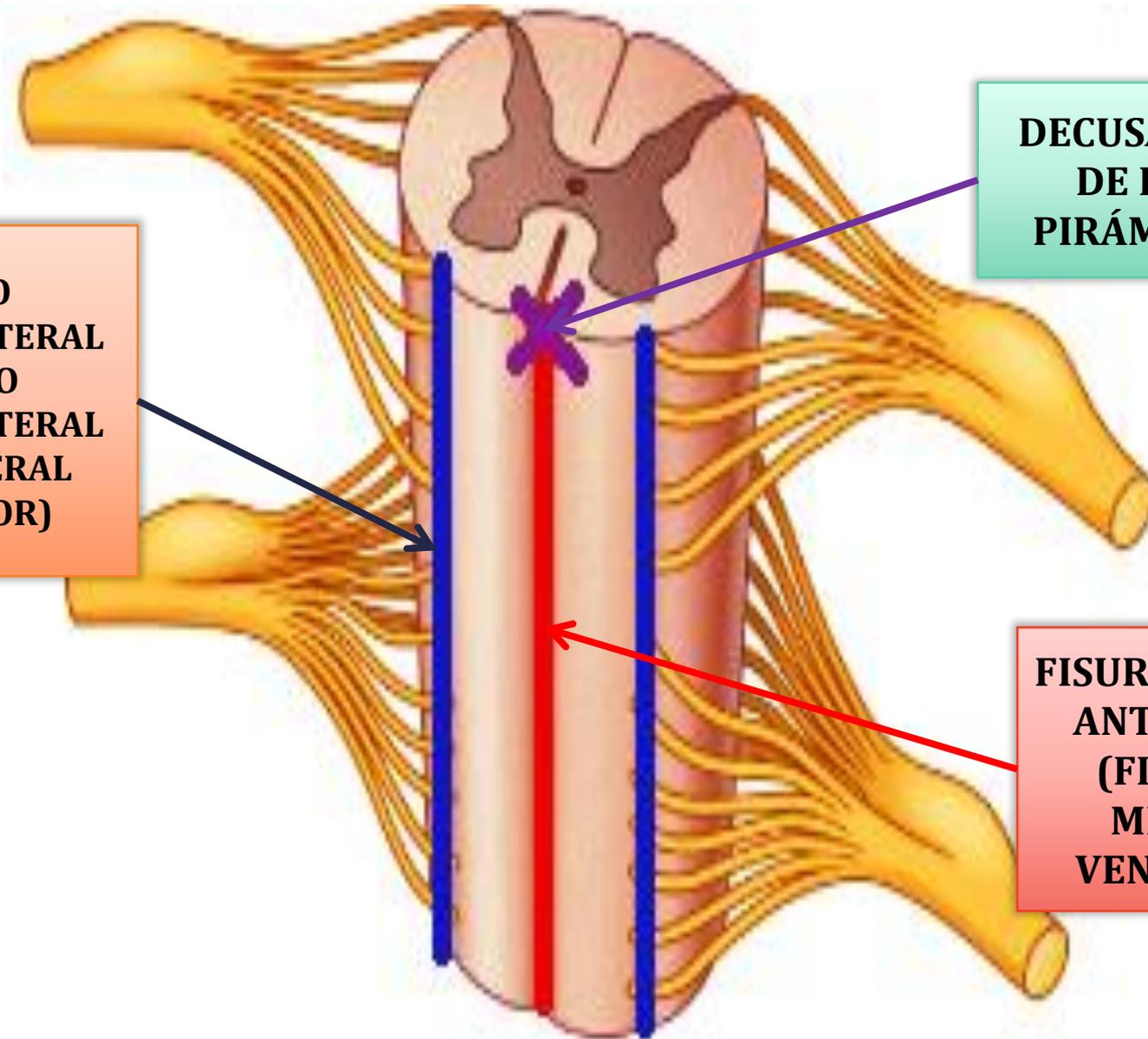


dorsal root

dorsal and ventral roots exiting the dura as a spinal nerve

denticulate ligament (pial extensions)

Configuración externa de la médula espinal

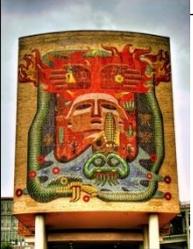


**DECUSACIÓN
DE LAS
PIRÁMIDES**

**SURCO
ANTEROLATERAL
(SURCO
VENTROLATERAL
O COLATERAL
ANTERIOR)**

**FISURA MEDIA
ANTERIOR
(FISURA
MEDIA
VENTRAL)**

CARA ANTERIOR DE LA MÉDULA ESPINAL

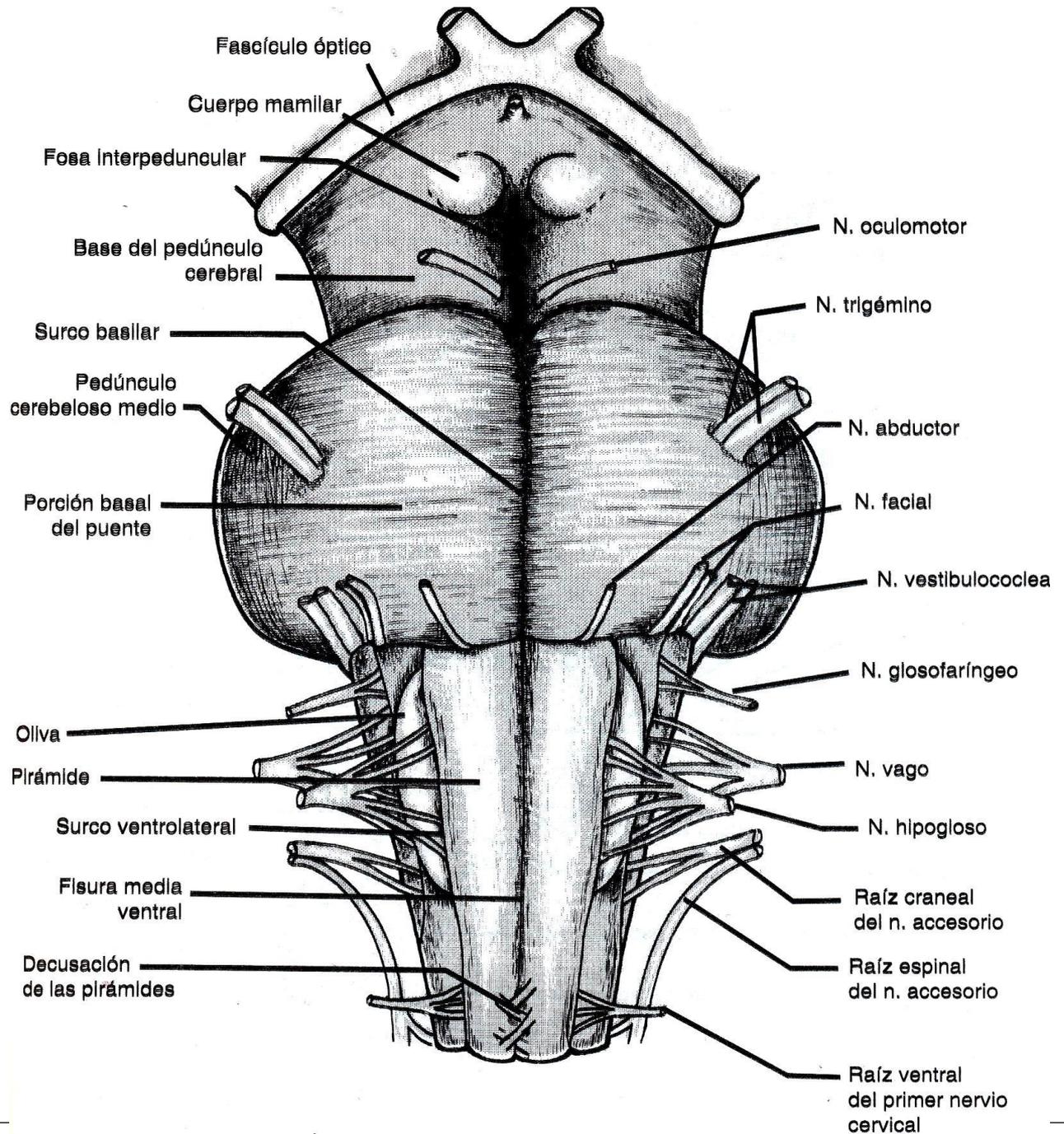


Configuración externa de la médula espinal

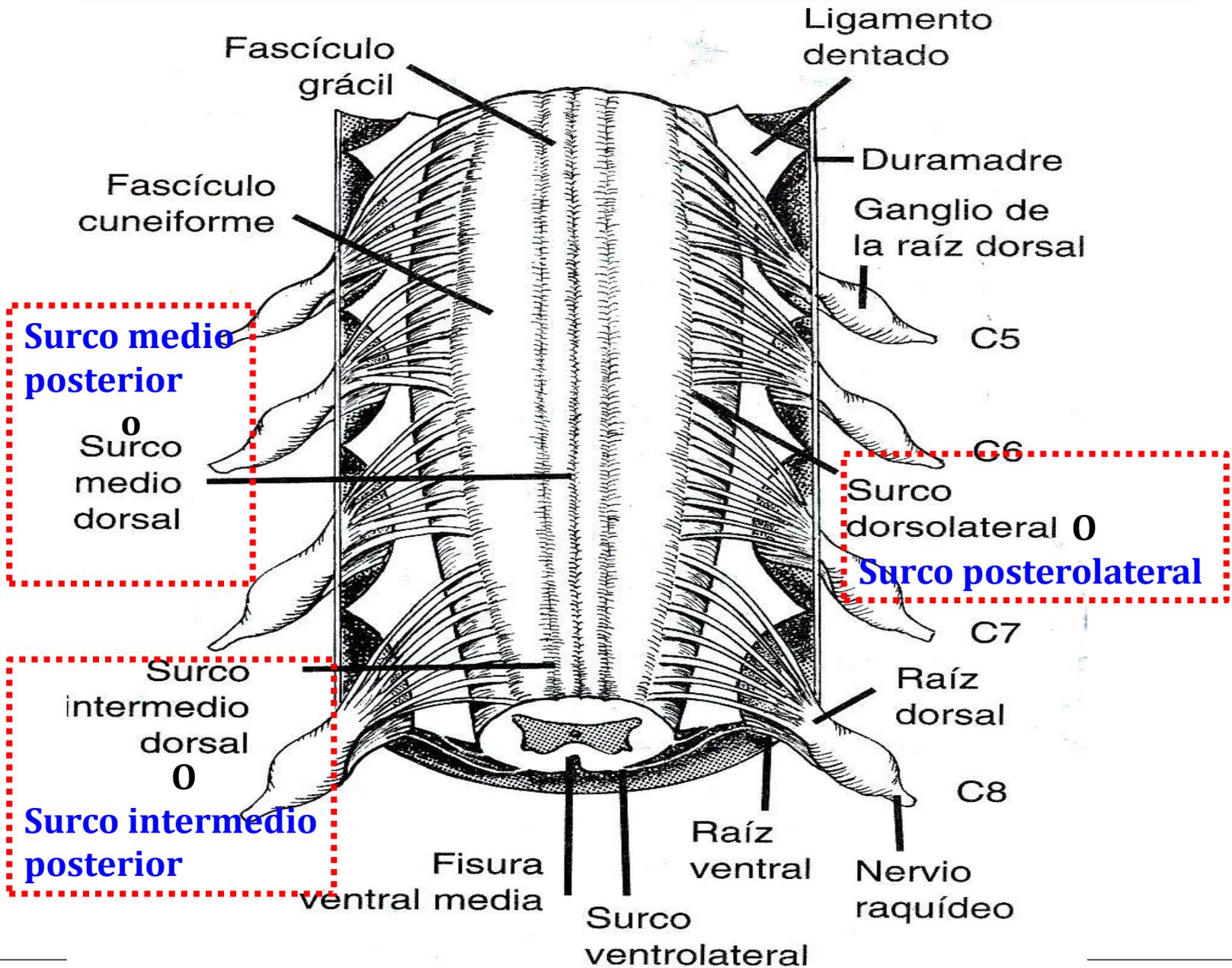
Cara anterior:

- En la línea media presenta una fisura longitudinal profunda: **FISURA MEDIA ANTERIOR**.
 - Dentro de esta fisura desciende la **ARTERIA ESPINAL ANTERIOR** rama de la **arteria vertebral**.
- Laterales a esta fisura se localiza los **SURCOS ANTEROLATERALES** (derecha e izquierda).
 - Lo forma la **emergencia de las raicillas anteriores** (filamentos radiculares ventrales) del nervio espinal.

CARA VENTRAL DEL TALLO CEREBRAL



CARA POSTERIOR DE LA MÉDULA ESPINAL



CARA POSTERIOR DE LA MÉDULA ESPINAL

MÉDULA ESPINAL

MÉDULA OBLONGADA
(BULBO RAQUÍDEO)

IV
VENTRÍCULO

ÓBEX

TUBÉRCULO GRACIL

TUBÉRCULO
CUNEIFORME

TUBÉRCULO
CENICIENTO

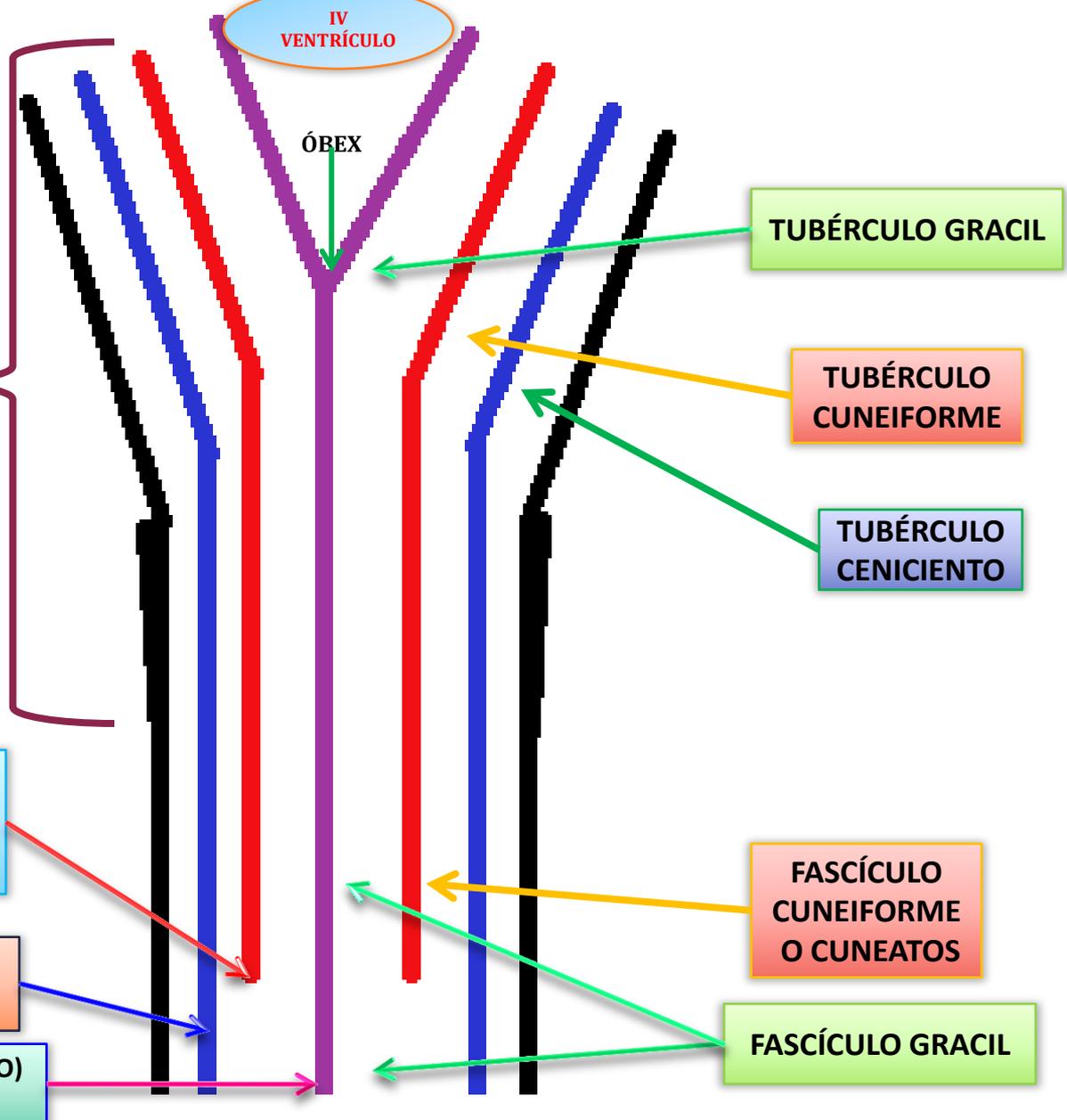
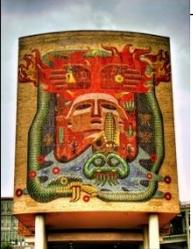
SURCO INTERMEDIO
(PARAMEDIO) POSTERIOR
O DORSAL
A partir de T6 hacia arriba

SURCO POSTEROLATERAL
(DORSOLATERAL O
COLATERAL POSTERIOR)

SURCO MEDIO (MEDIANO)
POSTERIOR O DORSAL

FASCÍCULO
CUNEIFORME
O CUNEATOS

FASCÍCULO GRACIL

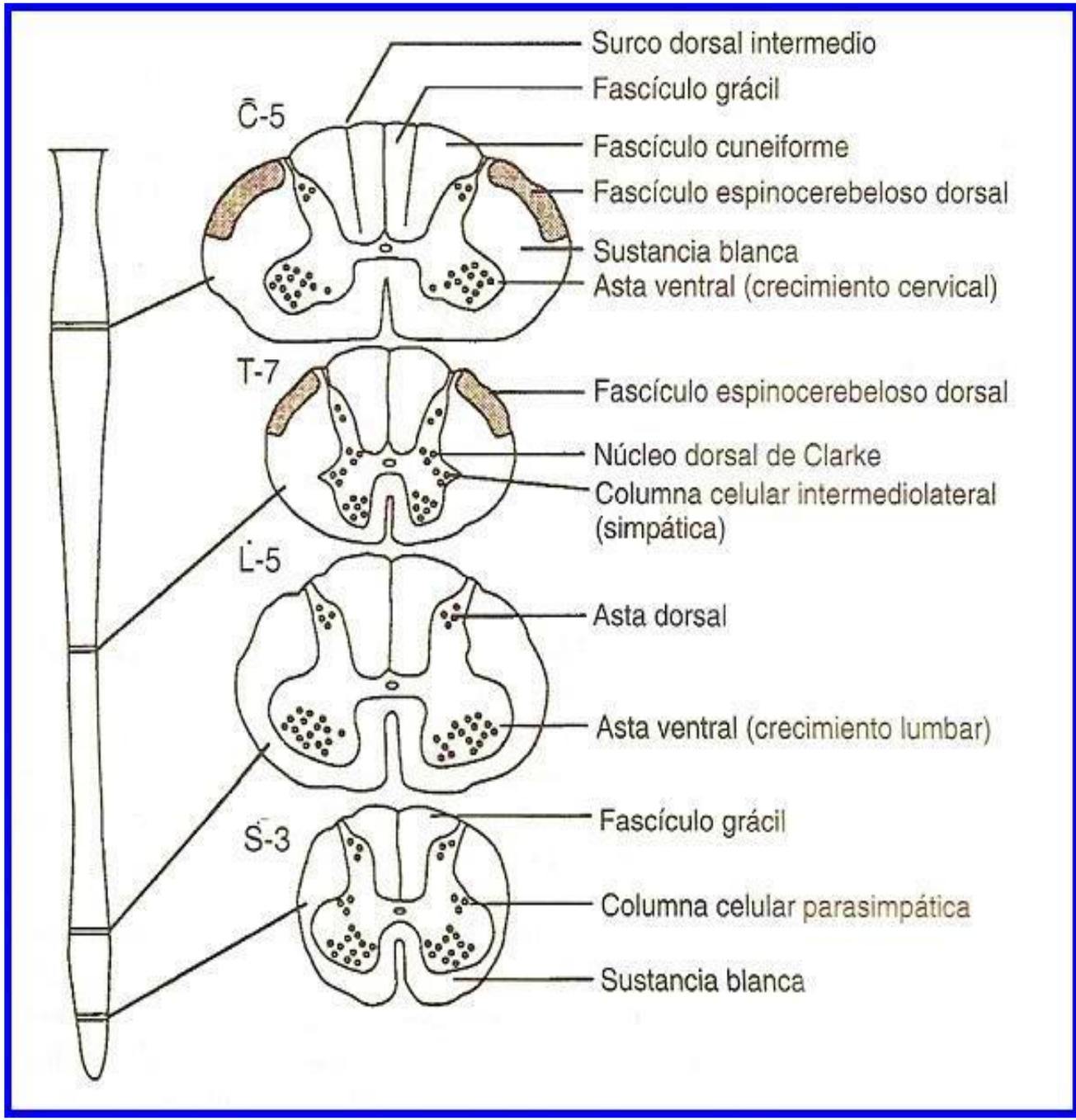
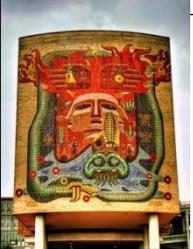




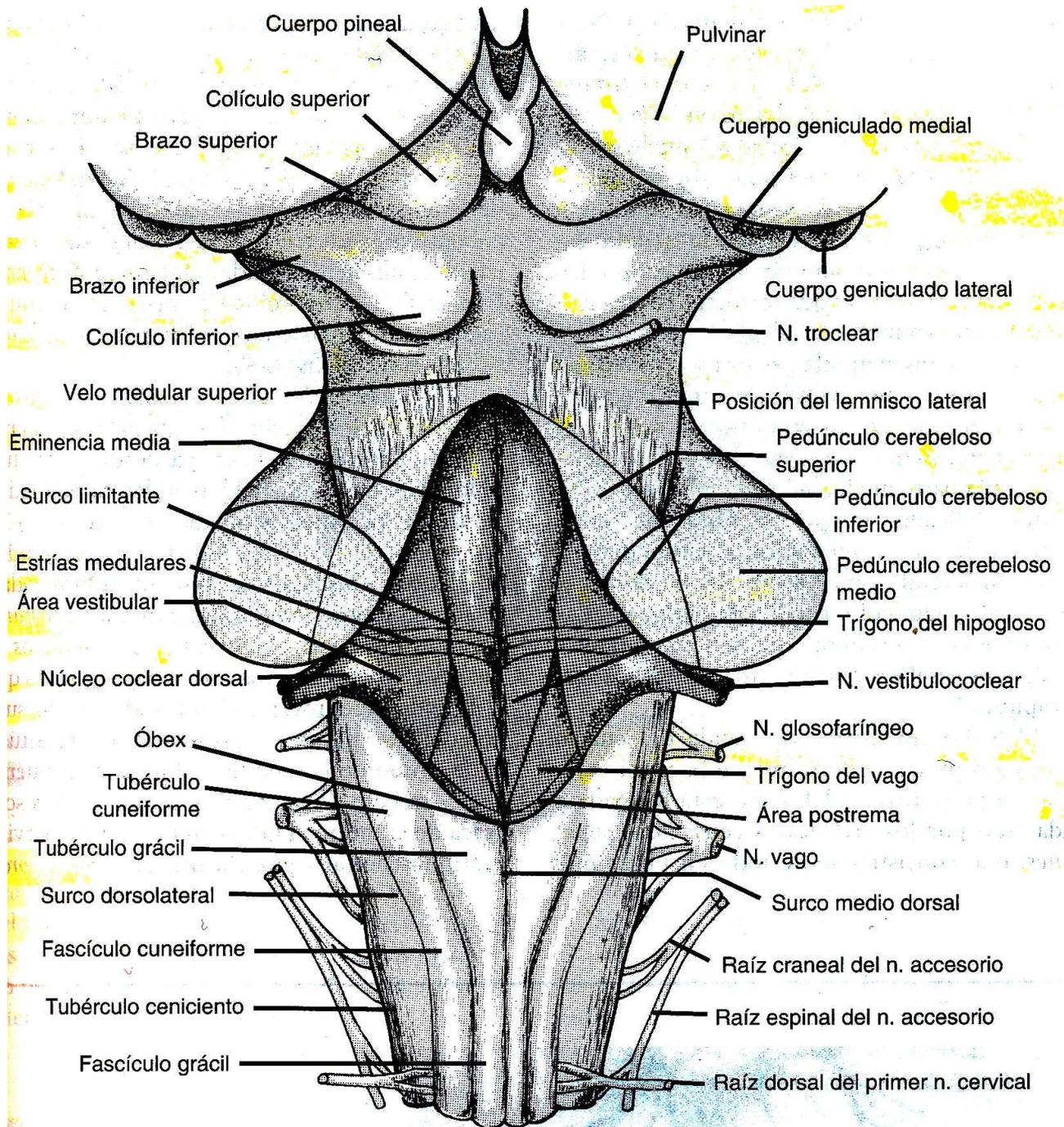
Configuración externa de la médula espinal

Cara posterior:

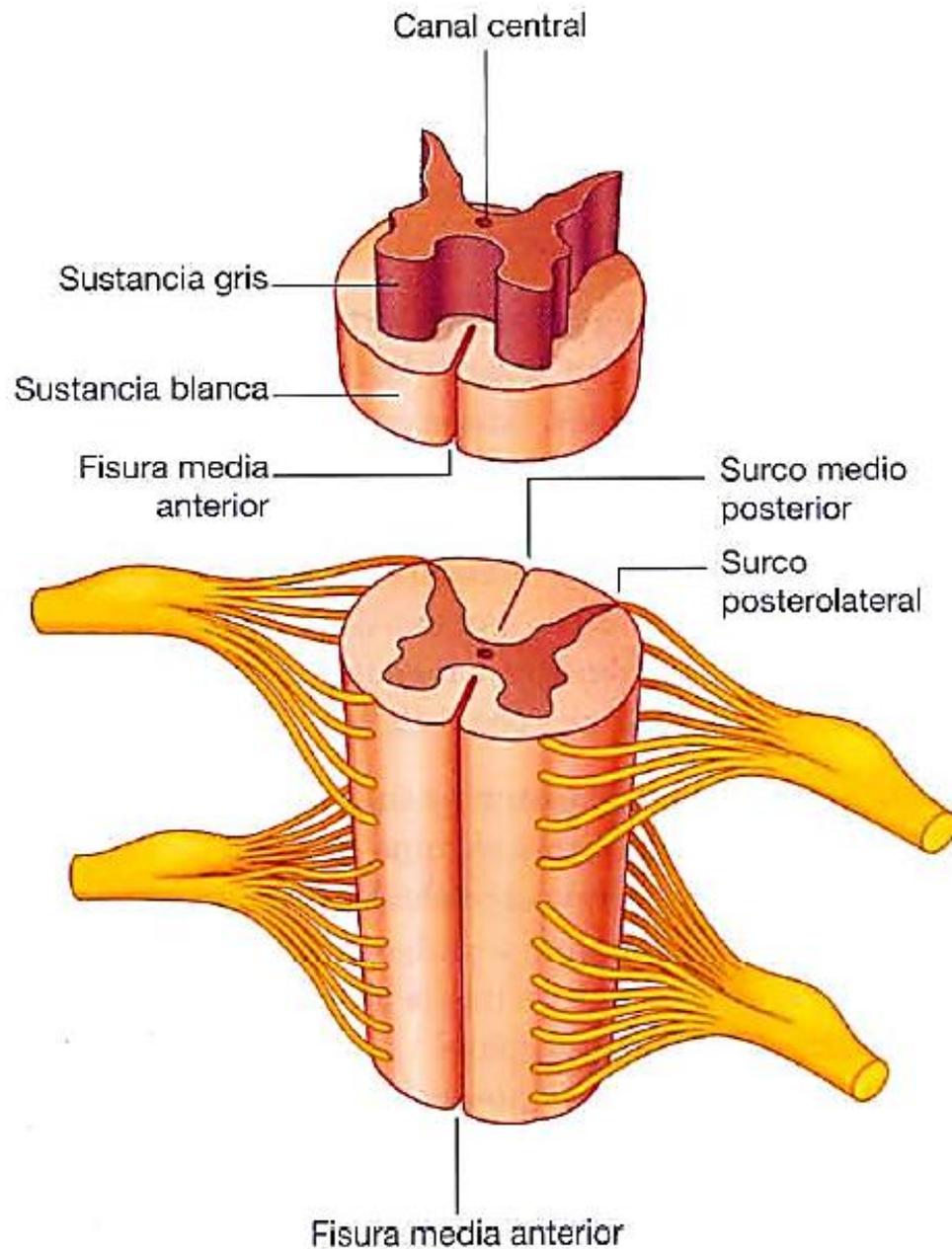
- En la línea media presenta un surco poco profundo: **SURCO MEDIO POSTERIOR**.
 - Sobre este surco discurre la **VENA ESPINAL POSTERIOR**.
- Laterales a esta surco se localiza los **SURCOS POSTEROLATERALES** (derecha e izquierda).
 - Lo forma la **entrada de las raicillas posteriores** (filamentos radicales dorsales) del nervio espinal.
 - Medialmente a estos surcos desciende las **arterias espinales posteriores**.
- Entre estos 2 surcos se localiza el **SURCO INTERMEDIO (PARAMEDIANO) POSTERIOR o DORSAL**.
 - **APARECE A PARTIR DE T6**.
 - Divide al fascículo grácil del cuneiforme.



CARA DORSAL DEL TALLO CEREBRAL



Configuración interna de la médula espinal





Configuración interna de la médula espinal

- Compuesta interiormente de sustancia gris, rodeada por sustancia blanca.
- En corte transversal, la **sustancia gris** se observa como un pilar con forma de “H”:
 - **Asta gris anterior:**
 - ✓ Función motora o eferente.
 - **Asta gris posterior:**
 - ✓ Función sensitiva o aferente.
 - **Asta gris lateral:**
 - ✓ Función visceral o autónoma.

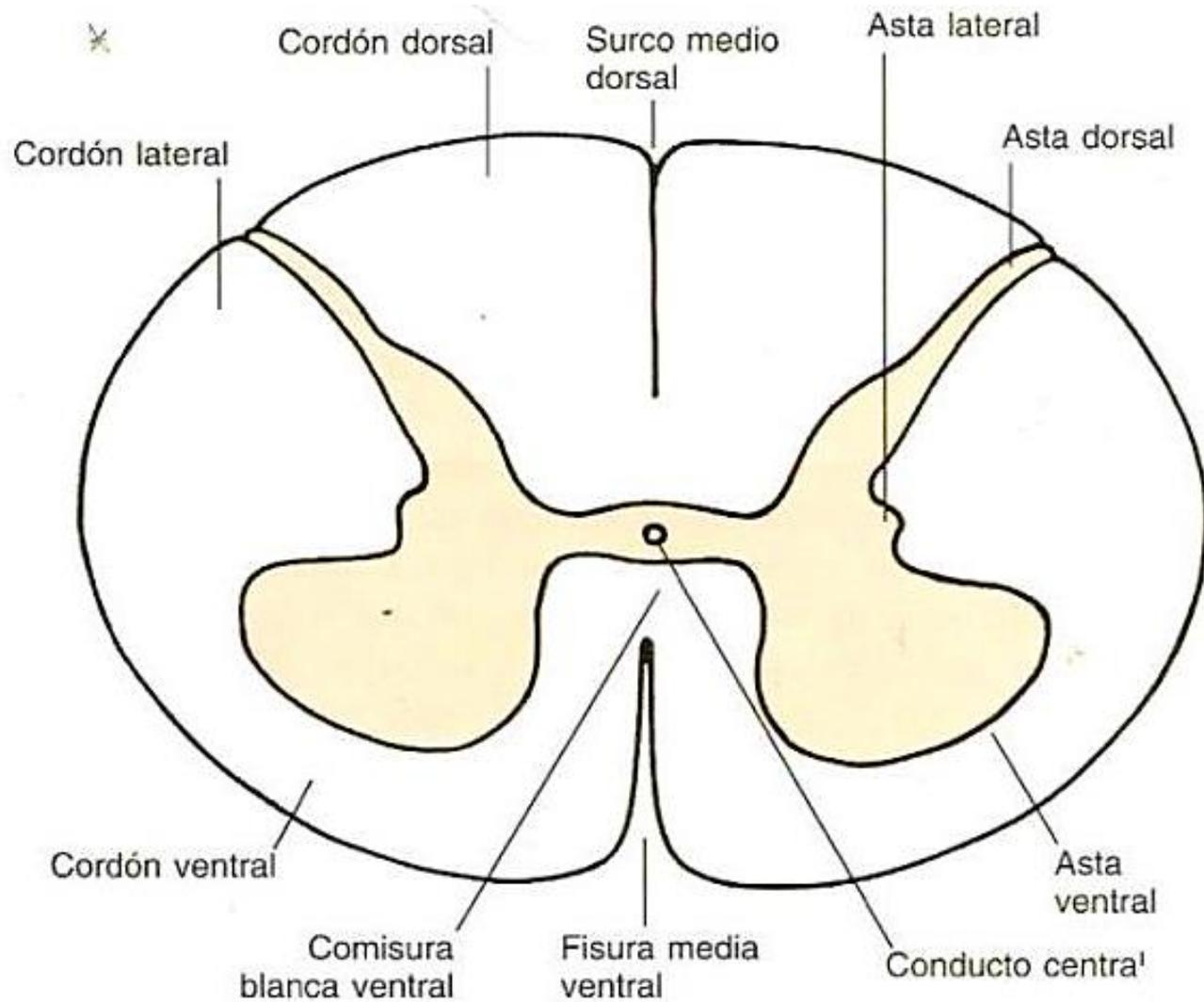
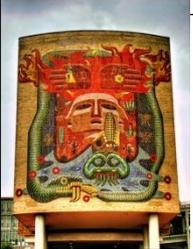
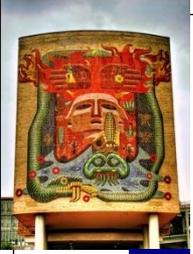
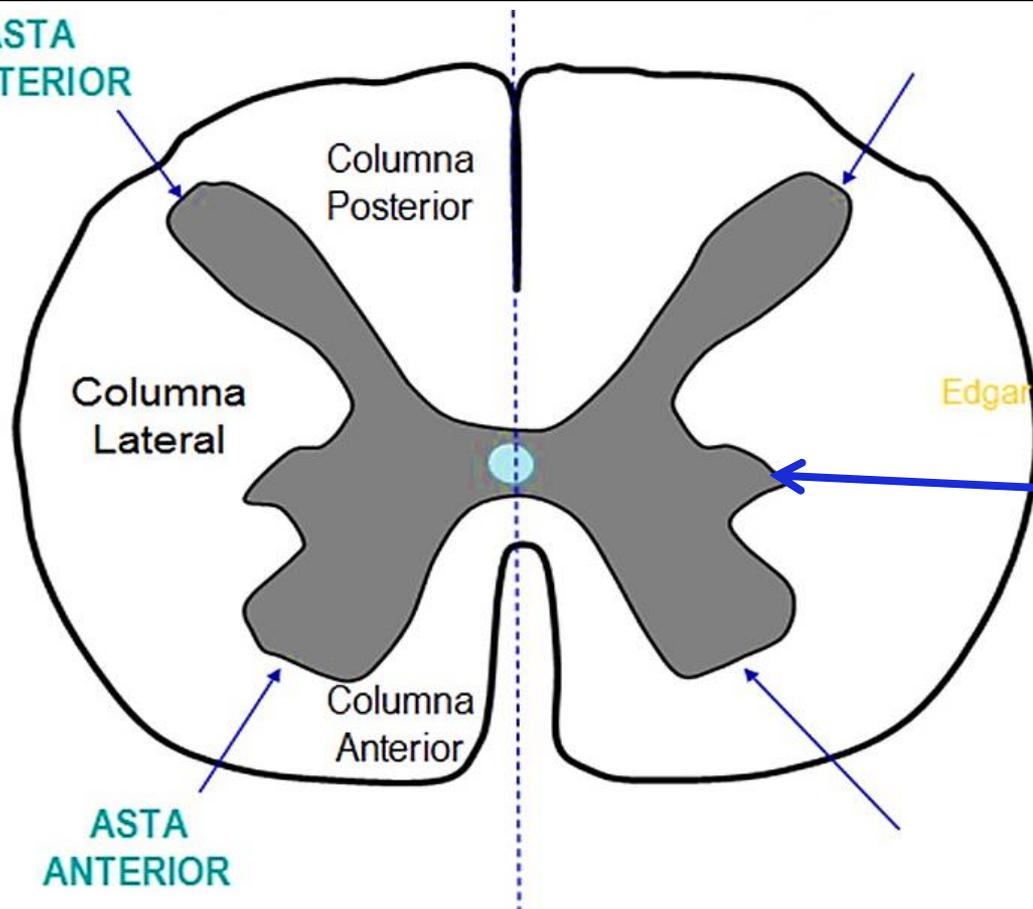


Fig. 8-7 Sección transversal esquemática de la médula espinal que muestra la disposición general de las sustancias gris y blanca.



ASTA
POSTERIOR



ASTA
LATERAL

NOTA:

- En los segmentos torácicos y lumbares superiores de la médula espinal hay una pequeña **asta o cuerno lateral**, que contiene neuronas simpáticas preganglionares, por lo tanto, tiene función **SIMPÁTICA**.
- En la región sacra de la médula espinal hay una pequeña prolongación: **asta o cuerno lateral**, y tiene función **PARASIMPÁTICA**.

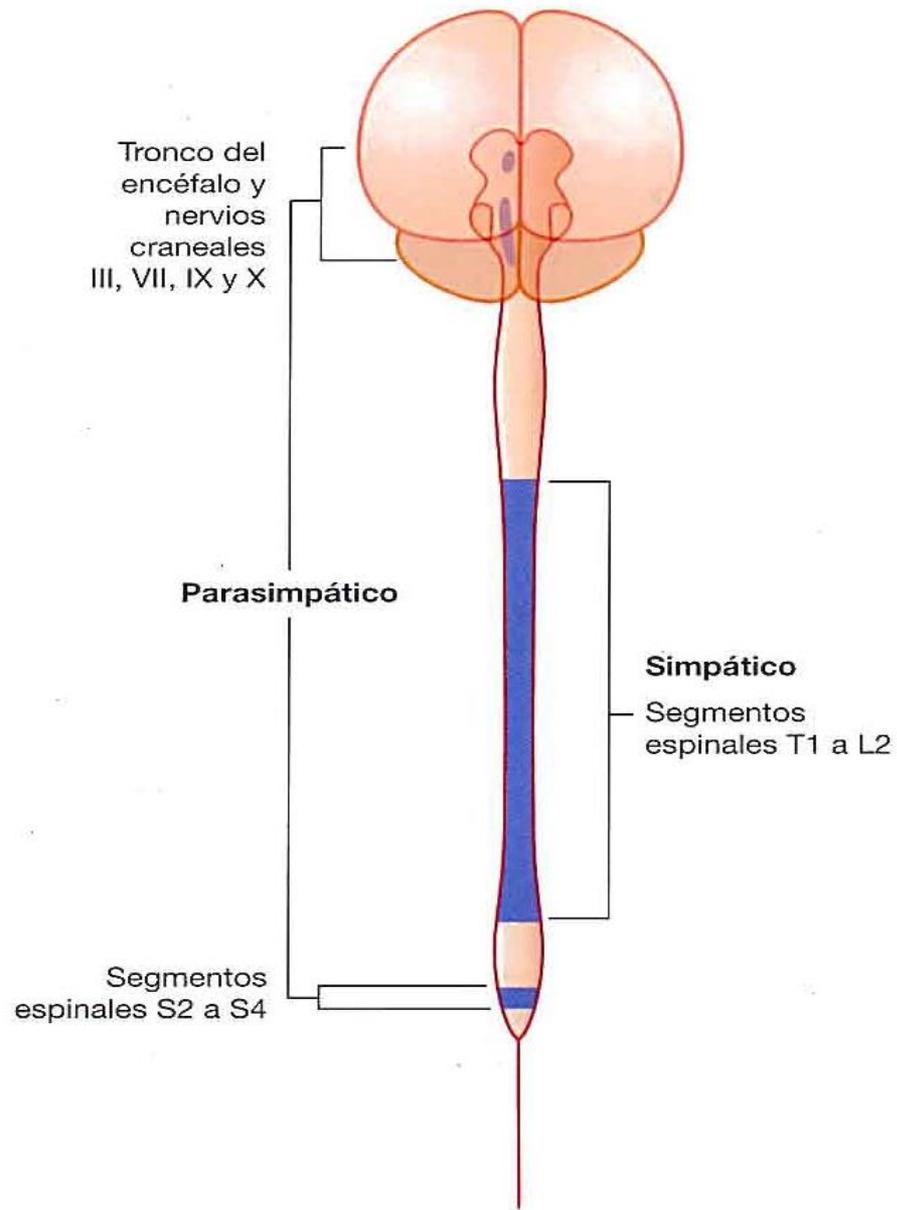
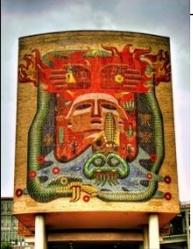
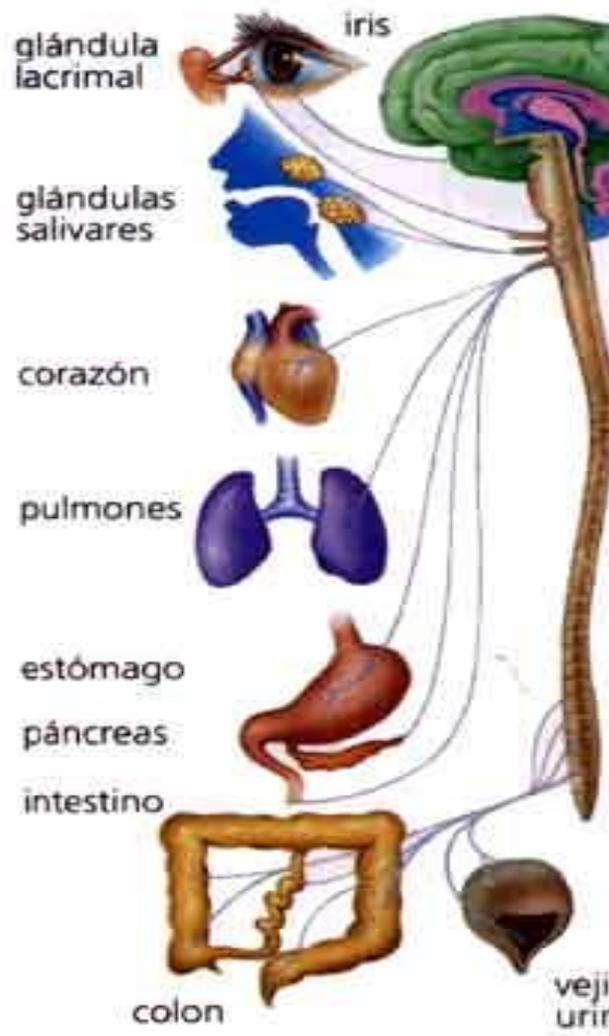


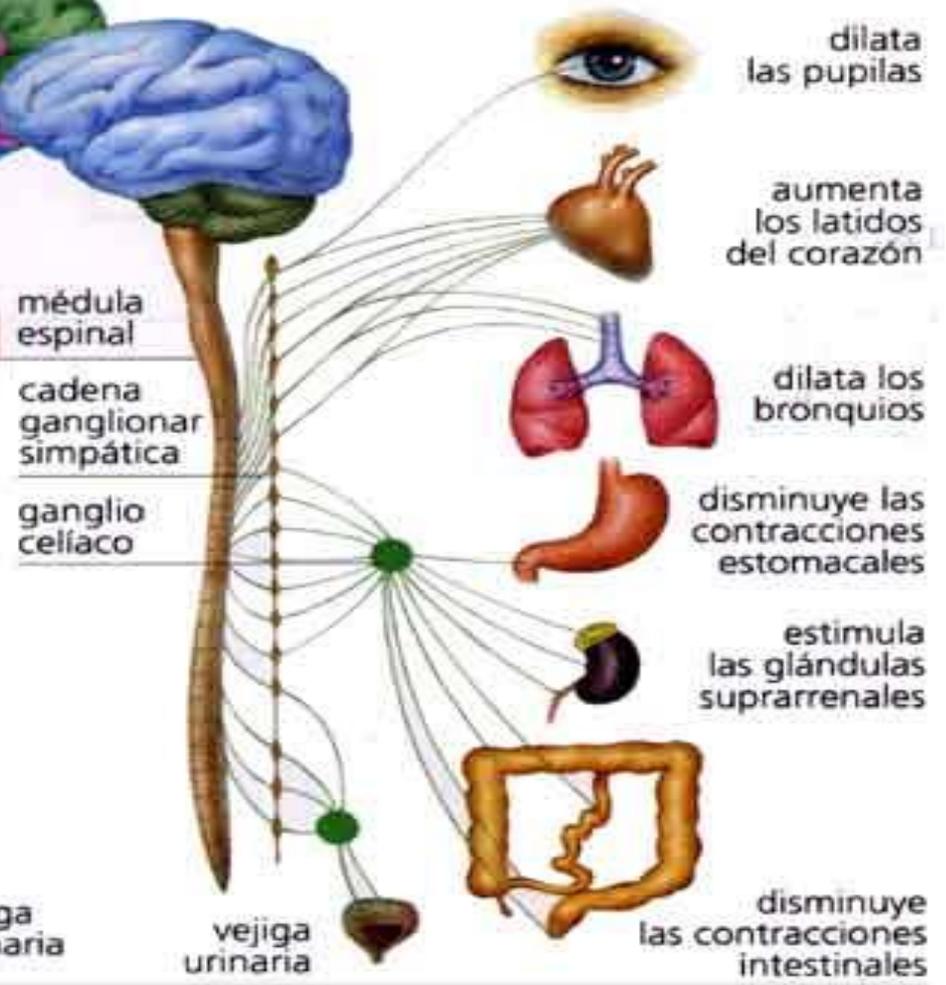
Fig. 2.67 Partes del SNC asociadas con componentes motores viscerales.

Sistema nervioso autónomo

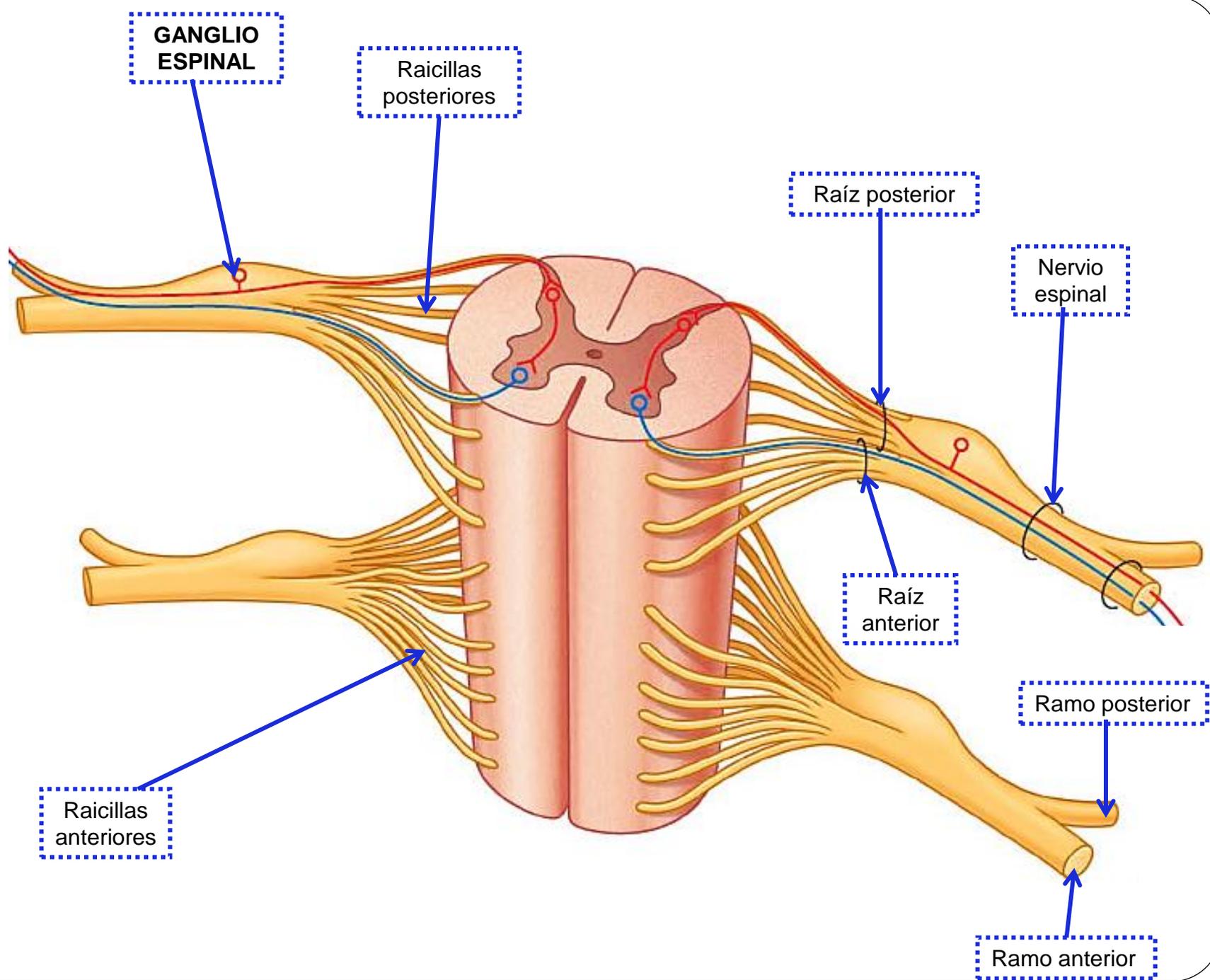
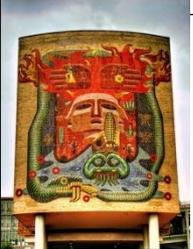
SISTEMA PARASIMPÁTICO

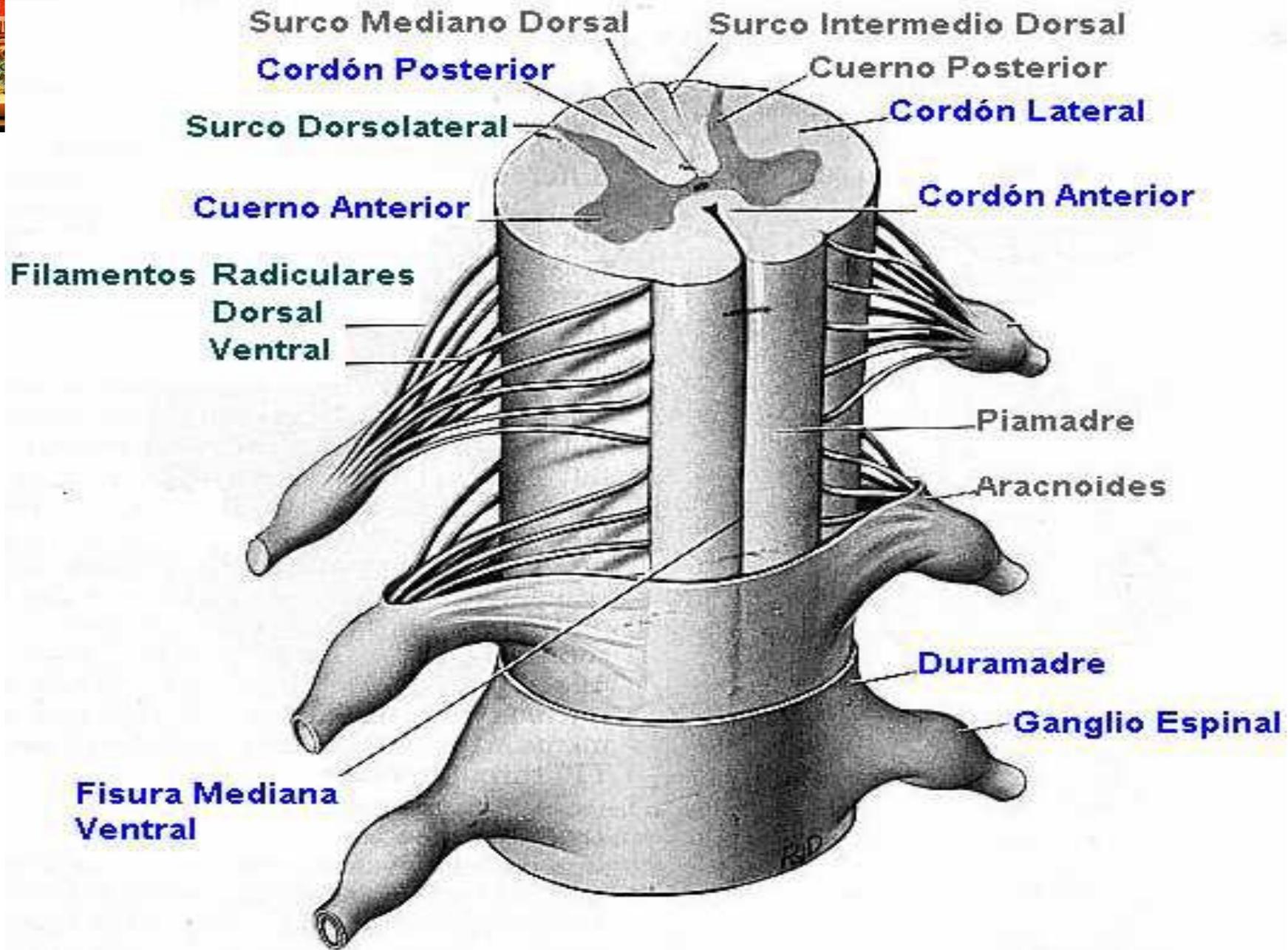


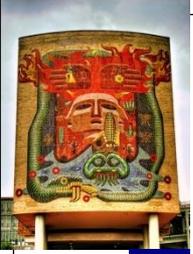
SISTEMA SIMPÁTICO



EN EL ASTA O CUERNO LATERAL DE LA MÉDULA ESPINAL SE ENCUENTRAN LOS NÚCLEOS CON FUNCIÓN VISCERAL O AUTÓNOMO

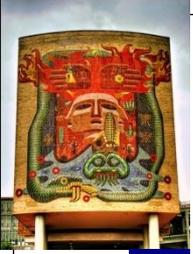






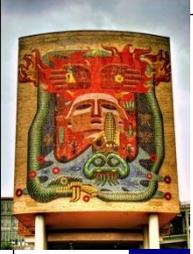
Sistema nervioso periférico

- Aproximadamente 6 a 8 **RAICILLAS** forma una **raíz del nervio espinal**.
- **Raíz anterior (ventral):**
 - Contiene fibras nerviosas **motoras o eferentes**.
 - Llevan señales provenientes del SNC.
- **Raíz posterior (dorsal):**
 - Contiene los procesos de las neuronas **sensitivas o aferentes**.
 - Transportan información hacia el SNC.
 - En su extremo final, regularmente en el agujero intervertebral, se localiza el **GANGLIO ESPINAL (Neurona monopolar o pseudomonopolar con FUNCIÓN SENSITIVA)**.
- Lateralmente, las raíces anterior y posterior se unen para formar un **nervio espinal**.



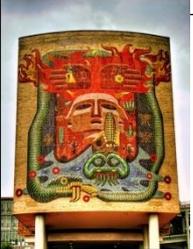
Sistema nervioso periférico

- Cada nervio espinal se divide cuando sale del agujero intervertebral en 2 ramos:
- **Ramo anterior o ventral:**
 - Más grande que el ramo posterior.
 - **Inervan la mayoría de los músculos esqueléticos** (músculos hipaxiales) del cuerpo, incluyendo algunos de los miembros y del tronco, y las restantes áreas cutáneas, excepto ciertas regiones de la cabeza.
 - Participan en la **formación de PLEXOS SOMÁTICOS** (Plexo cervical, braquial, lumbar y sacro).



Sistema nervioso periférico

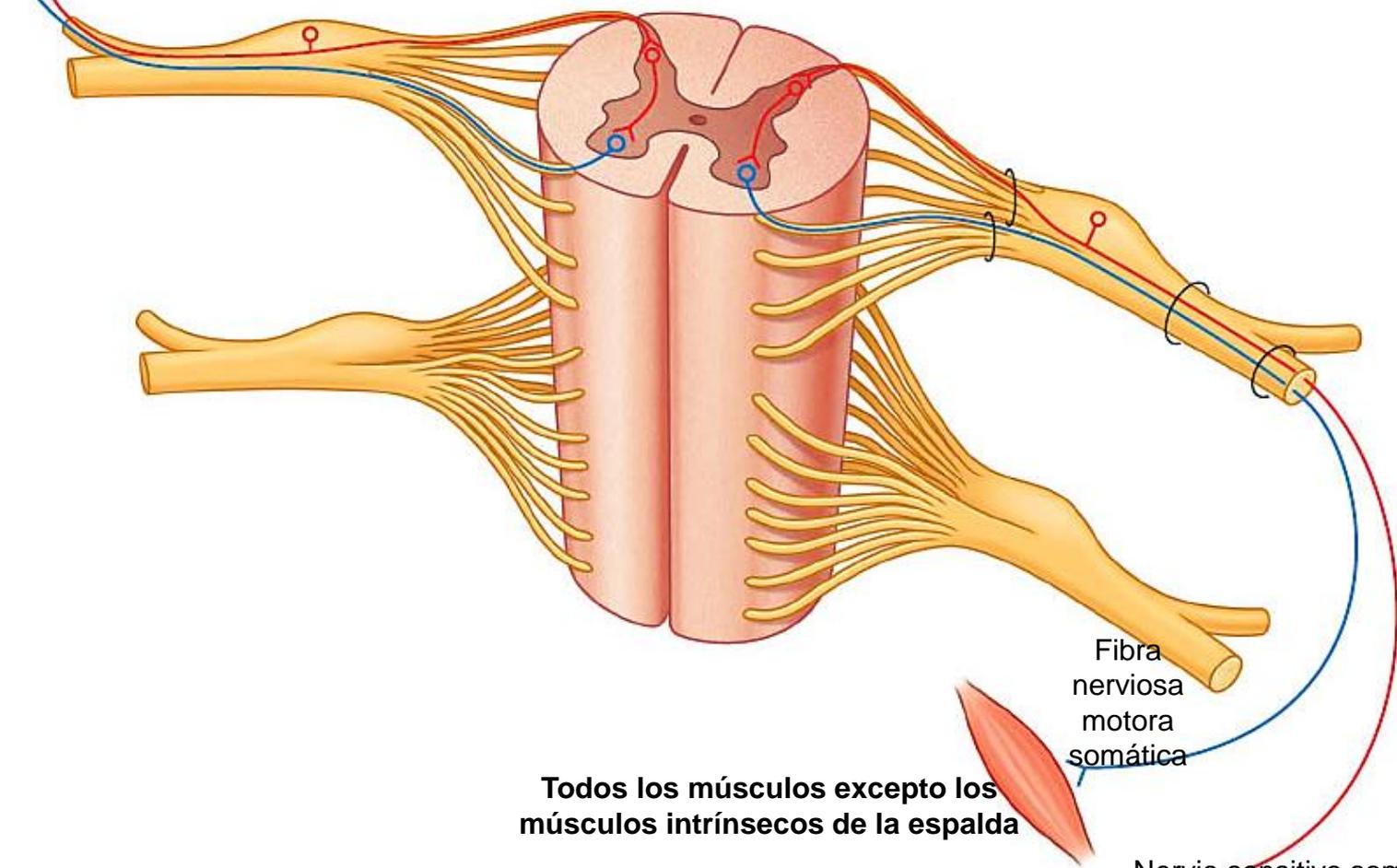
- Cada nervio espinal se divide cuando sale del agujero intervertebral en 2 ramos:
- **Ramo posterior o dorsal:**
 - Ramo pequeño.
 - **Inervan** únicamente **músculos intrínsecos de la región dorsal del tronco** (músculos epaxiales) y una estrecha banda cutánea asociada de la piel de dicha región.
 - **Dermatomas.**



Fibra nerviosa motora somática

Músculos intrínsecos de la espalda

Nervio sensitivo somático finalizando en la piel



Fibra nerviosa motora somática

Todos los músculos excepto los músculos intrínsecos de la espalda

Nervio sensitivo somático finalizando en la piel

Ramificaciones de nervios espinales típicos

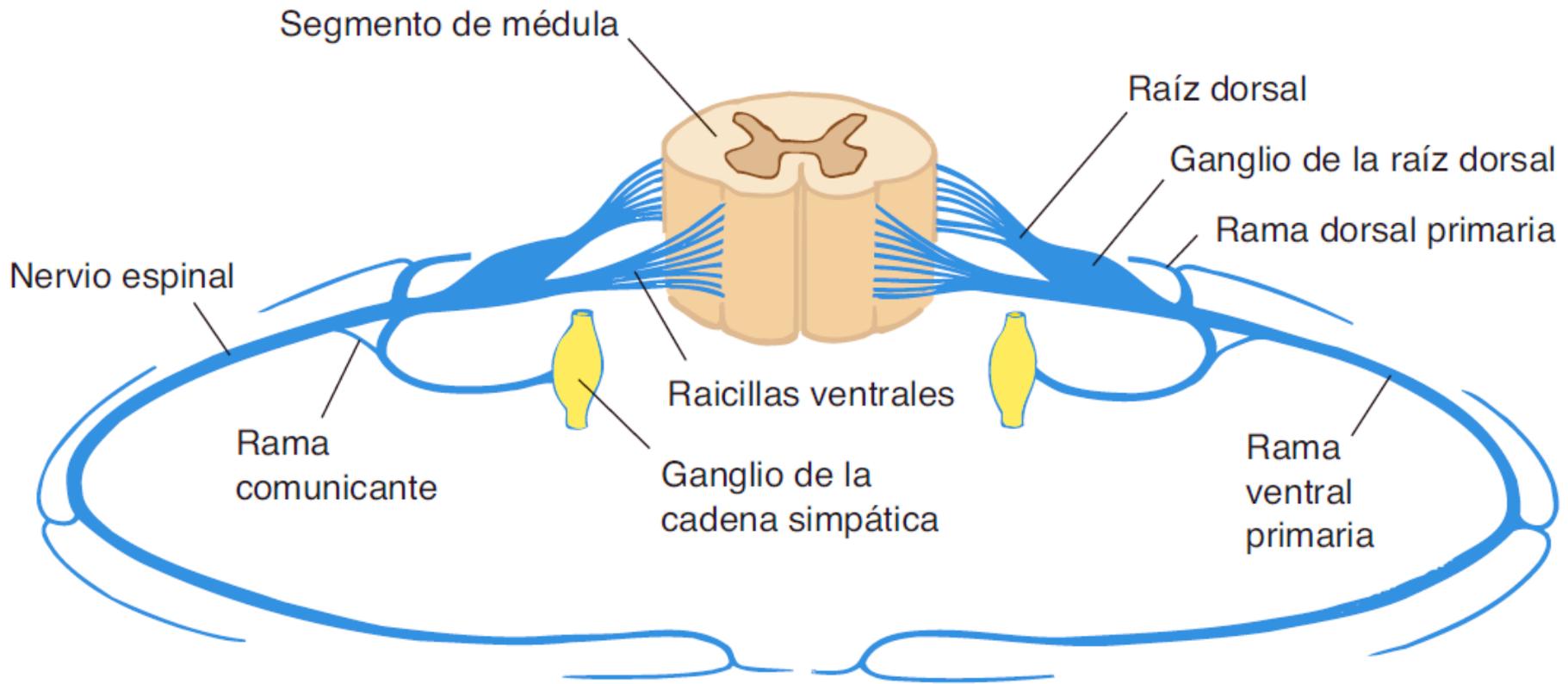


FIGURA 5-6 Ilustración esquemática de un segmento de médula con sus raíces, ganglios y ramas.



Ramificaciones de nervios espinales típicos

- **Ramo posterior o dorsal:**

- Ramificación media: sensitiva.
- Ramificación lateral: motora.

- **Ramo anterior o ventral:**

- Más grandes que la posterior.
- Forman los **plexos somáticos**.
- En la región torácica son segmentarias: **nervios intercostales**.

- **Ramas comunicantes:**

- Unen a los nervios espinales con el tronco simpático.
- Sólo los nervios torácico y lumbar superior contienen ramas comunicantes de sustancia blanca.
- La **RAMA DE SUSTANCIA GRIS** está **presente en todos los nervios espinales**.

- **Ramas meníngeas o meníngeas recurrentes (nervios senovertebrales):**

- Son muy pequeños.
- Proyectan inervaciones sensoriales y vasomotoras a las meninges.

Tracto
espinotalámico

Cordón
dorsal

División media (fibras grandes)

División
lateral
(fibras
pequeñas)

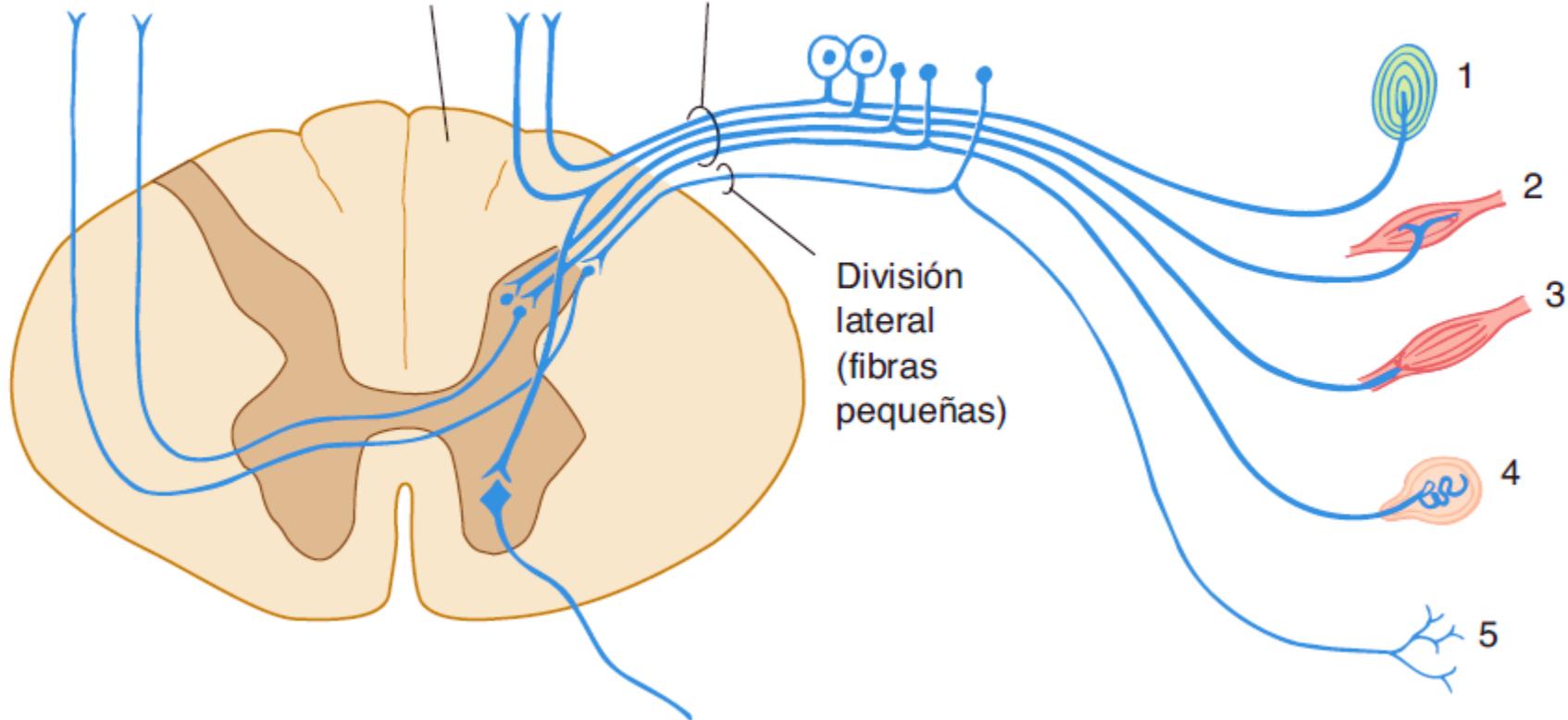
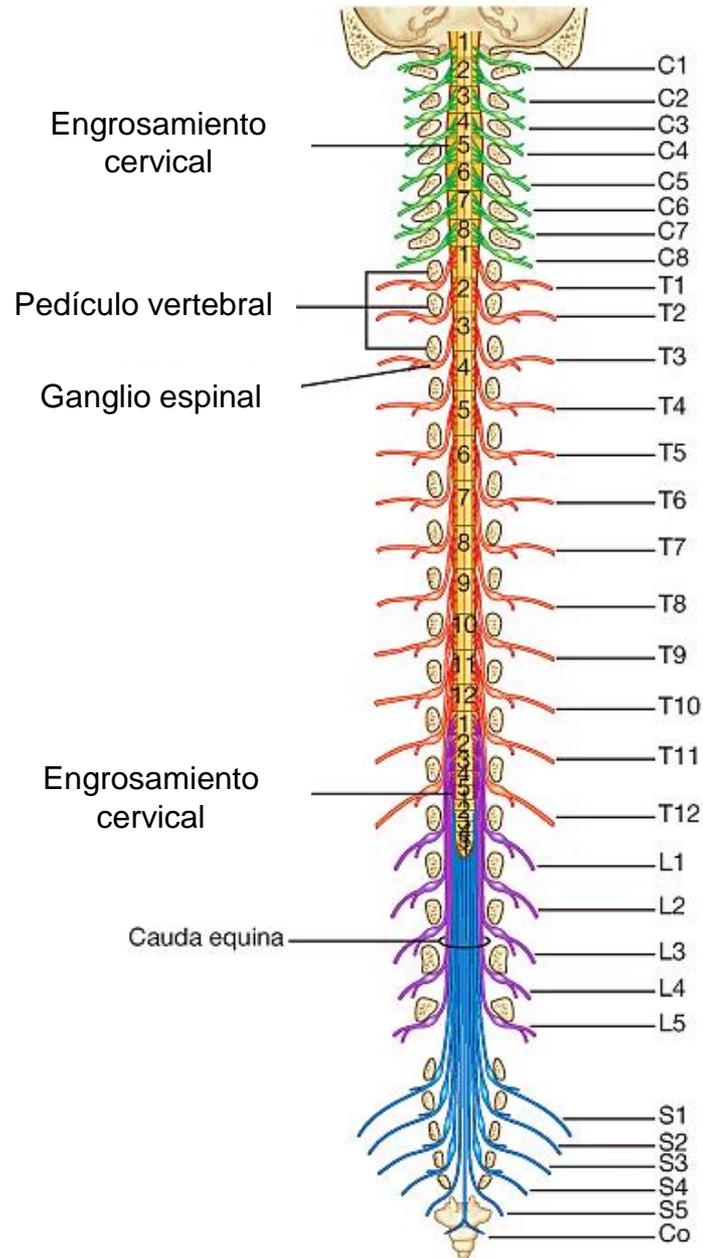
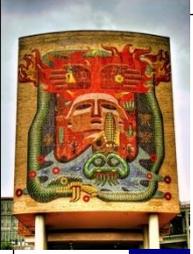


FIGURA 5-7 Esquema que ilustra un segmento de la médula espinal con su raíz dorsal, células ganglionares y órganos sensoriales. 1: corpúsculo de Pacini; 2: huso muscular; 3: órgano tendinoso de Golgi; 4: terminación encapsulada; 5: terminación nerviosa libre.

Segmentos medulares



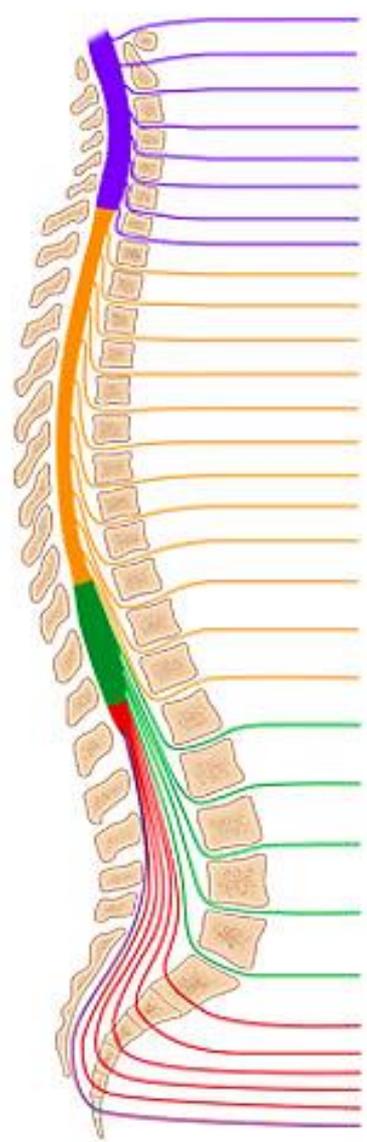
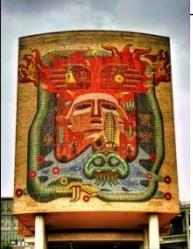


Segmentos medulares

- Para el estudio de la médula espinal, se divide en segmentos: neurómeros, o anatómicamente:

SEGMENTOS MEDULARES:

- Porción de la médula espinal donde se originan las raicillas anteriores y posteriores de un nervio espinal.
- Por lo tanto, hay 31 segmentos medulares:
 - ✓ 8 segmentos neuronales o medulares cervicales.
 - ✓ 12 “ “ “ “ torácicas.
 - ✓ 5 “ “ “ “ lumbares.
 - ✓ 5 “ “ “ “ sacras.
 - ✓ 1 “ “ “ “ coccígea.



La Médula Espinal

Cervical
(8 pares de nervios cervical)

Torácica
(12 pares nervios torácico)

Lumbar
(5 pares de nervios lumbar)

Sacro (5 pares de nervios sacras)

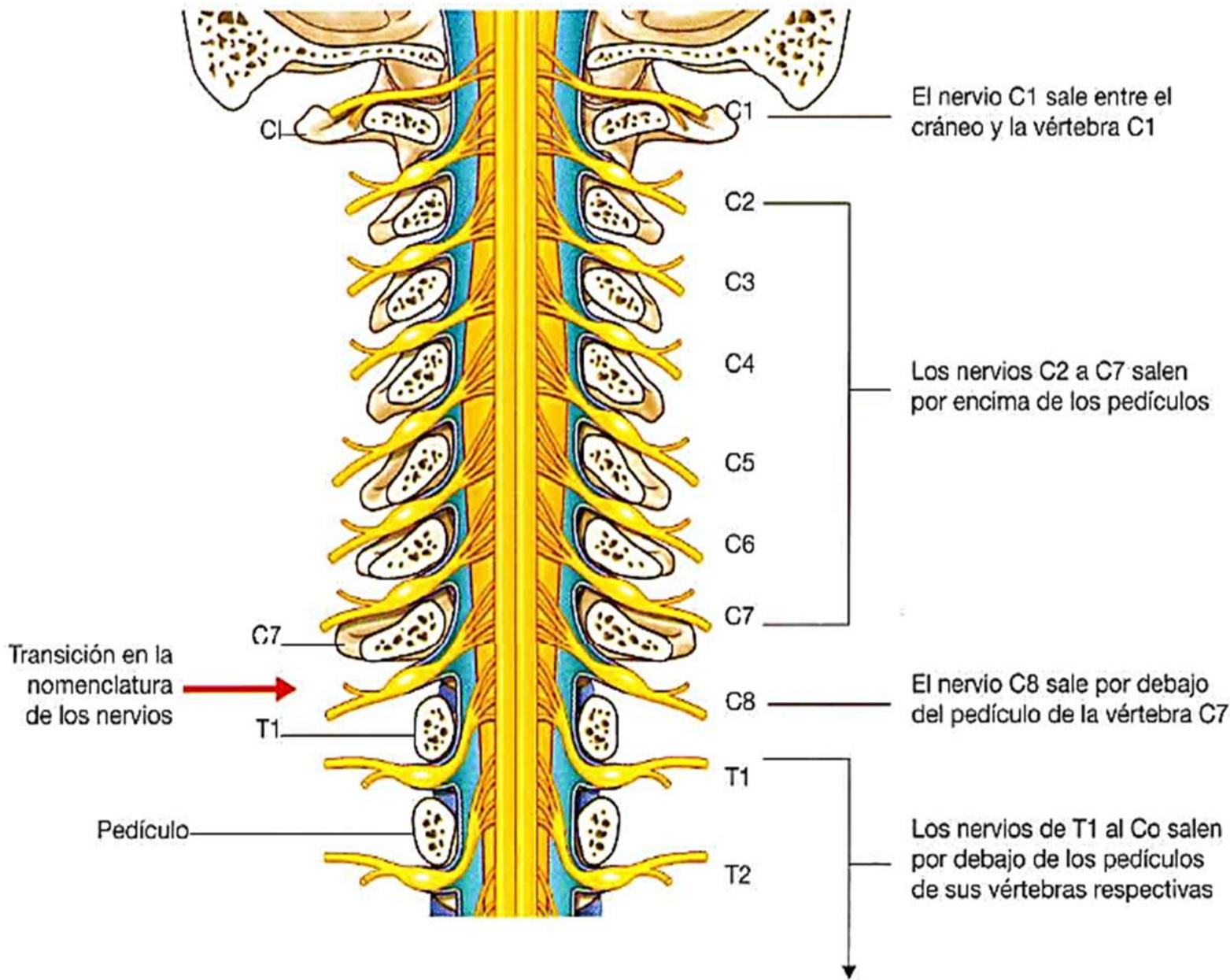
1 Nervio Coccigeas



Nomenclatura de los nervios espinales

- Existen **31 PARES de nervios espinales**, denominados de acuerdo con su posición respecto a su vertebra asociada:
 - ❖ 8 pares de nervios cervicales (C1-C8).
 - ❖ 12 pares de nervios torácicos (T1-T12).
 - ❖ 5 pares de nervios lumbares (L1-L5).
 - ❖ 5 pares de nervios sacros (S1-S5).
 - ❖ 1 par de nervio coccígeo (Co).
- Contienen información somática y visceral general.

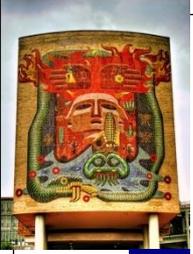
Nomenclatura de los nervios espinales





Nomenclatura de los nervios espinales

- El 1er nervio espinal (**cervical C1**) sale del **espacio entre el cráneo y la vértebra C1**.
- Los nervios cervicales de **C2 a C7 salen** por el agujero intervertebral **por encima de los pedículos** de sus respectivas vértebras.
- **C8 sale** por el agujero intervertebral entre C7 y T1 (por **debajo del pedículo de la vértebra C7**), ya que solo hay 7 vértebras cervicales.
- Todos los **nervios espinales restantes, empezando por T1, salen** del agujero intervertebral por **debajo de los pedículos** de sus vértebras respectivas.

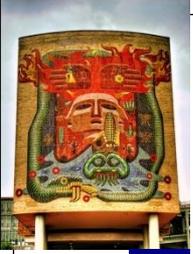


Sustancia gris

Mezcla de células nerviosas y sus prolongaciones, neuroglías y vasos sanguíneos.

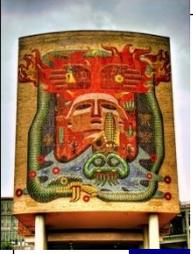
TERMINOLOGÍA ANTIGUA:

- Antes de 1952 la organización de la sustancia gris de la médula espinal se presentaba de la siguiente forma:
 - **Asta o columna dorsal (posterior).**
 - **Asta o columna intermediolateral .**
 - **Asta o columna ventral.**
 - **Zona intermedia.**



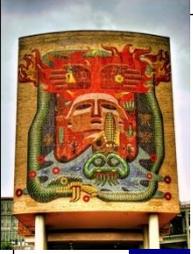
Asta o columna dorsal (posterior)

- Recibe axones de ganglios de la raíz dorsal a través de raíces dorsales.
- Contiene grupos celulares relacionados con función sensorial
- Son el:
 - **Núcleo posteromarginal**
 - **Sustancia gelatinosa**
 - **Núcleo propio.**



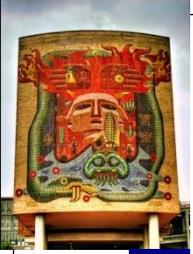
Asta o columna intermedio lateral

- Se limita a los segmentos torácicos y lumbares superiores.
- Contiene neuronas preganglionares del sistema nervioso simpático.



Asta o columna ventral

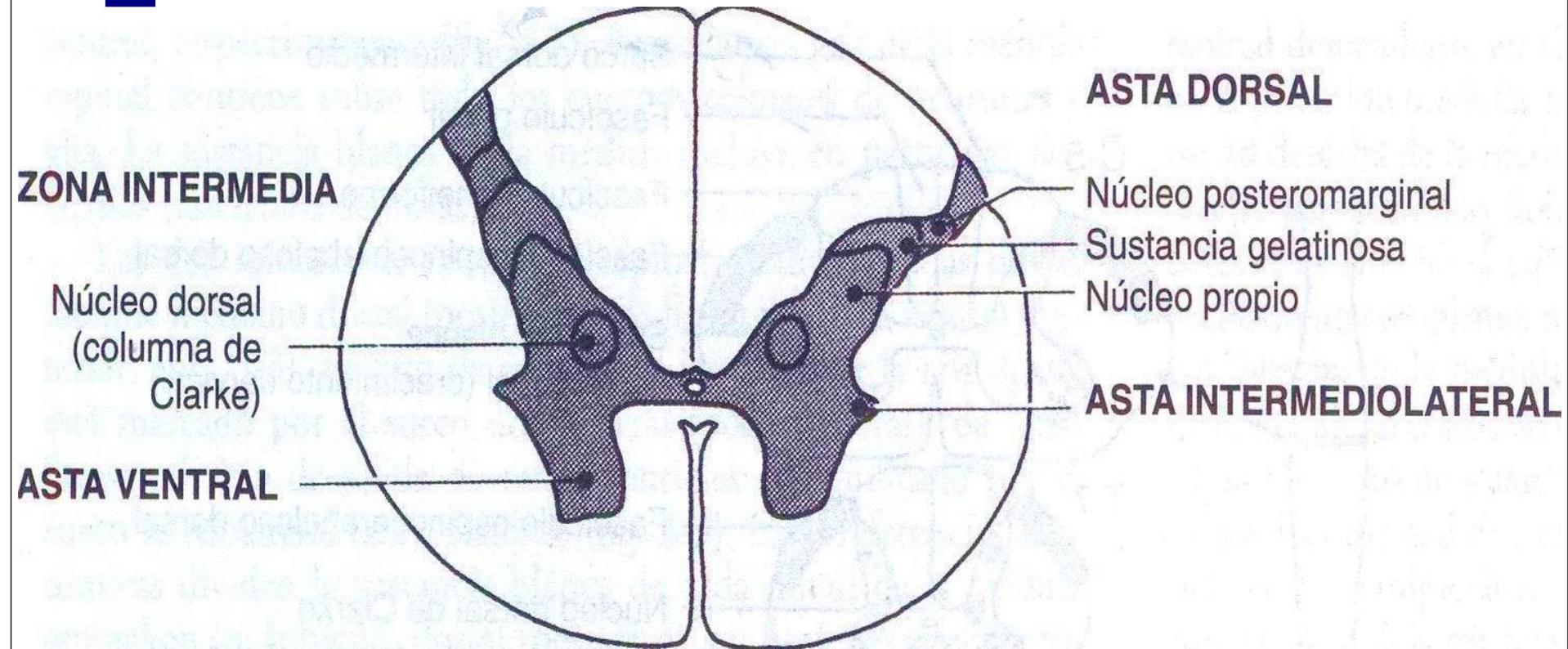
- Contiene neuronas motoras multipolares.
- Sus axones constituyen el principal componente de la raíz ventral.

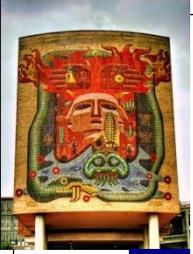


Zona intermedia

- Contiene el **núcleo dorsal de Clarke** y de un gran número de interneuronas.

Terminología antigua

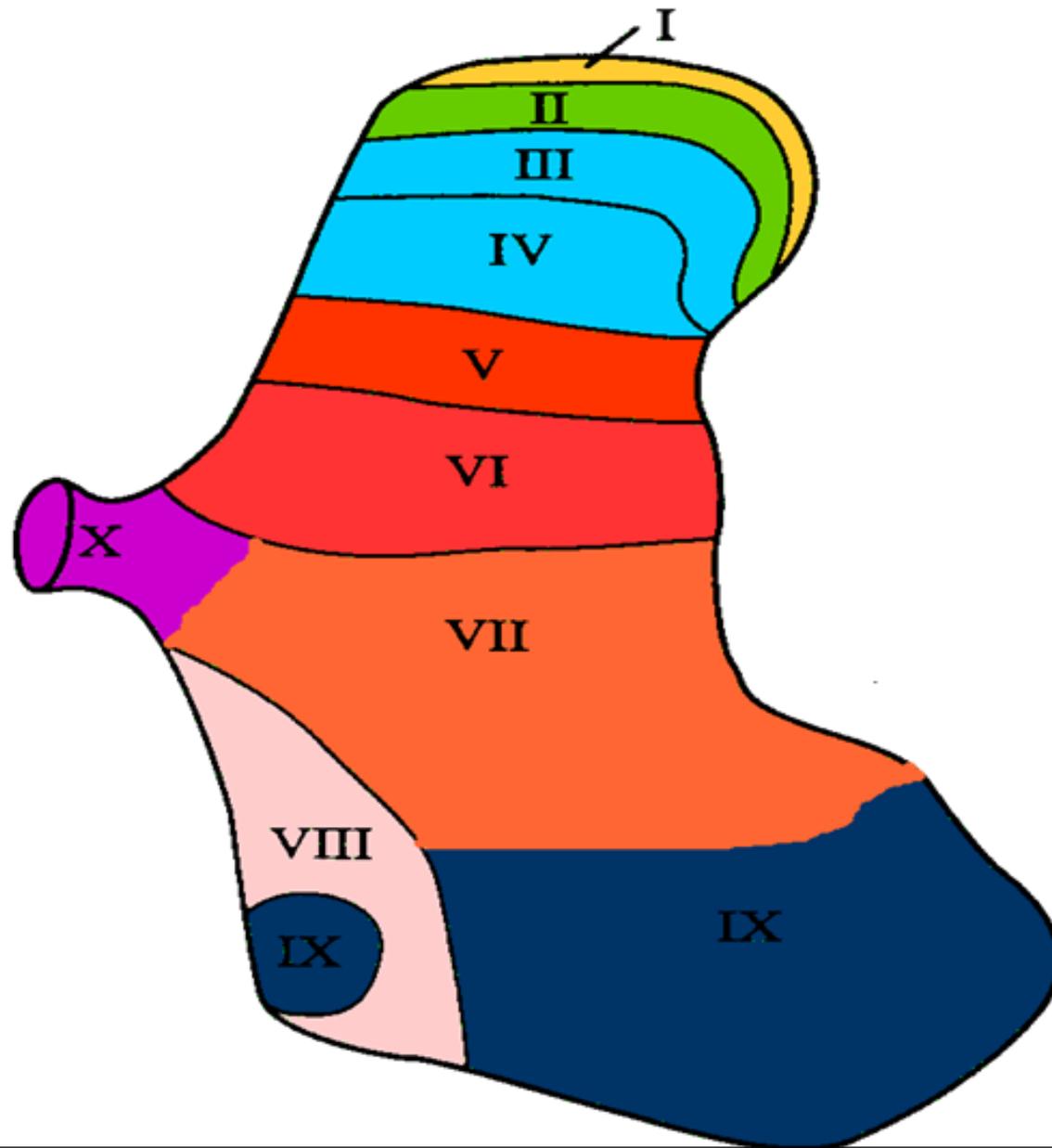




Terminología de Rexed (1952)

- Rexed investigó la citoconfiguración u organización celular de la médula espinal en el gato.
- Encontró que los grupos celulares están dispuestos en 10 zonas o láminas:
LÁMINAS DE REXED.

Láminas de Rexed



TERMINOLOGÍA DE REXED (1952)

Organización de la médula espinal

| TERMINOLOGÍA ANTIGUA | TERMINOLOGÍA DE REXED |
|--|-----------------------|
| Núcleo posteromarginal (marginal) | Lámina I |
| Sustancia gelatinosa de Rolando | Lámina II |
| Núcleo propio | Lámina III y IV |
| Cuello del asta posterior | Lámina V |
| Base del asta posterior (Núcleo de Clarke) | Lámina VI |
| Zona intermedia, asta intermediolateral | Lámina VII |
| Núcleo comisural | Lámina VIII |
| Asta ventral | Lámina IX |
| Grises centrales | Lámina X |

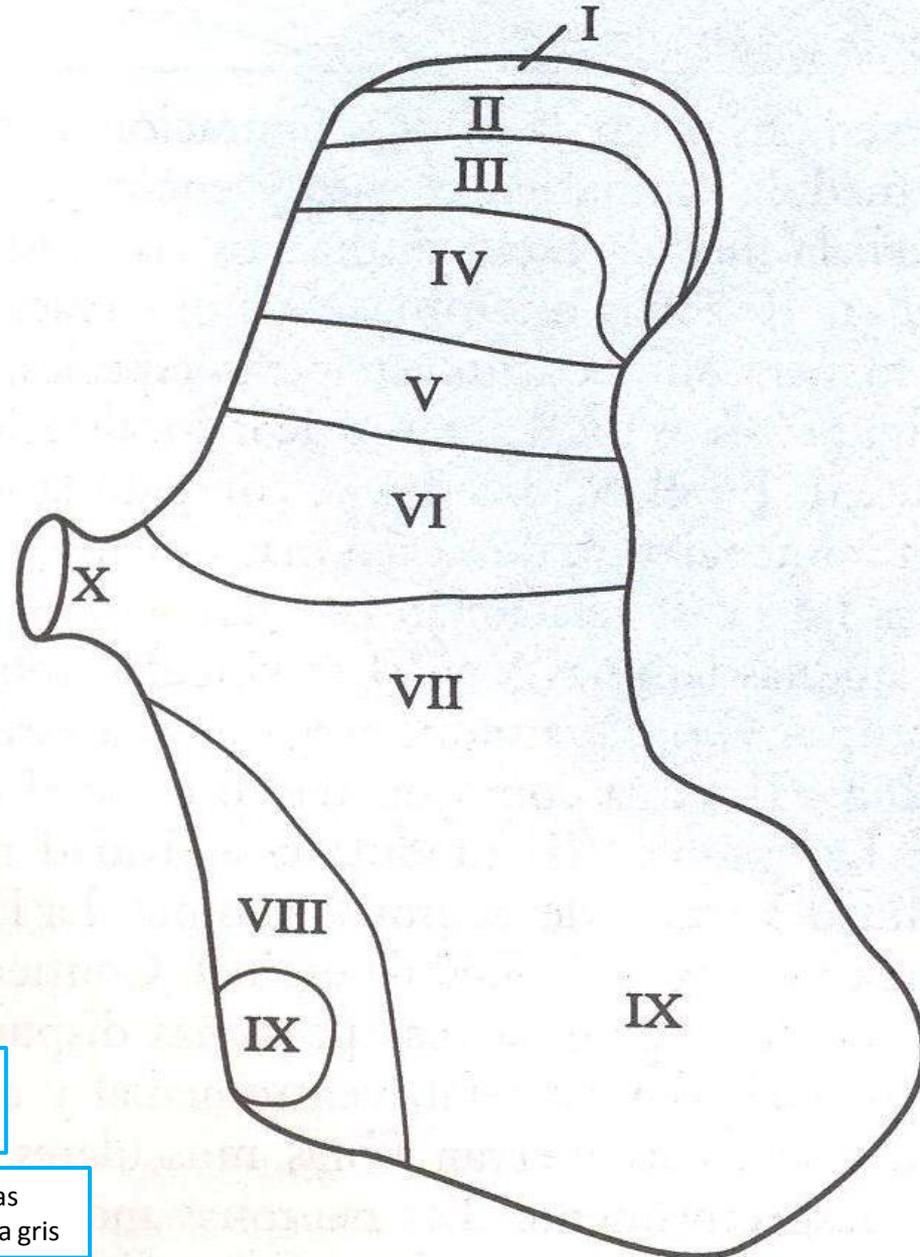
Cuerno posterior
Son sensitivas

Cuerno lateral

Regula la actividad de la lámina IX

Cuerno anterior
Son motoras (MOTONEURONAS)

Se encuentra entre las comisuras de la sustancia gris





Función de las láminas

- **Lámina I-IV:**
 - Recibe información exteroceptiva.
- **Lámina V y VI:**
 - Reciben información propioceptiva, aunque responden a estímulos cutáneos.
- **Lámina VII:**
 - Actúa como un relevo entre el mesencéfalo y el cerebelo.
- **Lámina VIII:**
 - Modula la actividad motora a través de neuronas gamma.
- **Lámina IX:**
 - Es la principal área motora, contiene **motoneuronas ALFA grandes y GAMMA más pequeñas** dispuestas en columnas.
- **Lámina X:**
 - Rodea el conducto central y contiene neuroglia.

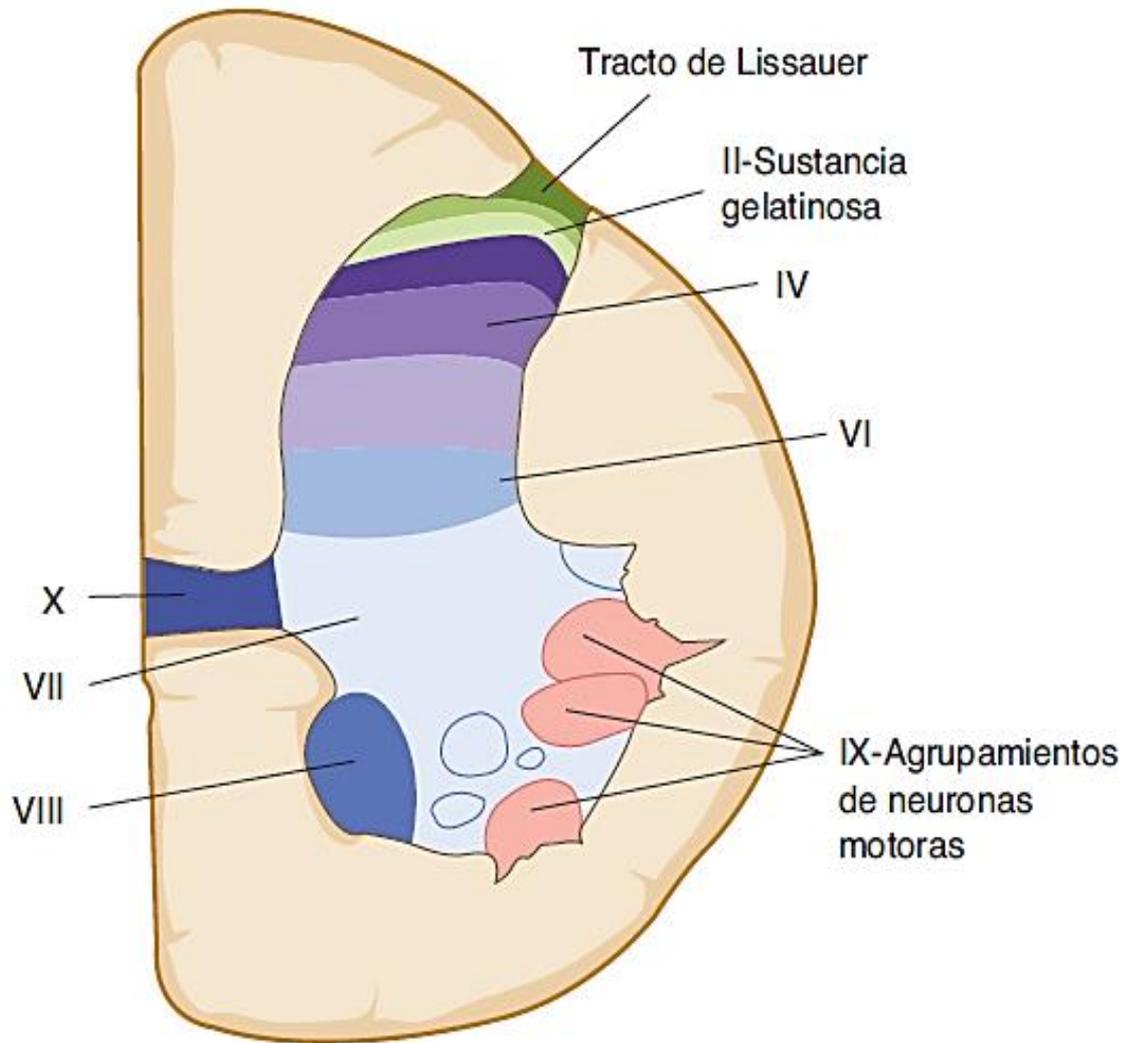
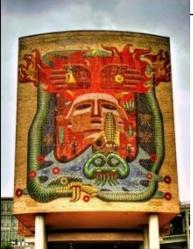
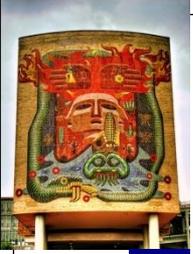


FIGURA 5-11 Láminas de la sustancia gris de la médula espinal (se muestra sólo la mitad).



Sustancia gris (Snell 6ª edición)

- Grupos de células nerviosas de las columnas grises anteriores.
- Grupos de células nerviosas de las columnas grises posteriores.
- Grupos de células nerviosas de las columnas grises laterales.
- Comisura gris y conducto central.



Grupo de células en la columna gris anterior

Grupo medial:

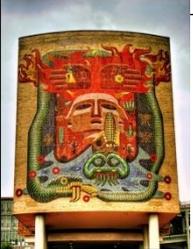
- Se encuentra en la mayoría de los segmentos.
- Inerva a los músculos esqueléticos de cuello y tronco (músculos intercostales y abdominales).

Grupo central:

- El más pequeño.
- Presente en algunos segmentos cervicales y lumbosacros.
- En los segmentos C3 – C5 se localiza el **núcleo frénico**: inervan específicamente el **diafragma**.
- En los segmentos C1 – C5,C6 se encuentra el **núcleo accesorio**: inervan el **músculo ECM y el trapecio**.
- En los segmentos S2 – S3 se localiza el **Núcleo de Onuf**: inervación de los músculos del piso pélvico (Barr 10ª edición).

Grupo lateral:

- Presente en los segmentos cervical y lumbosacro.
- **Inerva los músculos esqueléticos de las extremidades.**



Grupo de células en la columna gris posterior

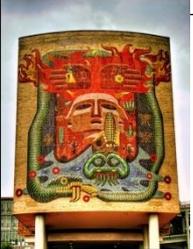
Hay 4 grupos de células nerviosas (2 que se extienden en toda la longitud de la médula y 2 restringidas a los segmentos torácicos y lumbares).

Grupo de la sustancia Gelatinosa:

- Situada en el ápex del cordón gris posterior en toda la longitud de la médula espinal.
- Recibe fibras aferentes relacionadas con el **DOLOR, TEMPERATURA Y TACTO** de las raíces posteriores.

Núcleo propio:

- Situado por delante de la sustancia gelatinosa a lo largo de la médula espinal.
- Constituye la masa principal de células en el asta gris posterior.
- Recibe fibras del cordón blanco posterior relacionados con la sensación de posición y de movimiento (**PROPIOCEPCIÓN**), **DISCRIMINACIÓN ENTRE 2 PUNTOS** y la **VIBRACIÓN**.



Grupo de células en la columna gris posterior

Núcleo dorsal o Torácico (Columna de Clarke):

- Ubicado en la base de la asta gris posterior.
- Se extiende de C8 hasta L3 o L4.
- Se asocia con **terminaciones propioceptivas de husos neuromusculares y tendinosos.**

Núcleo aferente visceral:

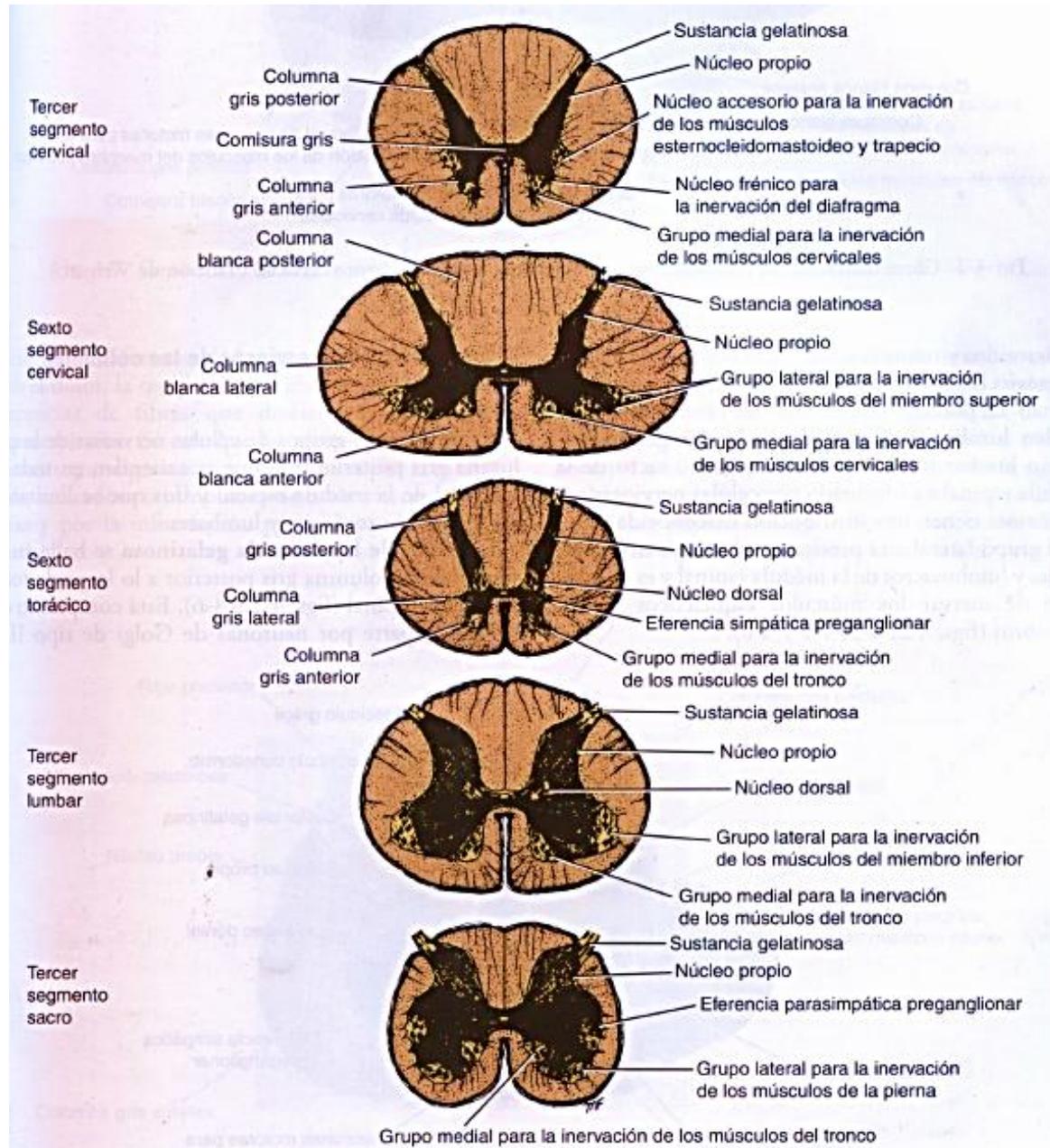
- Se localiza lateral al núcleo dorsal.
- Se extiende desde T1 hasta L3.
- Relacionado con la recepción aferente visceral.

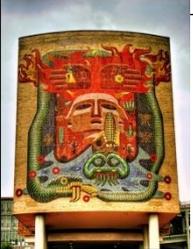


Grupo de células nerviosas en las columnas grises laterales

- Son células pequeñas que se extienden de T1 – L2:
 - Dan origen a **fibras simpáticas preganglionares**.
- Hay un grupo similar que va de S2 a S4:
 - Da origen a **fibras parasimpáticas preganglionares**.

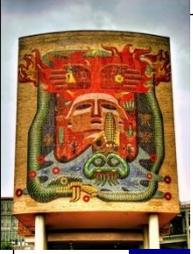
Cortes transversales de la médula espinal en diferentes niveles que muestran la disposición de la sustancia gris y blanca





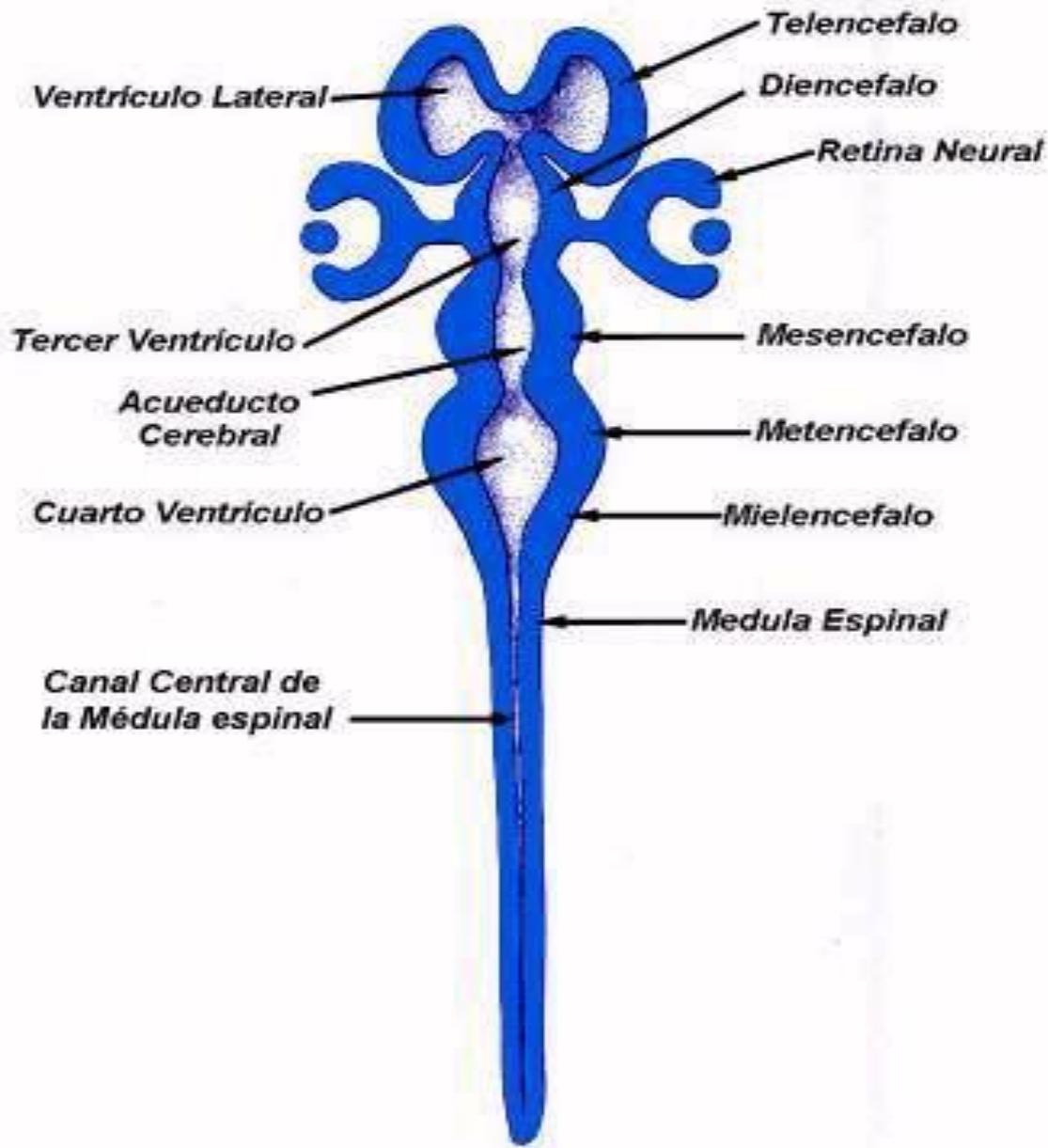
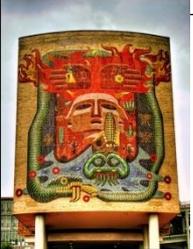
Comisura gris y conducto central medular (conducto ependimario)

- La **comisura gris conecta las astas grises anteriores y posteriores de cada lado.**
- En el centro de la comisura gris se localiza: **Conducto central o ependimario.**
- **Comisura gris anterior:**
 - Porción de la comisura gris que se localiza por delante del conducto central.
- **Comisura gris posterior:**
 - Parte de la comisura gris situada por detrás del conducto central.



Comisura gris y conducto central medular (conducto ependimario)

- Superiormente, el conducto central se continúa con el de la médula oblongada y se **abre a la cavidad del IV ventrículo**.
- En la parte inferior se expande en un **ventrículo terminal** en el cono medular y finaliza dentro de la raíz del filum terminal.
- El conducto central está lleno de LCR y se encuentra revestido de epitelio cilíndrico ciliado: **epéndimo**.



* Diagrama que ilustra las vesículas encefálicas y las cavidades ventriculares asociadas a cada una de ellas.

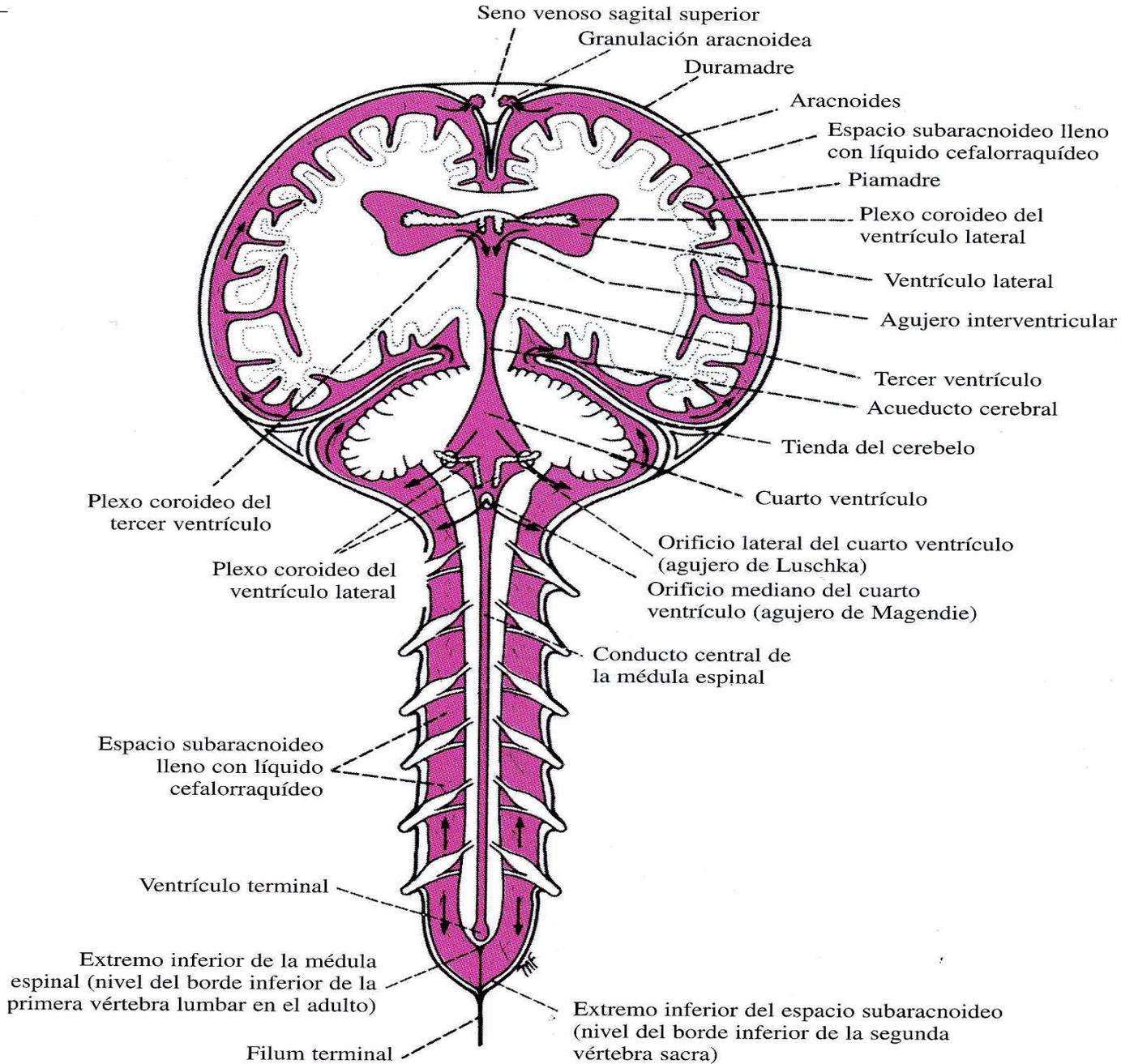
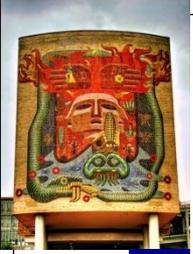
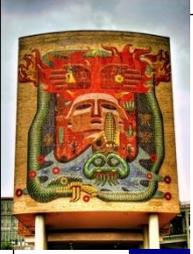


Fig. 16-1. Origen y circulación del líquido cefalorraquídeo.



Sustancia blanca

- Consiste en una mezcla de fibras neuronales, neuroglías y vasos sanguíneos.
- Rodea a la sustancia gris.
- Su color blanco se debe a la alta proporción de fibras nerviosas mielínicas.
- Para fines prácticos puede dividirse en FUNÍCULO o CORDONES ANTERIORES , LATERALES y POSTERIORES.



Sustancia blanca

- **FUNÍCULO ANTERIOR**

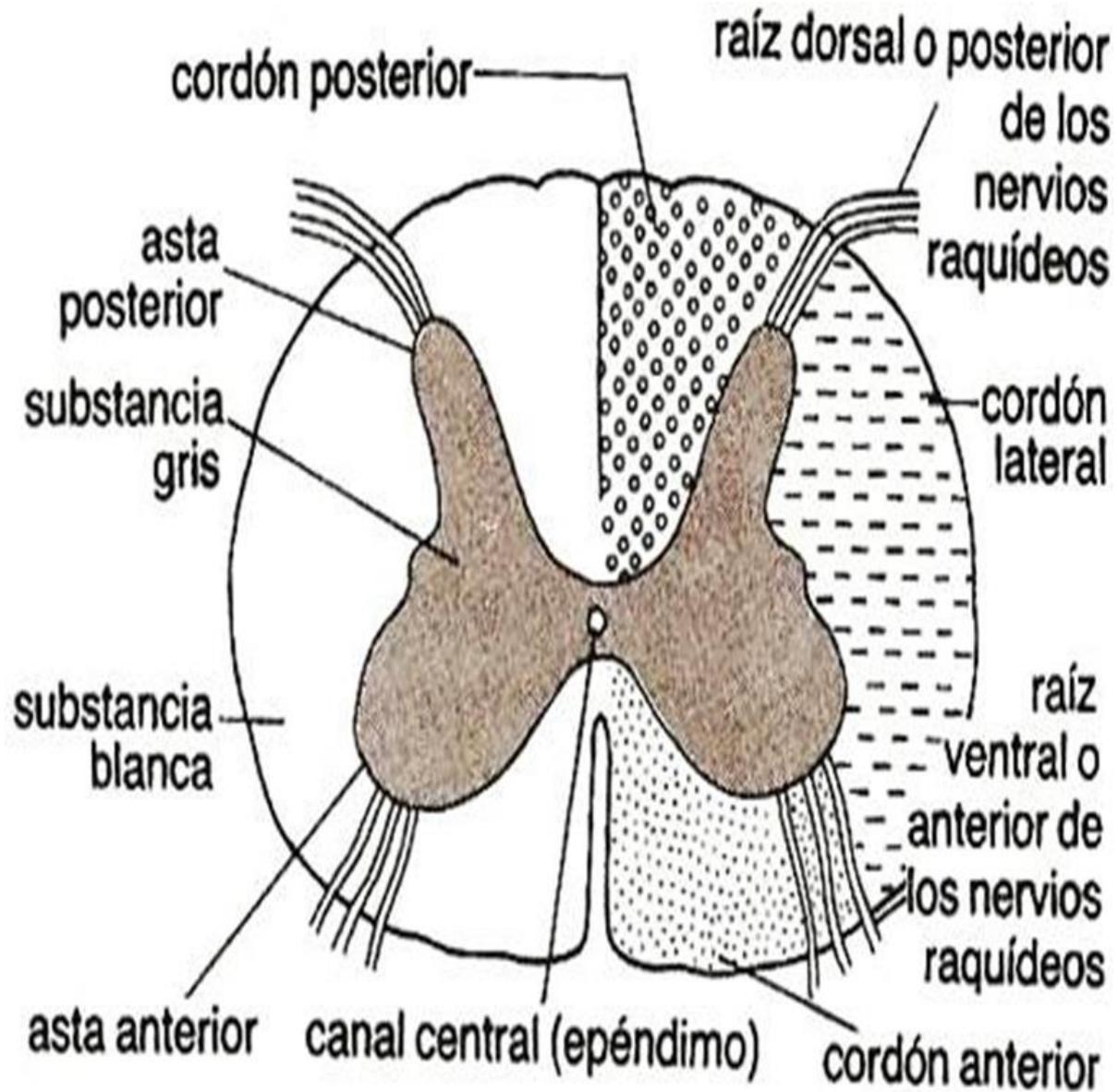
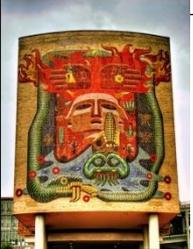
- Situado entre la línea media anterior y el punto de la salida de las raíces nerviosas anteriores (desde la fisura media anterior hasta el surco anterolateral).

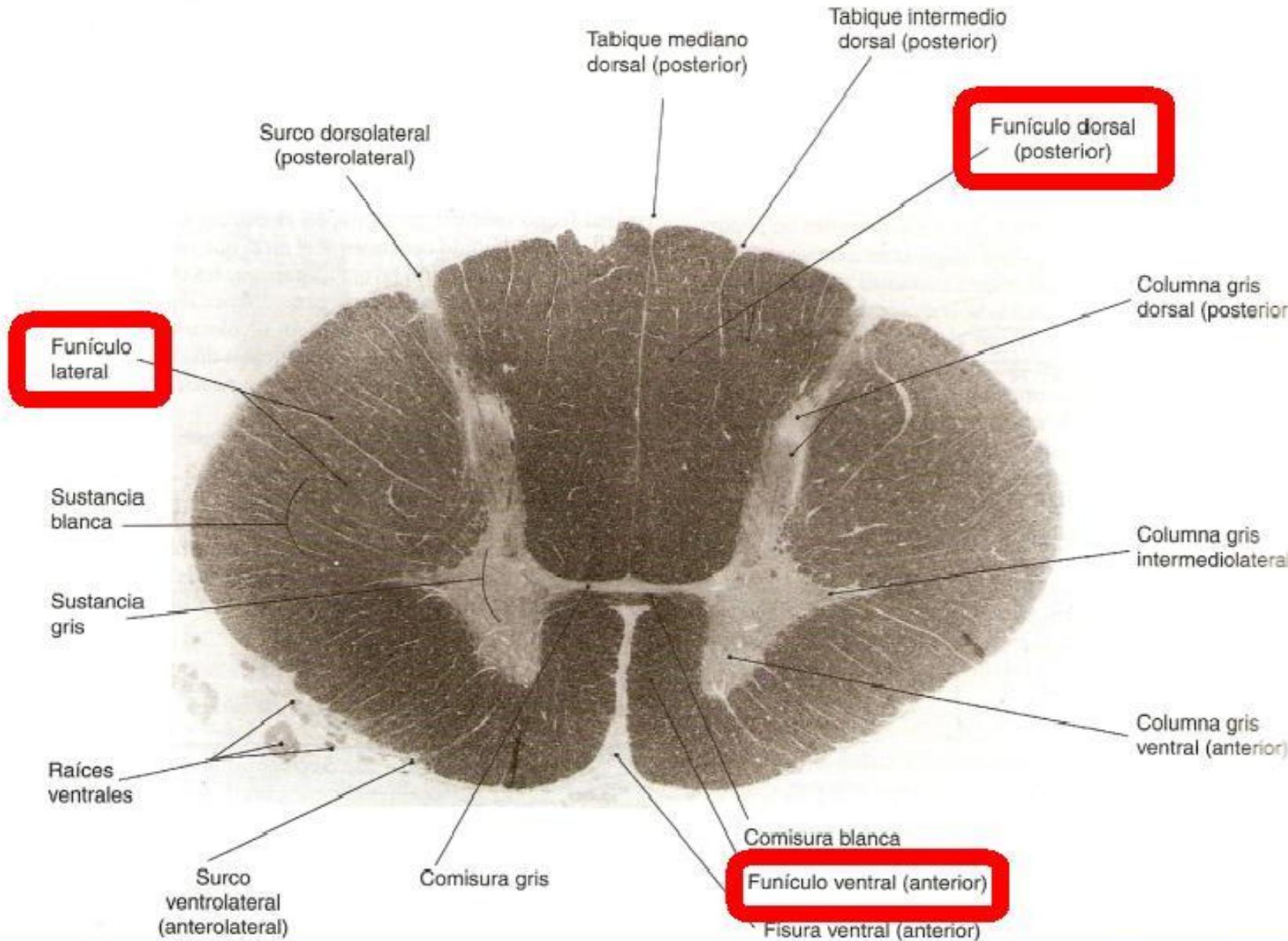
- **FUNÍCULO LATERAL**

- Se encuentra entre la salida de las raíces nerviosas anteriores y la entrada de las posteriores (desde el surco anterolateral hasta el surco posterolateral).

- **FUNÍCULO POSTERIOR**

- Localizada entre la entrada de las raíces nerviosa posteriores y la línea media posterior (desde el surco posterior hasta el surco posterolateral).





Tabique mediano dorsal (posterior)

Tabique intermedio dorsal (posterior)

Surco dorsolateral (posterolateral)

Funiculo dorsal (posterior)

Columna gris dorsal (posterior)

Funiculo lateral

Sustancia blanca

Columna gris intermediolateral

Sustancia gris

Columna gris ventral (anterior)

Raíces ventrales

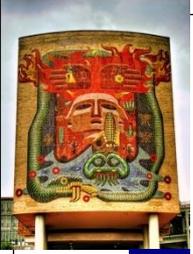
Comisura blanca

Surco ventrolateral (anterolateral)

Comisura gris

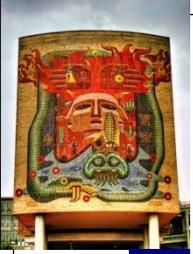
Funiculo ventral (anterior)

Fisura ventral (anterior)



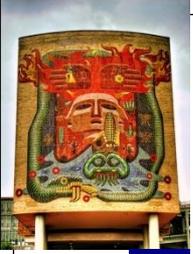
TRACTOS O FASCÍCULOS

- **TRACTOS ASCENDENTES.**
- **TRACTOS DESCENDENTES.**



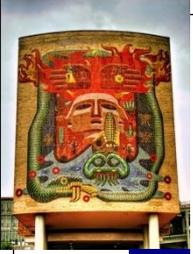
Tractos ascendentes

- Conducen información aferente que puede o no llegar a la conciencia.
- La información conducida puede ser de 2 tipos:
 - **Información Exteroeceptiva:**
 - ✓ Se origina fuera del cuerpo → dolor, temperatura y tacto.
 - **Información Propioceptiva:**
 - ✓ Se origina dentro del cuerpo → músculos y articulaciones.



Tractos descendentes

- Fibras nerviosas que descienden en la sustancia blanca desde diferentes centros nerviosos supraespinales.
- Se relacionan con la función motora somática, la inervación visceral, la modificación del tono muscular, los reflejos segmentarios y la transmisión central de impulsos sensitivos.
- Las neuronas supraespinales y sus tractos a veces se denominan: **neuronas motoras superiores**.
- Las neuronas motoras ubicadas en las astas grises anteriores envían axones para inervar músculo esquelético por medio de los nervios espinales: **Neuronas motoras inferiores**.



Funículo posterior

- Lo forman los **FASCÍCULOS GRÁCIL Y CUNEIFORME (FASCÍCULOS ASCENDENTES)**.
- Estos 2 fascículos terminan respectivamente, en los núcleos grácil y cuneiforme , que se localizan en la región dorsal de la médula oblongada.
- Las fibras nerviosas en este funículo participan en 2 modalidades generales relacionados con la **PROPIOCEPCIÓN CONSCIENTE**:
 - **Cinestecia**:
 - ✓ Sensación de posición y movimiento.
 - **Tacto discriminativo (epicrítico)**:
 - ✓ Localización precisa del tacto, incluida la discriminación de 2 puntos.



Funículo posterior

- **Función:**

- **Vibración**

- **Tacto fino**

- ✓ Discrimina tamaño, textura y forma de los objetos (**estereognosia**).

- ✓ Muy desarrollado en la punta de los dedos.

- **Peso**

- **PROPIOCEPCIÓN CONSCIENTE** de músculos y articulaciones.

- **Discriminación de 2 puntos (VTPP Vs 2Puntos)**

- **Fascículo grácil:**

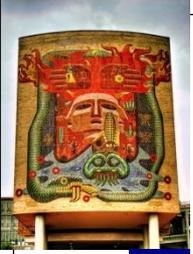
- Propiocepción consciente de músculos y articulaciones del **miembro inferior**.

- **Fascículo cuneiforme:**

- Propiocepción consciente de músculos y articulaciones del **miembro superior**.

Nota:

Propiocepción: Sentido de la posición de las articulaciones y músculos



Funículo posterior

- Las **lesiones en este funículo** se manifiestan en clínica por la pérdida o disminución de las siguientes sensaciones:
 - **Sensación de vibración.**
 - **Sensación de posición.**
 - **Discriminación de 2 puntos.**
 - **Tacto.**
 - **Reconocimiento de la forma.**

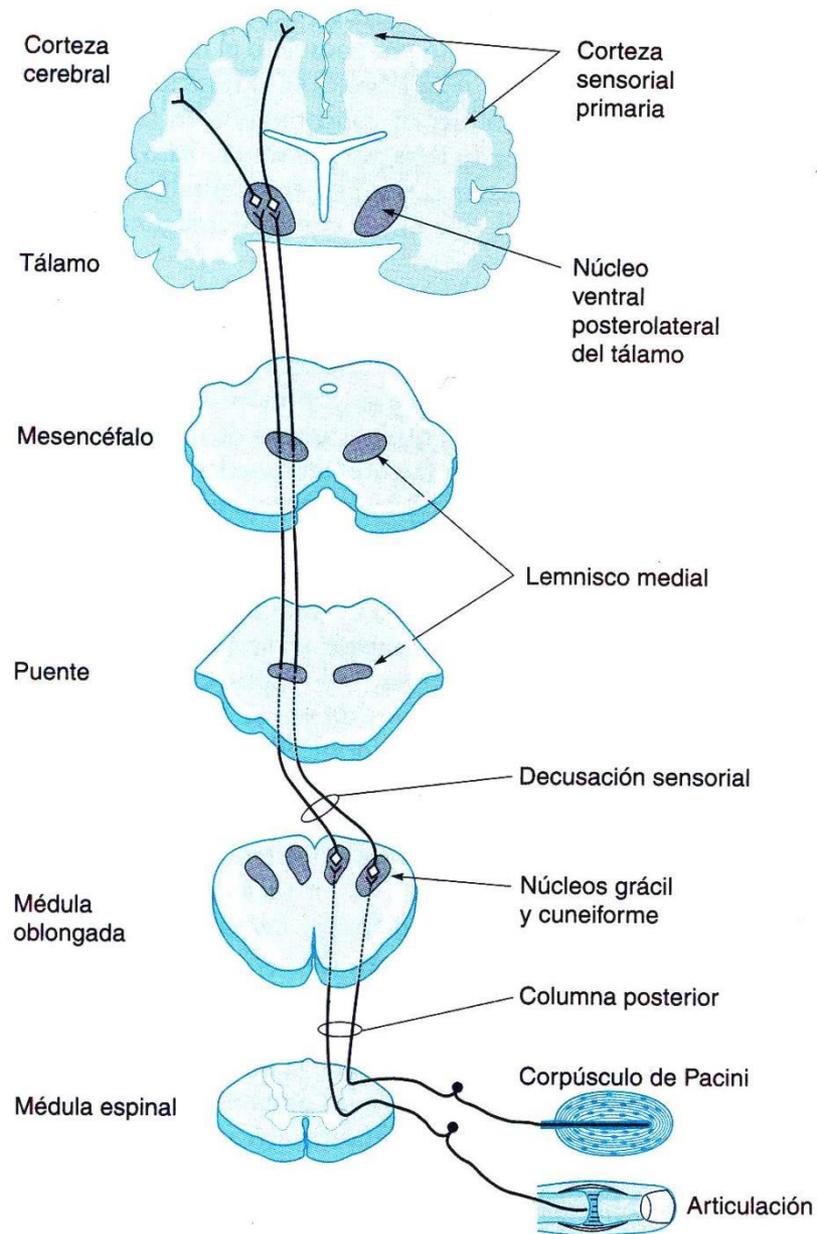
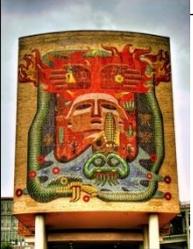


Figura 3-9. Esquema de la vía de la columna posterior.



TRACTOS ASCENDENTES DEL FUNÍCULO LATERAL

- **ESPINOTALÁMICO LATERAL:**
 - **Termoalgesia (Vías para el Dolor y la Temperatura).**
 - **Terminaciones nerviosas libres.**
- **ESPINOCEREBELOSO POSTERIOR (DORSAL):**
 - **Propiocepción inconsciente de músculos y articulaciones, principalmente del MIEMBRO INFERIOR.**
- **ESPINOCEREBELOSO ANTERIOR (VENTRAL):**
 - **Propiocepción inconsciente de músculos y articulaciones, tanto del MIEMBRO SUPERIOR COMO DEL INFERIOR Y DEL TRONCO.**



TRACTOS ASCENDENTES DEL FUNÍCULO LATERAL

- **ESPINO RETICULAR:**
 - **Formación reticular: Información sueño – Vigilia.**
- **ESPINO VESTIBULAR:**
 - **Propiocepción inconsciente.**



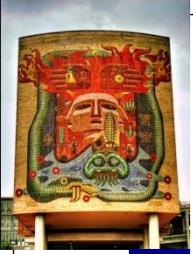
TRACTOS DESCENDENTES DEL FUNÍCULO LATERAL

- **CORTICOESPINAL LATERAL (vía piramidal o cruzado):**
 - **Control de los movimientos voluntarios finos o hábiles rápidos, de las musculaturas distales de las extremidades.**
- **RUBROESPINAL:**
 - Es una vía sinergista (coordina músculos sinergistas).
 - **Facilita la actividad de los músculos flexores e inhibe la actividad de los músculos extensores y antigravitacionales** (control de movimiento).
- **OLIVOESPINAL:**
 - Mantenimiento del equilibrio.
 - Actualmente hay dudas acerca de su existencia (Snell).
- **RETÍCULO ESPINAL MEDIAL:**
 - Pueden facilitar o inhibir la actividad de las motoneuronas α y γ , por lo que influyen en:
 - ✓ **Control de los movimientos voluntarios y la postura.**
 - ✓ **Modulación de los reflejos espinales.**
 - ✓ **Modulación de la transmisión sensorial (dolor).**



TRACTO ASCENDENTE DEL FUNÍCULO ANTERIOR

- **ESPINOTALÁMICO ANTERIOR:**
 - **Tacto grueso, ligero o leve (protopático) y la presión.**



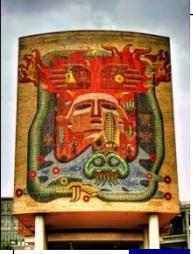
TRACTOS O FASCÍCULOS DESCENDENTES DEL FUNÍCULO ANTERIOR

- **CORTICOESPINAL ANTERIOR**

- **Control de los movimientos voluntarios finos o hábiles rápidos, de las musculaturas distales de las extremidades.**
- Hace relevo con el cerebelo.

- **VESTÍBULOESPINAL (Snell):**

- Por medio de este tracto, **el oído interno y el cerebelo facilitan la actividad de los músculos extensores e inhiben la actividad de los músculos flexores en asociación con el mantenimiento del equilibrio.**
- Nota: Afifi lo divide en 2 tractos:
 - ✓ Tracto vestibuloespinal lateral:
 - ❖ Se localiza en el funículo lateral.
 - ❖ Control de músculos que conserva la postura erguida y el equilibrio.
 - ✓ Tracto vestibuloespinal medial:
 - ❖ Se localiza en el funículo anterior.
 - ❖ Posición de la cabeza relacionada con estimulación vestibular.
 - ❖ Hace relevo con el cerebelo.



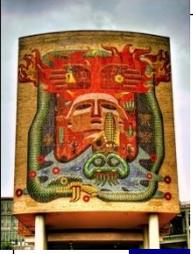
TRACTOS O FASCÍCULOS DESCENDENTES DEL FUNÍCULO ANTERIOR

- **RETÍCULOESPINAL ANTERIOR:**

- Pueden facilitar o inhibir la actividad de las motoneuronas α y γ , por lo que influyen en:
 - ✓ **Control de los movimientos voluntarios y la postura.**
 - ✓ **Modulación de los reflejos espinales.**
 - ✓ **Modulación de la transmisión sensorial (dolor).**

- **TRACTO TECTOESPINAL:**

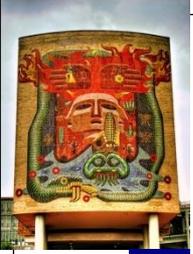
- Vinculadas con los movimientos posturales reflejos en respuesta a estímulos visuales: **posición de la cabeza relacionada con el movimiento ocular** (giro reflejo de la cabeza o **coordinación de los movimientos oculares y de la cabeza**).
- Filogenéticamente es un sistema muy antiguo presente en los peces.



TRACTOS O FASCÍCULOS DESCENDENTES DEL FUNÍCULO ANTERIOR

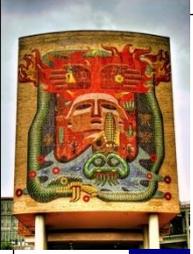
- **FASCICULO LONGITUDINAL MEDIO:**

- Situado por debajo del piso del cuarto ventrículo a cada lado de la línea media.
- Vía principal que **conecta los núcleos vestibulares y cocleares con los núcleos que controlan los músculos extraoculares** (núcleos de los nervios oculomotor, troclear, abducens): **coordina los núcleos motores de la conjugación de los ojos.**



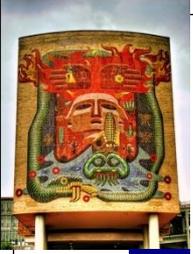
FASCÍCULO PROPIO

- Zona que contiene fibras mielínicas y amielínicas que está presente en todos los funículos adyacentes a la sustancia gris.
- Contiene **fibras propioespinales (espinoespinales)** que conectan diferentes niveles segmentarios de la sustancia gris.
- **Se encarga de coordinar o asociar a todos los tractos o fascículos.**



Otras vías ascendentes

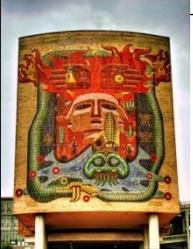
- **Tracto espinotectal:**
 - Se localiza en el funículo anterolateral, cerca del tracto espinotalámico lateral.
 - **Proporciona información aferente para los reflejos espinovisuales y provoca movimientos de los ojos y la cabeza hacia la fuente del estímulo.**
- **Tracto espinoolivario:**
 - Se localiza entre funículo anterior y lateral.
 - **Transmite información al cerebelo desde los órganos cutáneos y propioceptivos.**



Otras vías ascendentes

- **Tracto cuneocerebeloso:**

- Se originan en el núcleo cuneiforme y entran en el cerebelo a través del pedúnculo cerebeloso inferior del mismo lado.
- Las fibras se conocen: **fibras arcuatas externas posteriores.**
- Función: **transmite información al cerebelo sobre la sensibilidad de músculos y articulaciones.**



Fascículo dorsolateral (tracto de Lissauer)

- Haz compacto de pequeñas fibras que se localiza en la periferia de la médula espinal.
- **Forma parte de la vía del dolor.**

Fascículo dorsolateral (tracto de Lissauer)

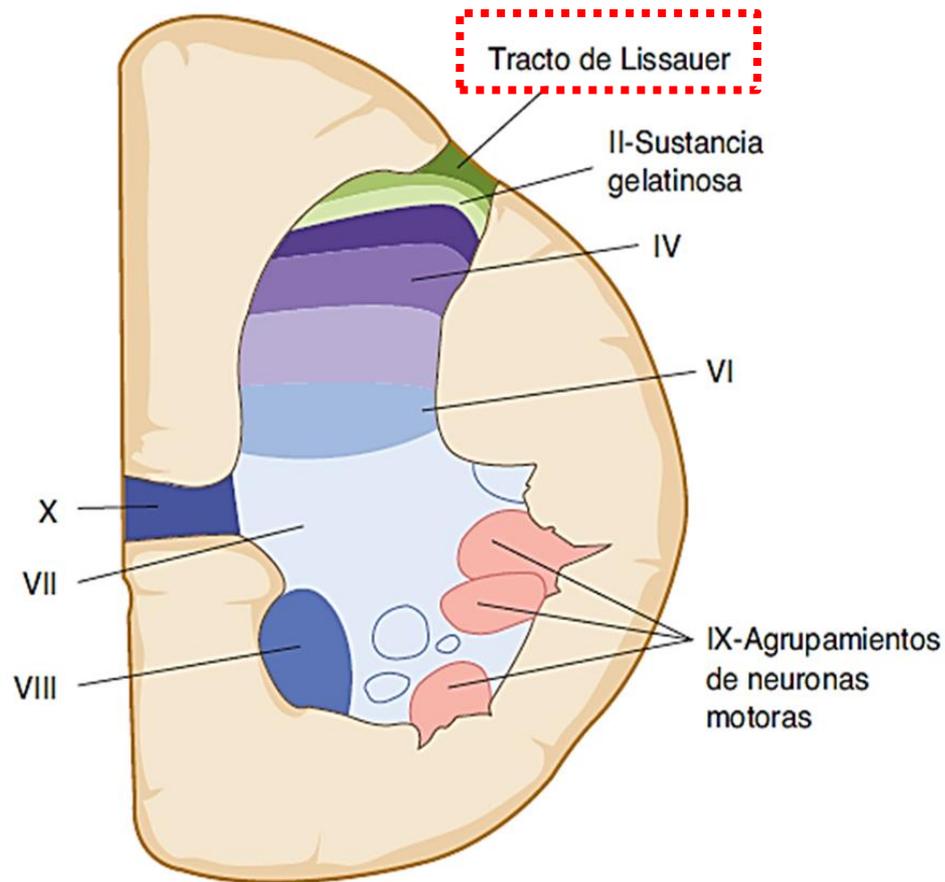
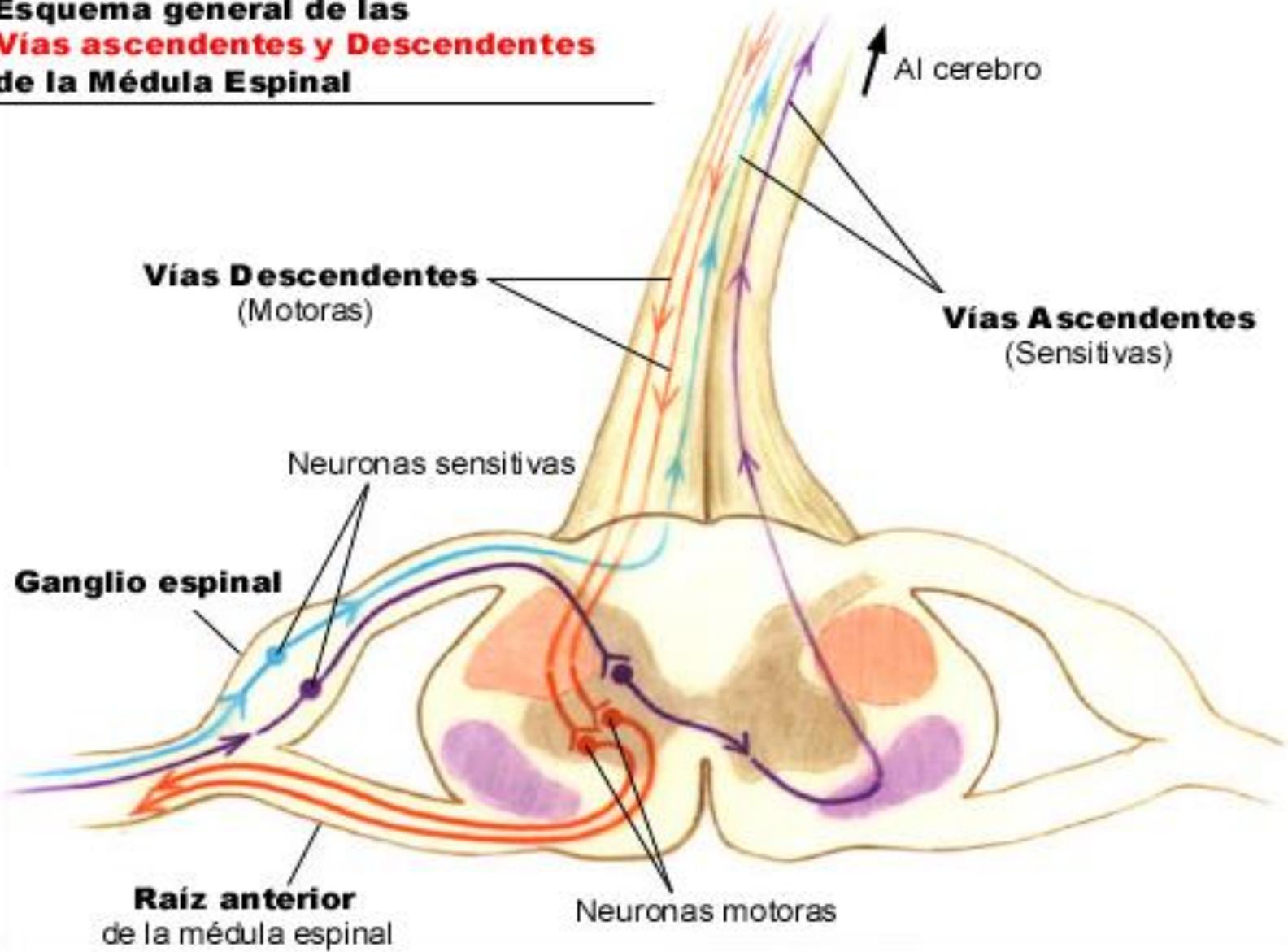
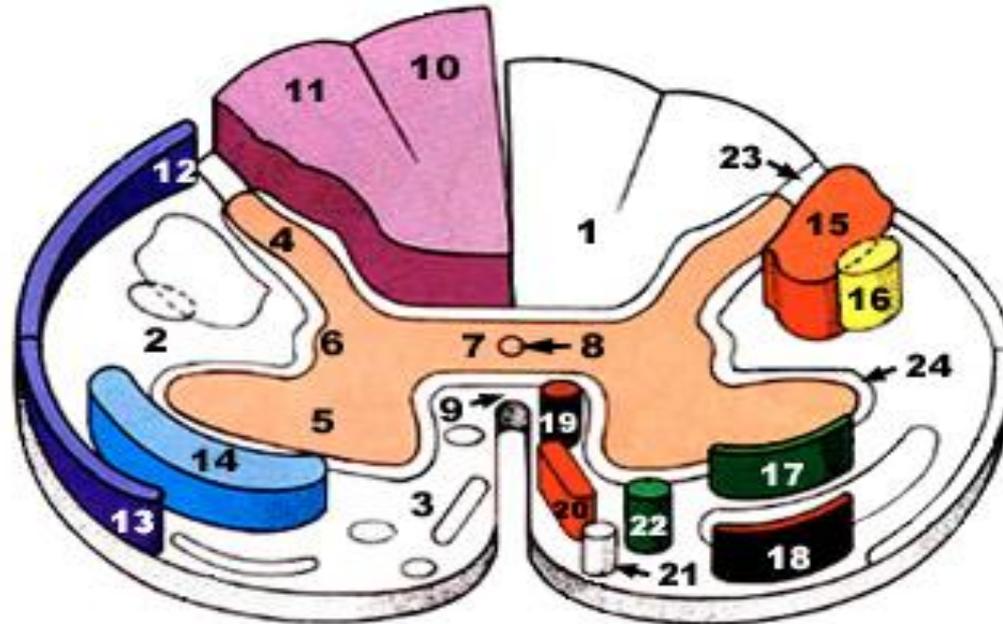


FIGURA 5-11 Láminas de la sustancia gris de la médula espinal (se muestra sólo la mitad).

Esquema general de las Vías ascendentes y Descendentes de la Médula Espinal



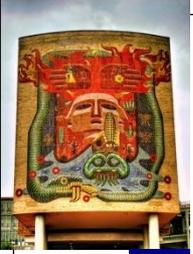
Tractos ascendentes y descendentes de la médula espinal



1. Cordón posterior
2. Cordón lateral
3. Cordón anterior
4. Asta posterior
5. Asta anterior
6. Asta lateral
7. Comisura gris
8. Canal central
9. Comisura blanca anterior
10. Fascículo gracilis
11. Fascículo cuneatus
12. Tracto espinocerebeloso posterior
13. Tracto espinocerebeloso anterior
14. Tracto espinotalámico lateral
15. Tracto corticoespinal lateral
16. Tracto rubroespinal
17. Tracto reticuloespinal lateral
18. Tracto vestibuloespinal lateral
19. Fascículo longitudinal medial
20. Tracto corticoespinal anterior
21. Tracto tectoespinal
22. Tracto reticuloespinal medial
23. Tracto posterolateral (de Lissauer)
24. Fascículo propio

Cuadro 3-5. Fascículos ascendentes de la médula espinal

| Nombre del fascículo | Origen | Localización | Extensión | Terminación | Función |
|------------------------------------|--|----------------------------------|------------------------------------|--|---------------------------------|
| Grácil | Ganglio de la raíz dorsal ipsolateral | Medial en el funículo posterior | A lo largo de la médula espinal | Núcleo grácil ipsolateral en la médula oblongada | Propiocepción consciente |
| Cuneiforme | Ganglio de la raíz dorsal ipsolateral | Lateral en el funículo posterior | Arriba del sexto segmento torácico | Núcleo cuneiforme ipsolateral en la médula oblongada | Propiocepción consciente |
| Espinocerebeloso dorsal | Núcleo dorsal ipsolateral de Clarke | Funículo lateral | Arriba del segundo segmento lumbar | Cerebelo ipsolateral | Propiocepción inconsciente |
| Espinocerebeloso ventral | Asta dorsal contralateral | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Cerebelo contralateral | Propiocepción inconsciente |
| Espinocervical talámico (de Morin) | Ganglio de la raíz dorsal ipsolateral | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Núcleo cervical lateral ipsolateral | Propiocepción consciente |
| Espinotalámico lateral | Asta dorsal contralateral | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Tálamo ipsolateral (núcleo posterolateral ventral) | Sensaciones de dolor y térmicas |
| Espinotalámico anterior | Asta dorsal contralateral (principalmente) | Funículos lateral y anterior | A lo largo de la médula espinal | Tálamo ipsolateral (núcleo posterolateral ventral) | Tacto ligero |

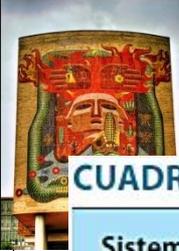


CUADRO 5-4 Sistemas de fibras ascendentes en la médula espinal.

| Nombre | Función | Origen | Terminación | Ubicación en la médula espinal |
|--------------------------------|--|--|--|--|
| Sistema del cordón dorsal | Tacto fino, propiocepción, discriminación entre dos puntos | Piel, articulaciones, tendones | Núcleos de los cordones dorsales. Neuronas de segundo orden tienen proyección al tálamo contralateral (cruce en el bulbo raquídeo en la decusación del lemnisco o sensitiva) | Cordón dorsal |
| Tractos espinotalámicos | Dolor agudo, temperatura, tacto grueso | Piel | Asta dorsal. Las neuronas de segundo orden tienen proyecciones al tálamo contralateral (cruzan en la médula espinal al nivel de su ingreso) | Cordón ventrolateral |
| Tracto espinocerebeloso dorsal | Mecanismos de movimiento y posición | Husos musculares, órganos tendinosos de Golgi, receptores de tacto y presión (vía el núcleo dorsal [cordón de Clarke]) | Paleocorteza cerebelosa (a través del pedúnculo cerebeloso inferior) | Cordón lateral |
| Espinocerebeloso ventral | Mecanismos de movimiento y posición | Husos musculares, órganos tendinosos de Golgi, receptores de tacto y presión | Paleocorteza cerebelosa (a través del pedúnculo cerebeloso superior contralateral e ipsolateral) | Cordón lateral |
| Vía espinoreticular | Dolor profundo y crónico | Estructuras somáticas profundas | Formación reticular del tronco encefálico | Vía difusa, postsináptica en el cordón ventrolateral |

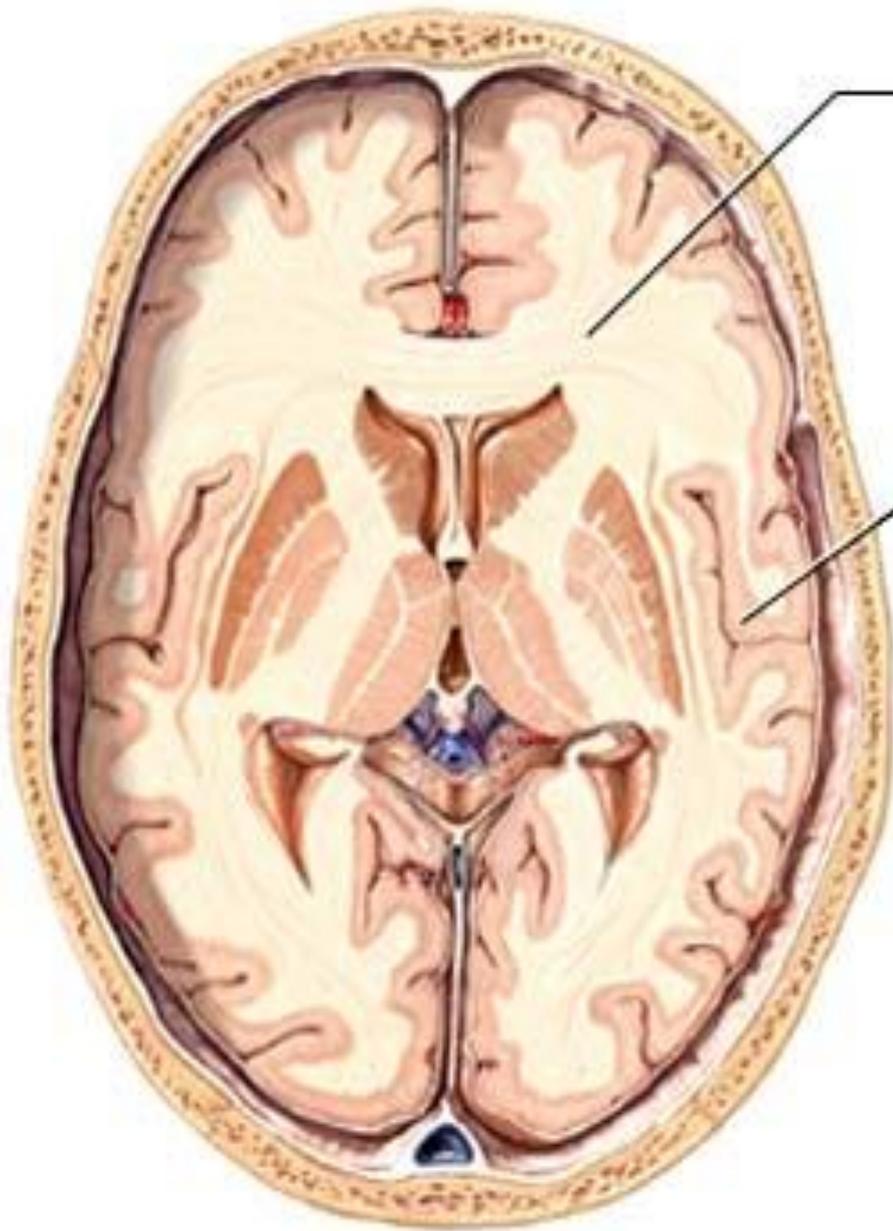
Cuadro 3-6. Fascículos descendentes de la médula espinal

| Nombre del fascículo | Origen | Localización | Extensión | Terminación | Función |
|---------------------------------------|---|------------------------------|---------------------------------|---|---|
| Corticoespinal lateral | Corteza cerebral contralateral | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Astas ventral y dorsal ipsolaterales | Control del movimiento hábil, modulación de la actividad sensorial |
| Corticoespinal anterior (haz de Türk) | Corteza cerebral ipsilateral (principalmente) | Funículo anterior | Variable | Astas ventral y dorsal contralaterales | Control del movimiento hábil, modulación de la actividad sensorial |
| Fascículo de Barnes | Corteza cerebral ipsilateral | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Astas ventral y dorsal ipsolaterales | Control del movimiento hábil, modulación de la actividad sensorial |
| Rubroespinal | Núcleo rojo contralateral (cerebro medio) | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Asta ventral ipsilateral | Control del movimiento |
| Vestibuloespinal lateral | Núcleo vestibular lateral ipsilateral | Funículo lateral | A lo largo de la médula espinal | Asta ventral ipsilateral | Control de músculos que conservan la postura erguida y el equilibrio |
| Vestibuloespinal medial | Núcleo vestibular medial ipsilateral y contralateral | Funículo anterior | Médula espinal cervical | Asta ventral ipsilateral | Posición de la cabeza relacionada con estimulación vestibular |
| Reticuloespinal | Formación reticular de la médula oblongada y pontina, bilateral | Funículos lateral y anterior | A lo largo de la médula espinal | Asta ventral ipsilateral y zona intermedia | Control del movimiento y la postura, modulación de la actividad sensorial |
| Tectoespinal | Colículo superior contralateral (mesencéfalo) | Funículo anterior | Médula espinal cervical | Asta ventral ipsilateral | Posición de la cabeza relacionada con movimiento ocular |
| Autónomo descendente | Hipotálamo ipsilateral | Funículo anterolateral | A lo largo de la médula espinal | Columna celular intermediolateral ipsilateral y grupo celular preganglionar sacro | Control de músculos lisos y glándulas |
| Monoaminérgico | Núcleo del rafe, <i>locus ceruleus</i> , <i>gris periaqueductal</i> | Funículos lateral y anterior | A lo largo de la médula espinal | Asta dorsal ipsilateral | Control de la transmisión del dolor |



CUADRO 5-3 Sistema de fibras descendentes en la médula espinal.

| Sistema | Función | Origen | Terminación | Localización en la médula |
|---|---|---|---|--|
| Tracto corticoespinal (piramidal) lateral | Funcionamiento motor fino (controla la musculatura distal) Modulación de las funciones sensoriales | Corteza motora y premotora | Células del asta anterior (interneuronas y neuronas motoras inferiores) | Cordón lateral (cruza en el bulbo raquídeo en la decusación piramidal) |
| Tracto corticoespinal anterior | Funcionamiento motor grueso y postural (musculatura proximal y axial) | Corteza motora y premotora | Células del asta anterior (interneuronas y neuronas motoras inferiores) | Cordón anterior (sin cruzarse hasta después de descender, donde algunas fibras presentan decusación) |
| Tracto vestibuloespinal | Reflejos posturales | Núcleo vestibular lateral y medial | Interneuronas y neuronas motoras del asta anterior (para extensores) | Cordón ventral |
| Rubroespinal | Funcionamiento motor | Núcleo rojo | Interneuronas del asta ventral | Cordón lateral |
| Reticuloespinal | Modulación de la transmisión sensorial (especialmente dolor) Modulación de reflejos espinales | Formación reticular del tronco encefálico | Asta dorsal y ventral | Cordón anterior |
| Autónomo descendente | Modulación de funciones autónomas | Hipotálamo, núcleos del tronco encefálico | Neuronas autónomas preganglionares | Cordones laterales |
| Tectoespinal | Giro reflejo de la cabeza | Mesencéfalo | Interneuronas del asta ventral | Cordón ventral |
| Fascículo longitudinal medial | Coordinación de movimientos de cabeza y ojos | Núcleos vestibulares | Sustancia gris cervical | Cordón ventral |

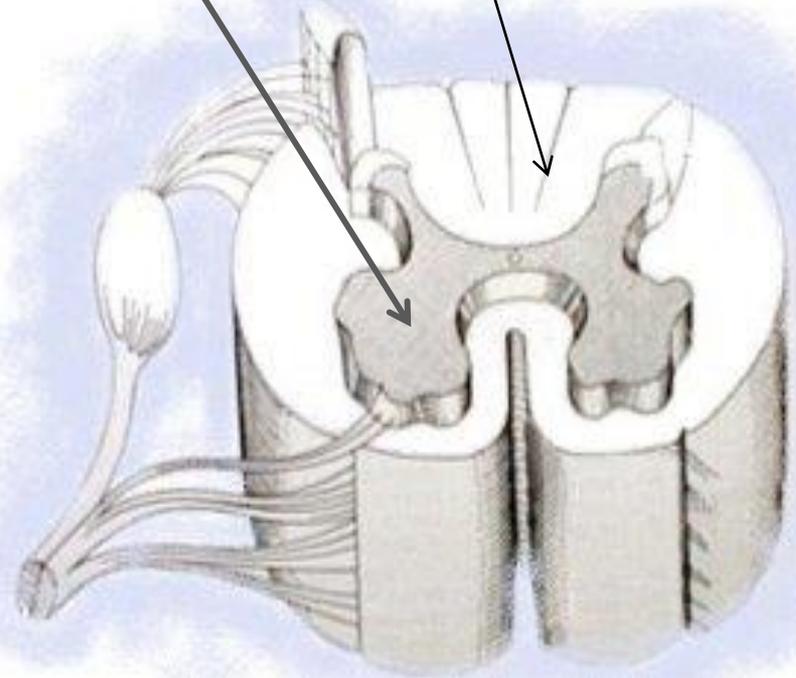


Materia blanca

(fibras nerviosas)

Materia gris

(cuerpos celulares)



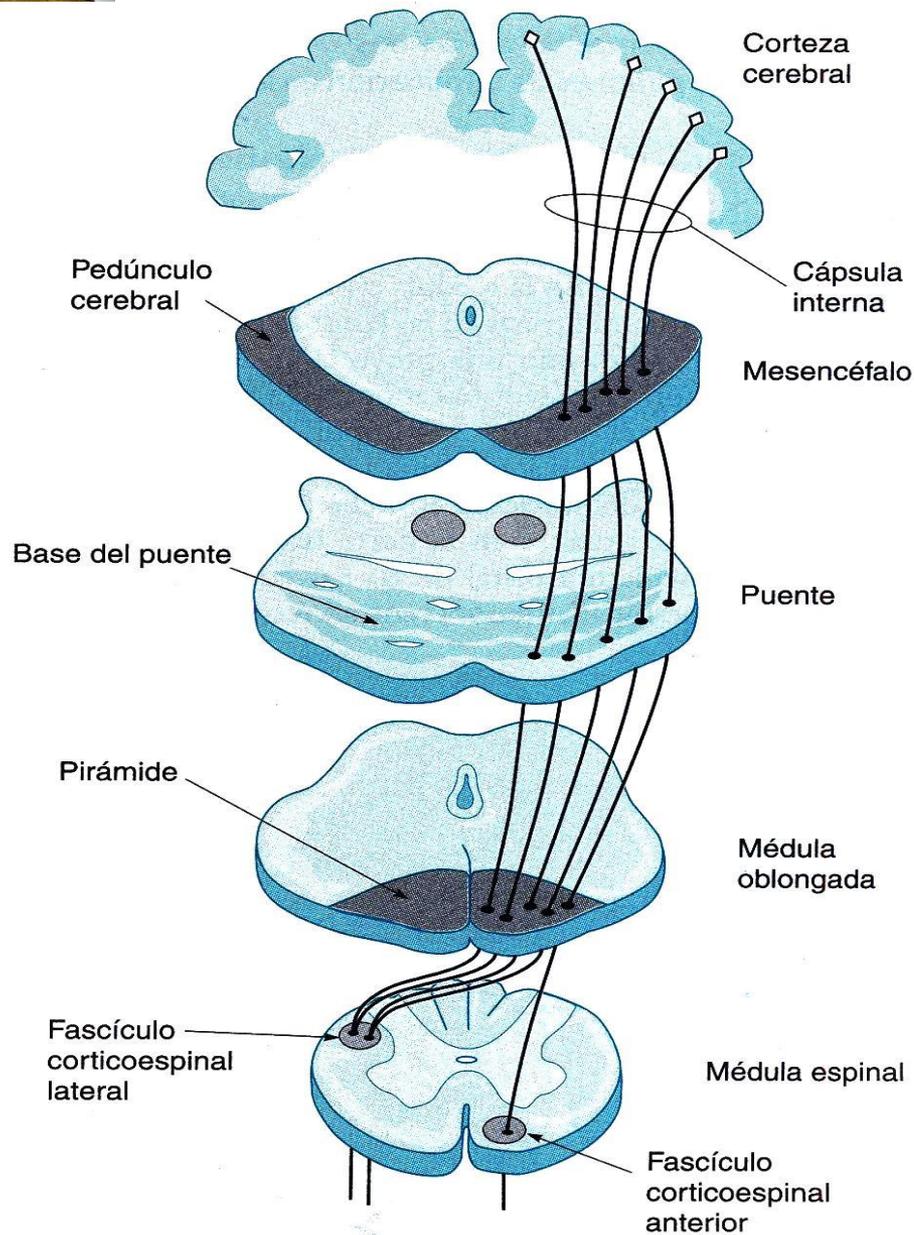


Figura 3-17. Esquema de la vía corticoespinal.

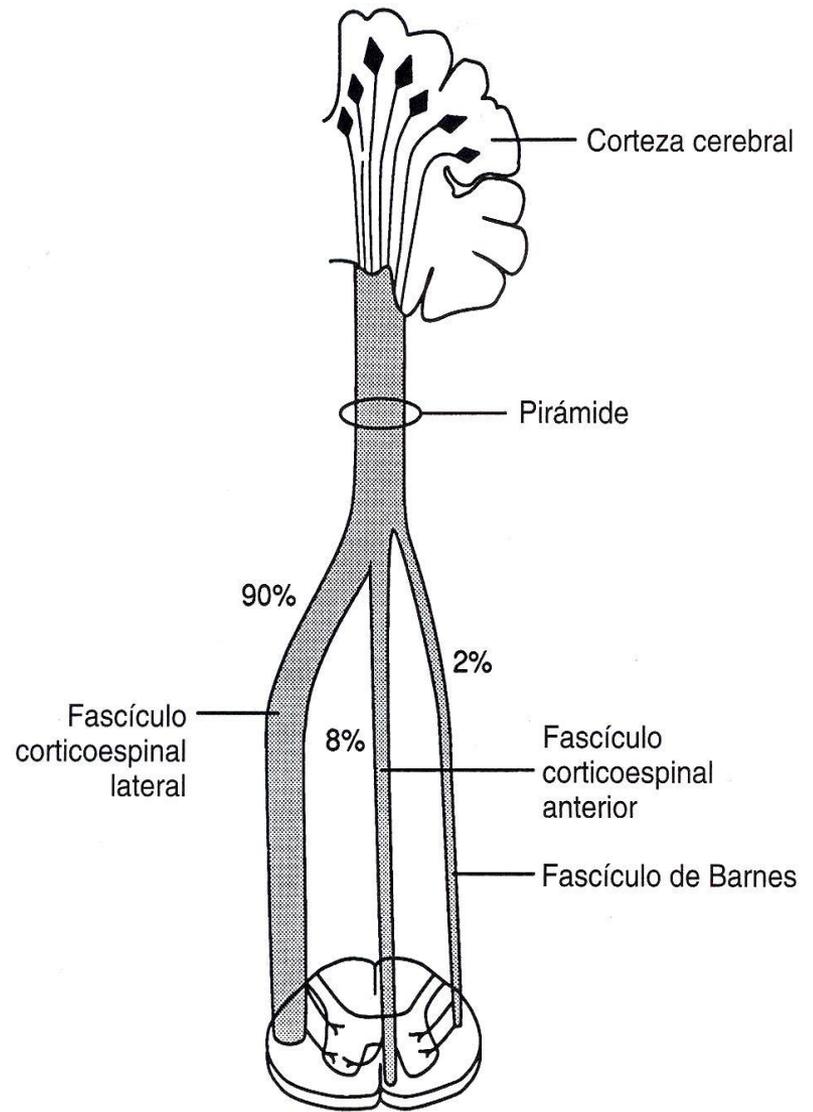


Figura 3-18. Representación de las tres divisiones del fascículo corticoespinal y sus patrones de terminación en la médula espinal.

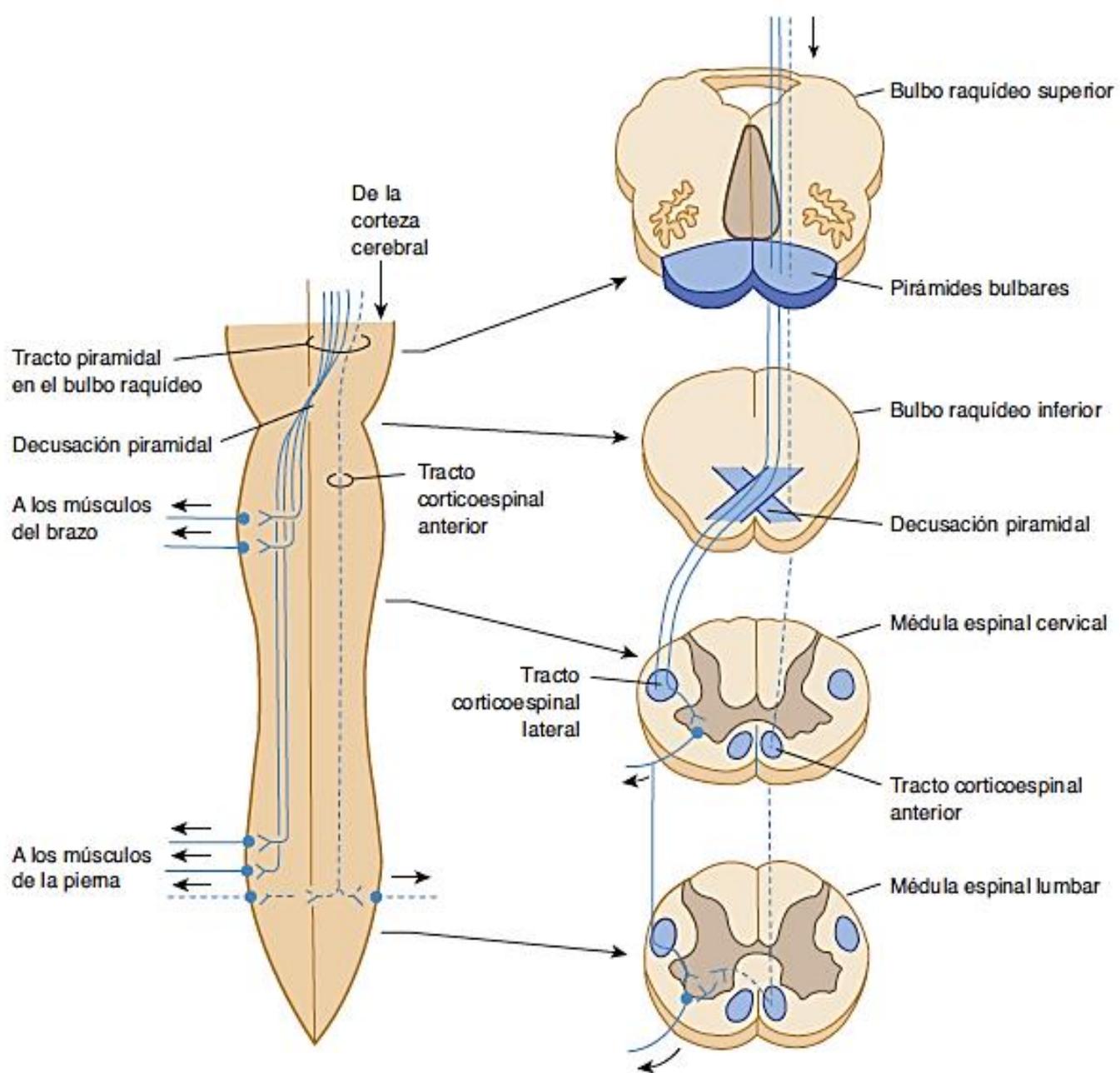
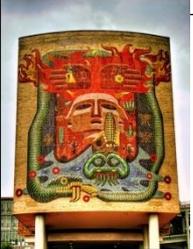


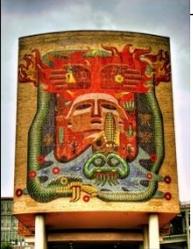
FIGURA 5-13 Esquema que ilustra el curso de las fibras del tracto corticoespinal en la médula espinal, junto con cortes transversales a niveles representativos. Este y los siguientes esquemas muestran la médula en posición erecta.



Irrigación de la médula espinal

ARTERIA ESPINAL ANTERIOR

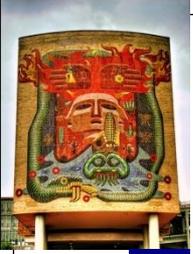
- Se forma por la unión de 2 arterias, cada uno de las cuales se origina en al **arteria vertebral** dentro del cráneo.
- Desciende sobre la superficie anterior de la médula espinal dentro de la **fisura media anterior**.
- Sus ramas ingresan en la sustancia medular e irrigan los 2/3 anteriores de la médula espinal.



Irrigación de la médula espinal

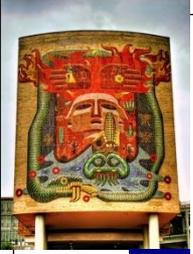
ARTERIAS ESPINALES POSTERIORES

- Se originan directamente de las **arterias vertebrales** dentro del cráneo o indirectamente de las **ARTERIAS CEREBELOSAS POSTERIOINFERIORES**.
- **Descienden medialmente al surco posterolateral**, cerca de las raíces posteriores y da origen a ramas que entran en la sustancia medular.
- Irrigan el 1/3 posterior de la médula espinal.



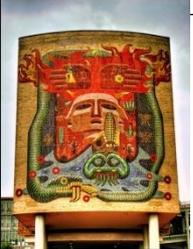
Irrigación de la médula espinal

- Las arterias espinales anterior y posteriores por sí solas son insuficientes para irrigar la médula espinal por debajo de los niveles cervicales, por tanto, se refuerzan de la siguiente forma:
 - La arteria vertebral en la región cervical, las ramas intercostales posteriores de la aorta torácica y las ramas lumbares de la aorta abdominal emiten:
ARTERIAS ESPINALES SEGMENTARIAS:



Irrigación de la médula espinal

- **ARTERIAS ESPINALES SEGMENTARIAS:**
 - Entran al canal vertebral a través de los agujeros intervertebrales.
 - Dan origen a las **arterias radicales anterior y posterior**, se extienden a lo largo de las raíces anteriores y posteriores de los nervios espinales.
 - En varios niveles vertebrales también originan **arterias medulares segmentarias**.



Irrigación de la médula espinal

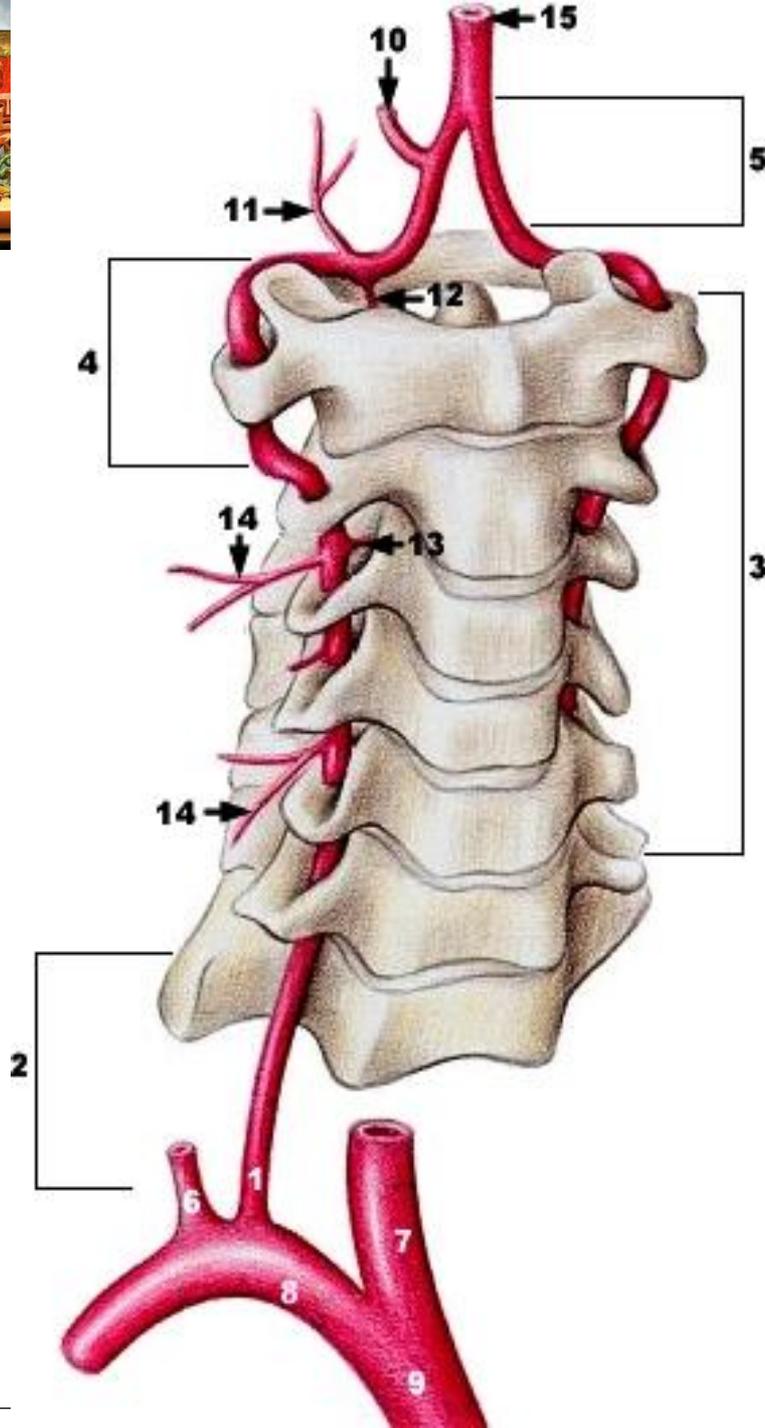
❖ **Arterias radicales anteriores:**

- ❑ Alrededor de 12 de ambos lados se unen a la arteria espinal anterior.
- ❑ **ARTERIA RADICULAR MAYOR (MAGNA) o ARTERIA DE ADAMKIEWICZ**
 - ❖ Arteria nutricia grande e importante.
 - ❖ Surge de la **aorta a nivel de T8 a L3-L4**.
 - ❖ Es unilateral y en la mayoría de las personas surge del lado izquierdo.
 - ❖ Importante: puede ser la fuente principal de sangre en los 2/3 inferiores de la médula espinal.

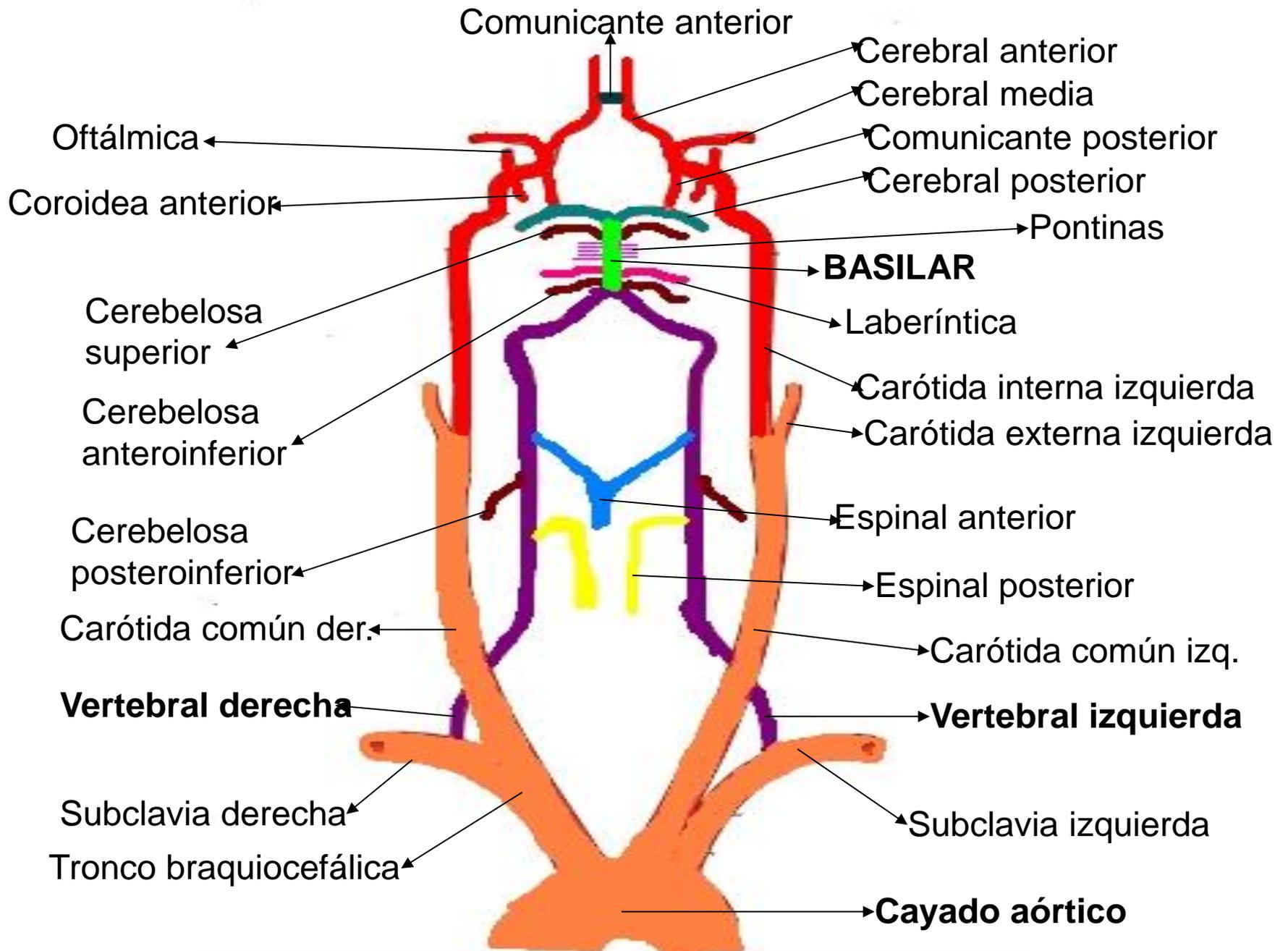
❖ **Arterias radicales posteriores:**

- ❑ Cerca de 14 de ambos lados se unen a las arterias espinales posteriores.

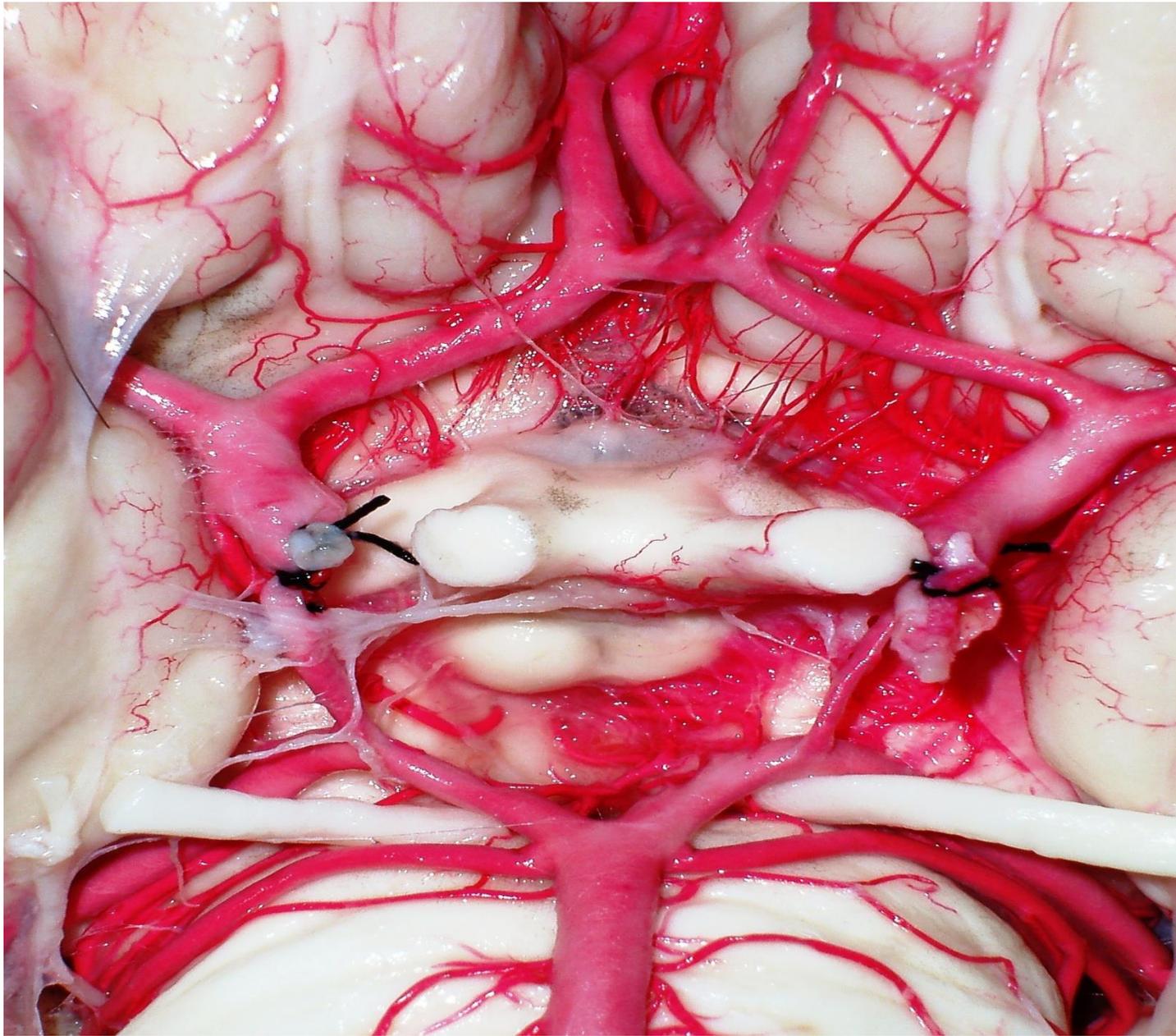
VISTA ANTEROLATERAL DE LA ARTERIA VERTEBRAL



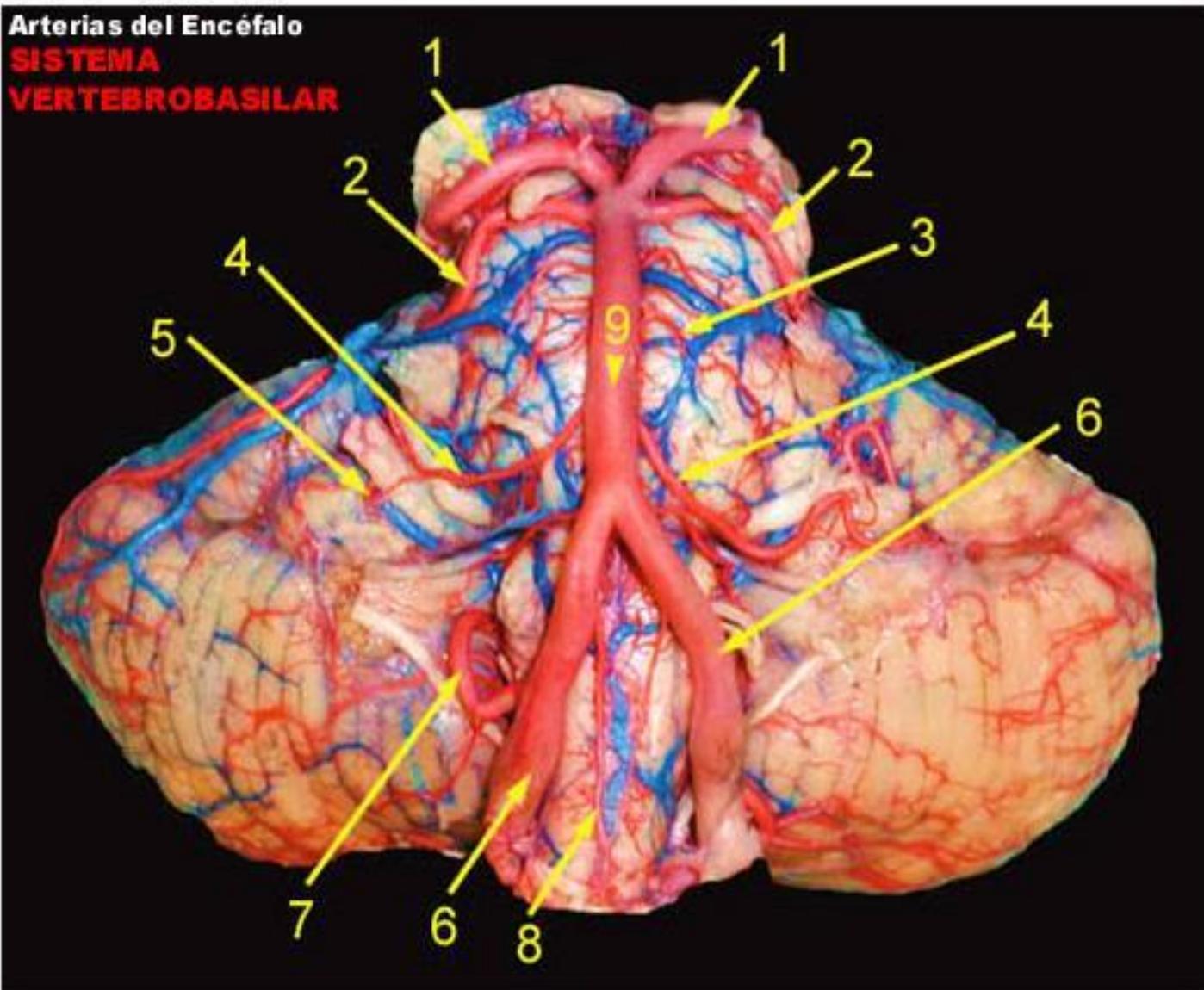
1. arteria vertebral
2. porción prevertebral
3. porción vertebral
4. porción suboccipital
5. porción intracraneana
6. tronco tirocervical
7. arteria carótida común
8. arteria subclavia
9. tronco braquiocefálico
10. arteria cerebelosa inferior post.
11. rama menígea anterior
12. rama menígea posterior
13. rama espinal
14. ramas musculares
15. arteria basilar



CÍRCULO ARTERIAL CEREBRAL (POLÍGONO DE WILLIS)



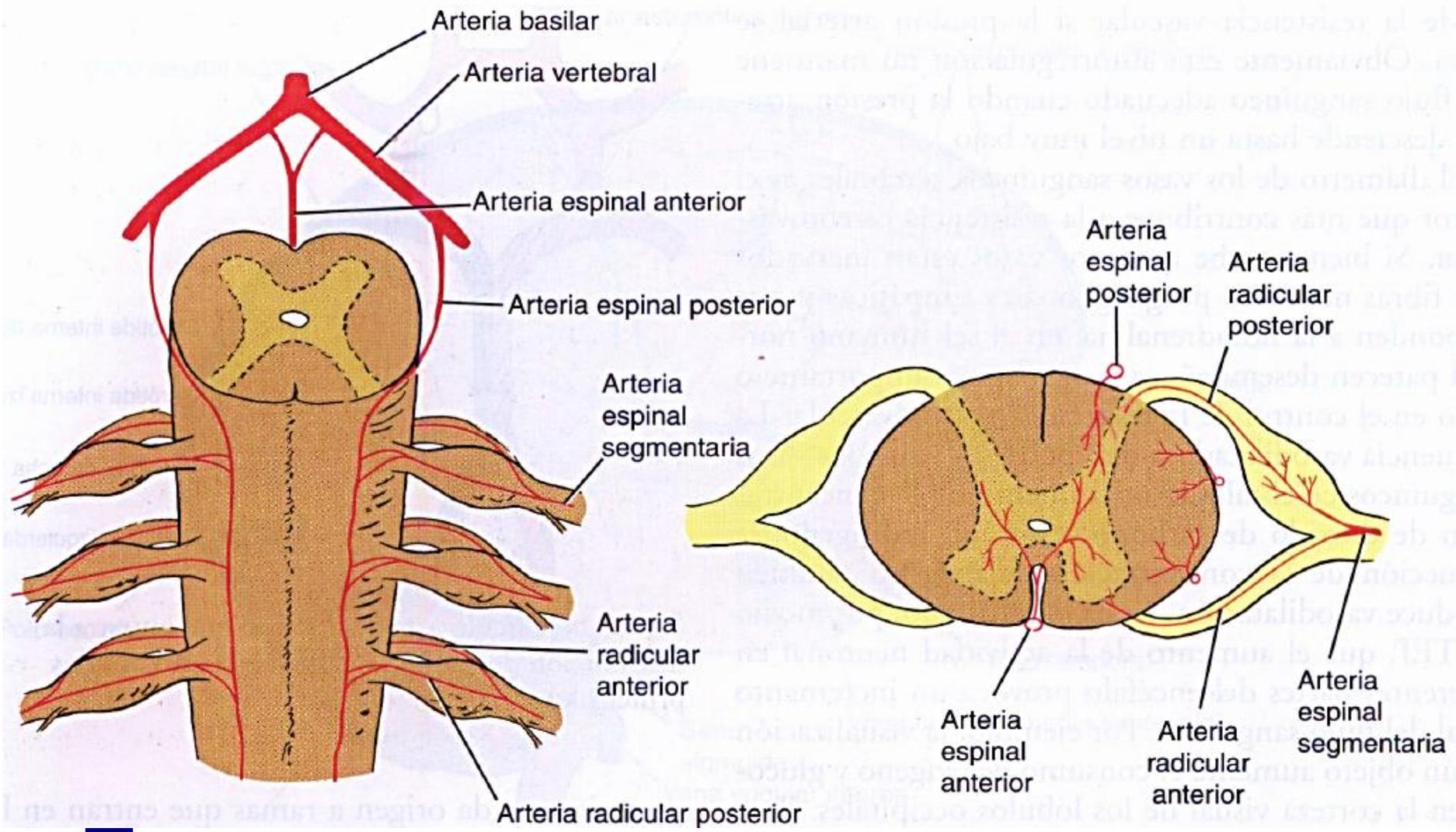
Arterias del Encéfalo
SISTEMA
VERTEBROBASILAR



- 1. Arteria cerebral posterior
- 2. Arteria cerebelosa superior
- 3. Ramas pontinas de la arteria basilar
- 4. Arteria cerebelosa inferior anterior
- 5. Arteria auditiva interna

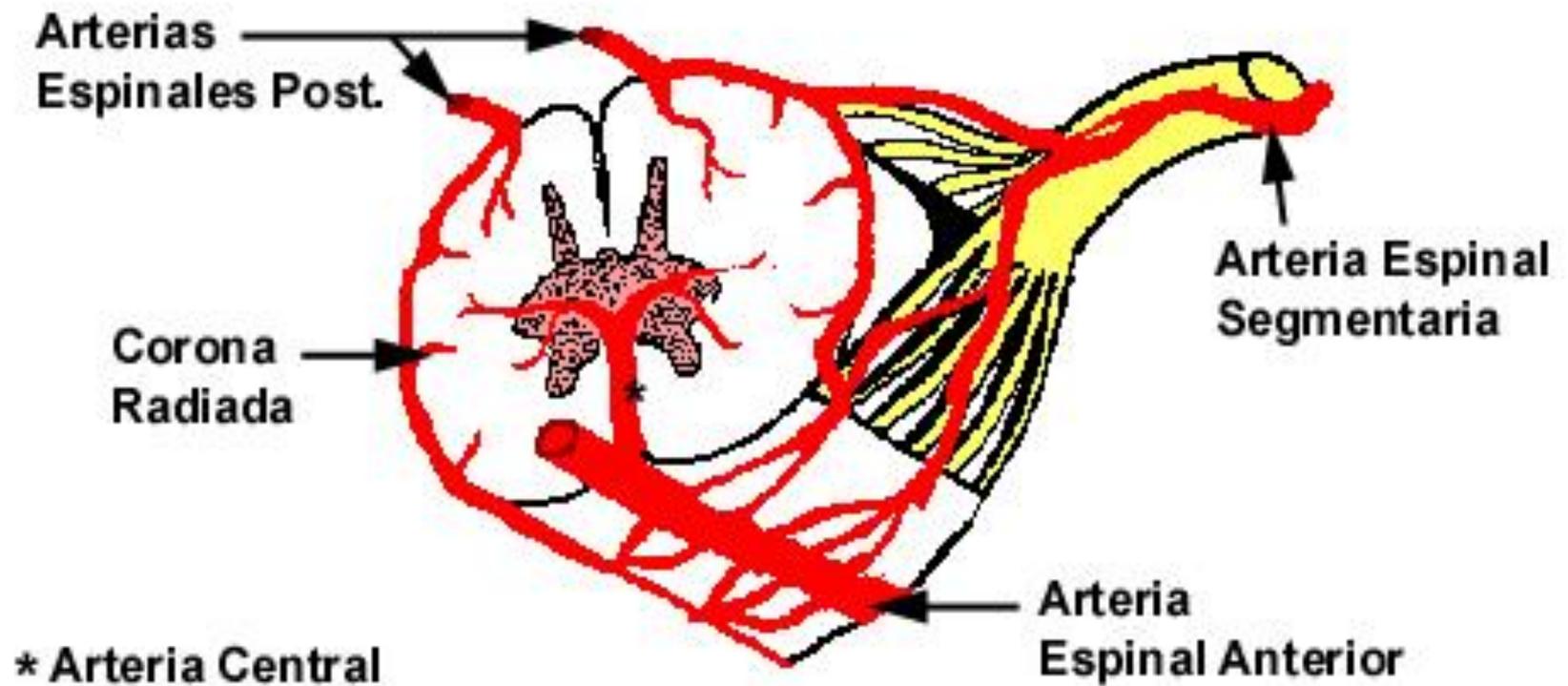
- 6. Arteria vertebral
- 7. Arteria cerebelosa inferior posterior
- 8. Arteria espinal anterior
- 9. Arteria basilar

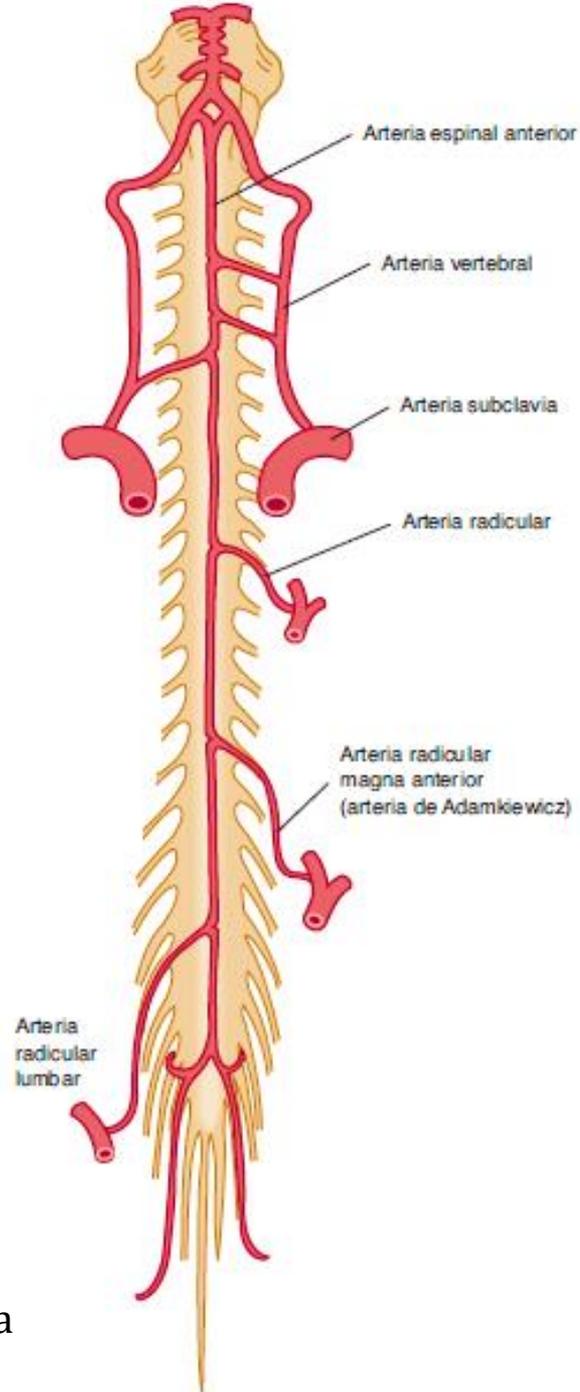
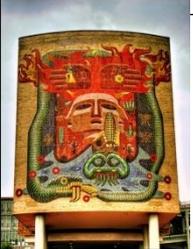
Irrigación de la médula espinal





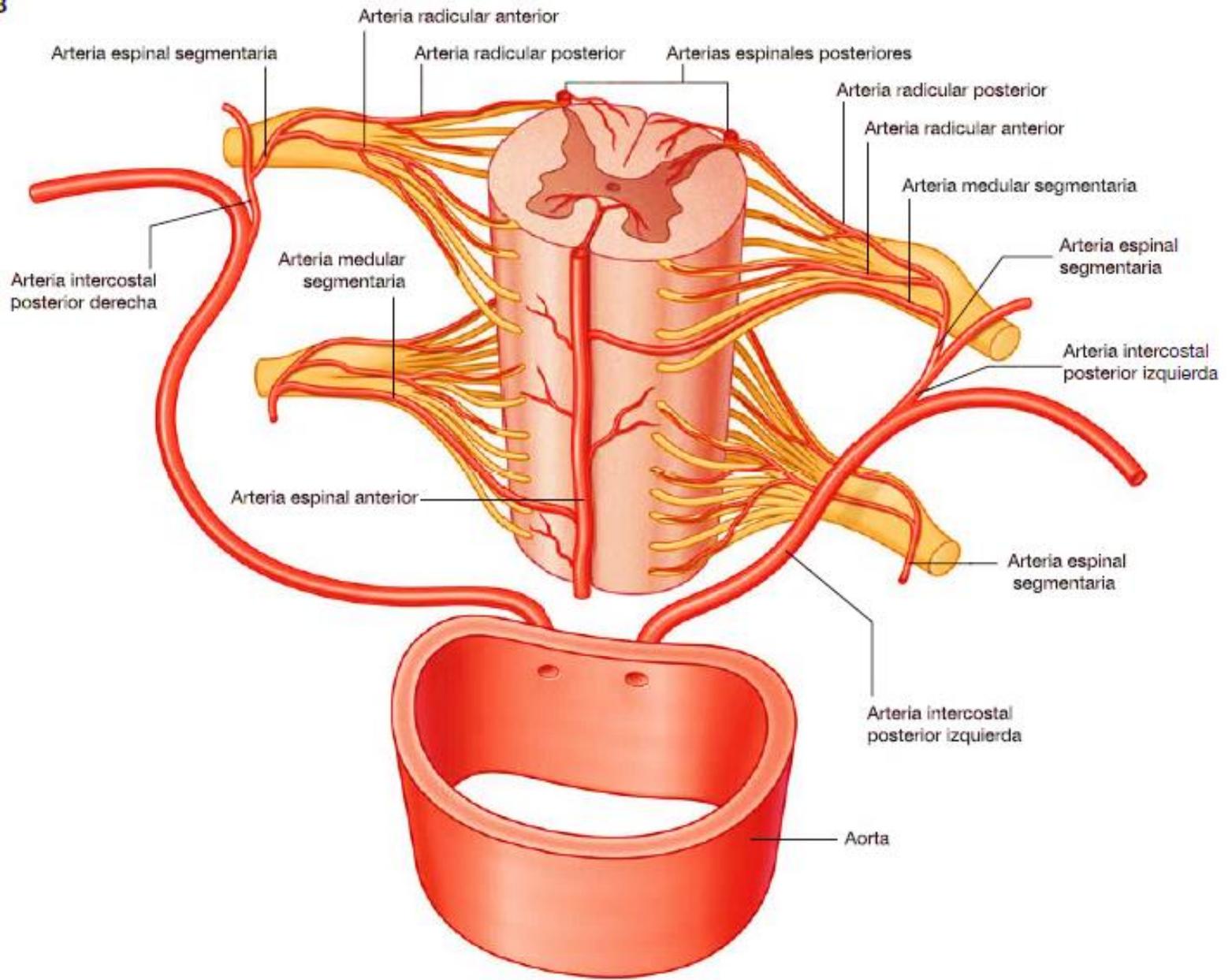
Arterias de la Médula Espinal





Vascularización de la médula espinal (vista ventral)

3



1.49 (cont.) B. Vascularización segmentaria de la médula espinal.



Drenaje venoso de la médula espinal

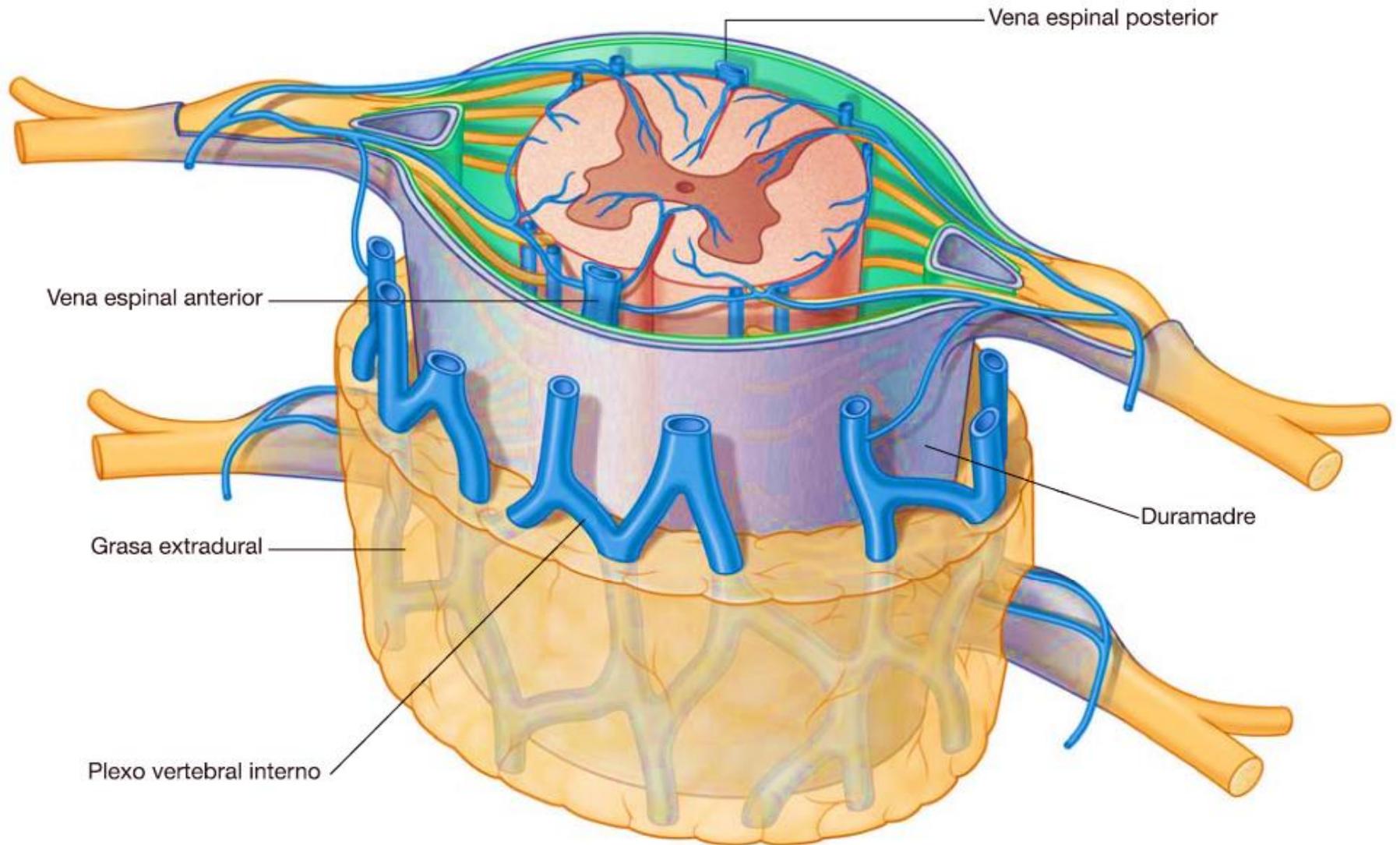
- Aunque el patrón de las venas es irregular, drenan en **6 canales longitudinales tortuosos**.
- **Venas espinales anterior y posterior:**
 - Discurren por la línea media.
 - La posterior solo existe una, a diferencia de la arteria que son dos.
- **Venas anterolaterales y posterolaterales:**
 - Irregulares, a veces incompletas.
 - Pares bilaterales.
 - Se sitúan cerca de las líneas de inserción de las raíces anterior y posterior del nervio espinal.

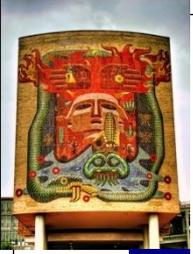


Drenaje venoso de la médula espinal

- Todos estos drenan a las **venas radicales anterior y posterior** en los **plexos venosos vertebrales internos** anterior y posterior (plexo venoso epidural).
 - Comunican con el **plexo venoso vertebral externo** anterior y posterior.
 - ✓ Desde aquí con las **venas lumbares ascendentes, ácigos y hemiácigos**.

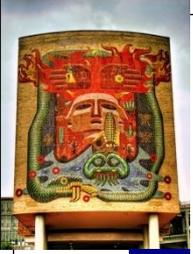
Drenaje venoso de la médula espinal





Organización de la médula espinal para las funciones motoras

- La sustancia gris de la médula espinal es la **zona de integración para los reflejos medulares (FUNCIÓN DE LA MÉDULA ESPINAL)**.
- Las señales sensitivas penetran por las **raíces posteriores**, después de entrar, cada una viaja hacia 2 destinos diferentes:
 - Una rama del nervio sensitivo termina en la sustancia gris y suscita reflejos.
 - La otra transmite sus impulsos hacia niveles más altos del SN.



Organización de la médula espinal para las funciones motoras

- **MOTONEURONAS ANTERIORES (NEURONAS RADICULARES):**
 - SE LOCALIZAN EN LA **LÁMINA IX DE REXED.**
 - **MOTONEURONAS α (GRANDES NEURONAS RADICULARES).**
 - **MOTONEURONAS γ (PEQUEÑAS NEURONAS RADICULARES).**
 - **CÉLULAS DE RENSRAW.**



Motoneuronas α (grandes neuronas radicales)

- Dan origen a fibras nerviosas motoras grandes de tipo $A\alpha$.
- **Inervan las grandes fibras musculares esqueléticas** (fibras musculares extrafusales).
- Una motoneurona α y las fibras musculares esqueléticas que inervan constituyen una: **UNIDAD MOTORA.**

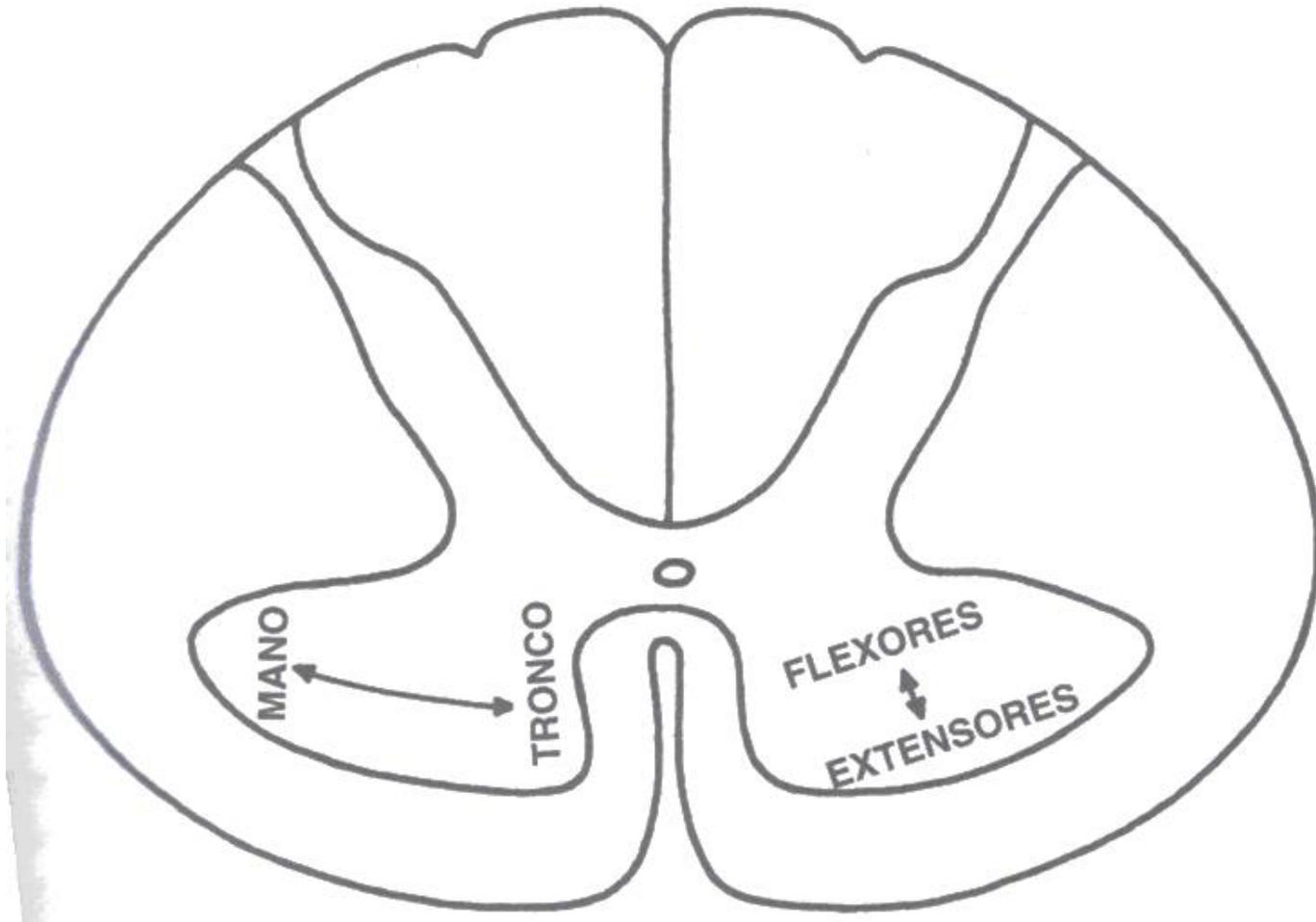


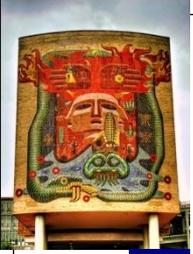
Organización de las motoneuronas alfa de la lámina IX

Asta anterior de la médula espinal:

- **Zona ventral:**
 - Inervación de los grupos **musculares extensores**.
- **Zona dorsal:**
 - Inervación de los grupos **musculares flexores**.
- **Zona medial:**
 - Inervación de los **músculos del tronco**.
- **Zona lateral:**
 - Inervación de los **músculos de las extremidades**.

Organización de las motoneuronas alfa de la lámina IX





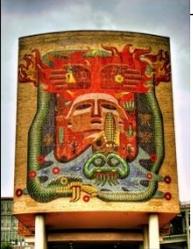
Motoneuronas γ (pequeñas neuronas radiculares)

- Transmiten impulsos a través de fibras nerviosas motoras γ y pequeñas de tipo A ($A\gamma$).
- Van dirigidas hacia unas fibras del músculo esquelético especiales pequeñas: **fibras musculares intrafusales**.
 - Ocupan el centro del **huso neuromuscular**, que sirve para **controlar la longitud (estiramiento) o el “tono” básico del músculo**.

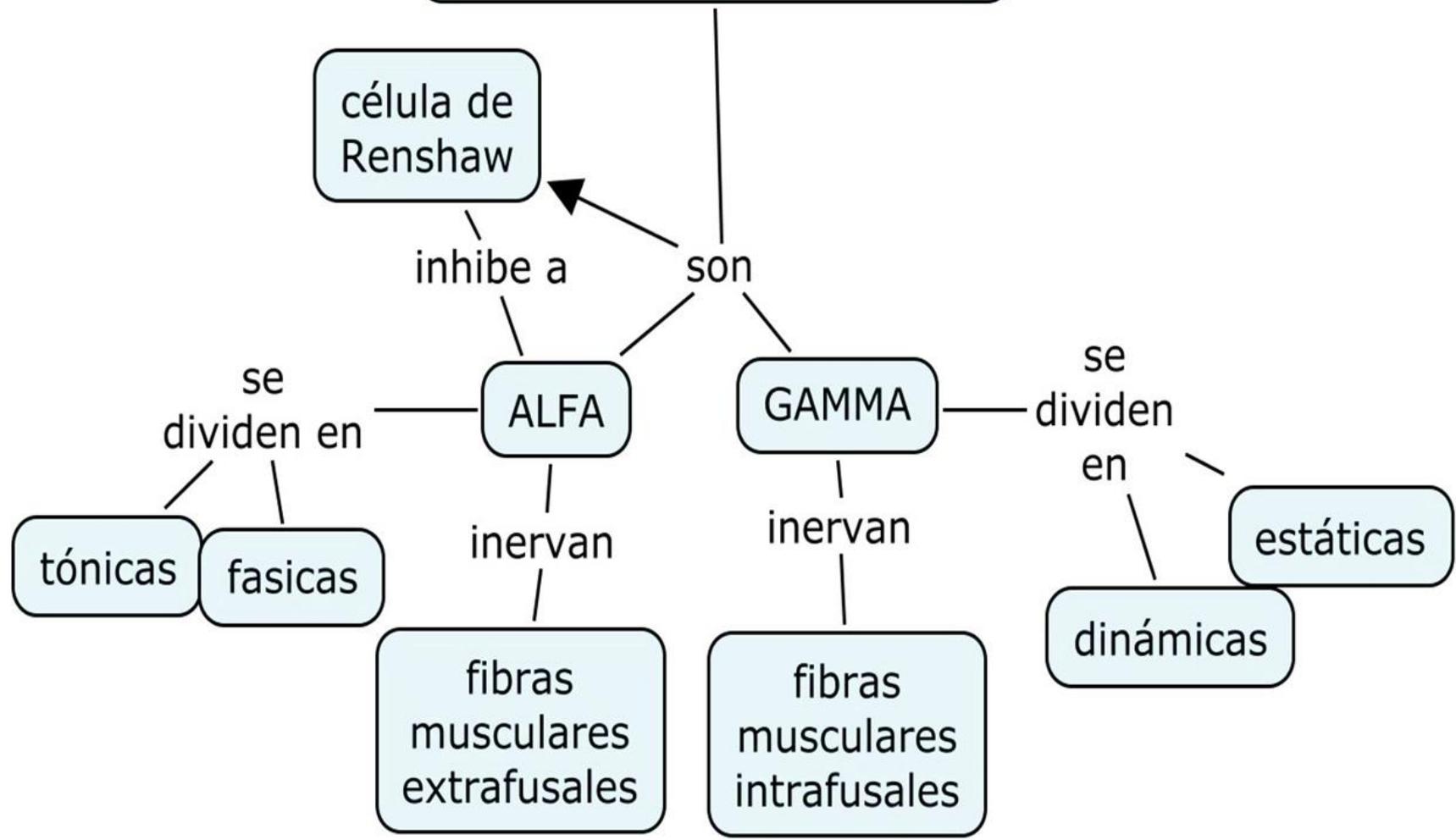


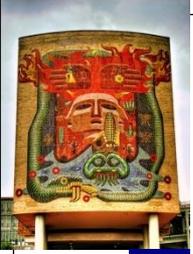
Células de Renshaw

- Son **interneuronas** localizadas en el asta ventral que se proyectan a las neuronas motoras α y son **INHIBIDORAS**.
- Reciben información sináptica excitatoria a través de colaterales, que se extienden de las neuronas motoras α .
- Son parte de los circuitos de retroalimentación que previenen la hiperactividad en las neuronas motoras α .
- Utilizan como neurotransmisor a la glicina.



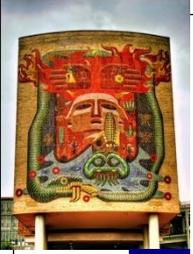
TIPOS DE MOTONEURONAS NEURONAS





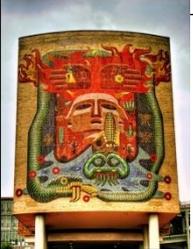
Reflejos espinales

- **Respuesta** motriz de tipo **involuntaria** que ocurre inmediatamente después de aplicar un **estímulo** en particular, y que puede ser o no consciente.
- Si la respuesta no es inmediata no puede ser considerada un reflejo.
- Las neuronas motoras en la médula espinal se activan por:
 - Impulsos de la periferia como parte de mecanismos reflejos.
 - Impulsos de niveles más superiores (cortical y subcortical) que modifican mecanismos reflejos locales.
- La unidad básica de la actividad refleja integrada es el **arco reflejo**.



Arco reflejo

- Respuesta involuntaria a un estímulo que depende del arco reflejo.
- Función: **mantenimiento del tono muscular** (mínima contracción sostenida), que es la base de la **postura corporal**.
- Componentes:
 - Órgano receptor.
 - Neurona aferente.
 - Neurona eefectora.
 - Órgano eefector.



R: Receptor

FNA: Fibra nerviosa aferente

CN: Centro nervioso

FNE: Fibra nerviosa eferente

E: Efector



Componentes del arco reflejo

- **Receptores:**

- Estructuras situadas en las terminaciones nerviosas, distribuidas en el organismo y que están **especializadas en captar los estímulos y transformarlos en excitación que se propaga como impulso nervioso.**

- **Fibras nerviosas aferentes o sensitivas:**

- Conducen el impulso nervioso desde los receptores hacia los centros nerviosos.

- **Los centros nerviosos:**

- Estructuras localizadas en el SNC donde se procesa la información recibida y se elabora una respuesta determinada a la situación dada.

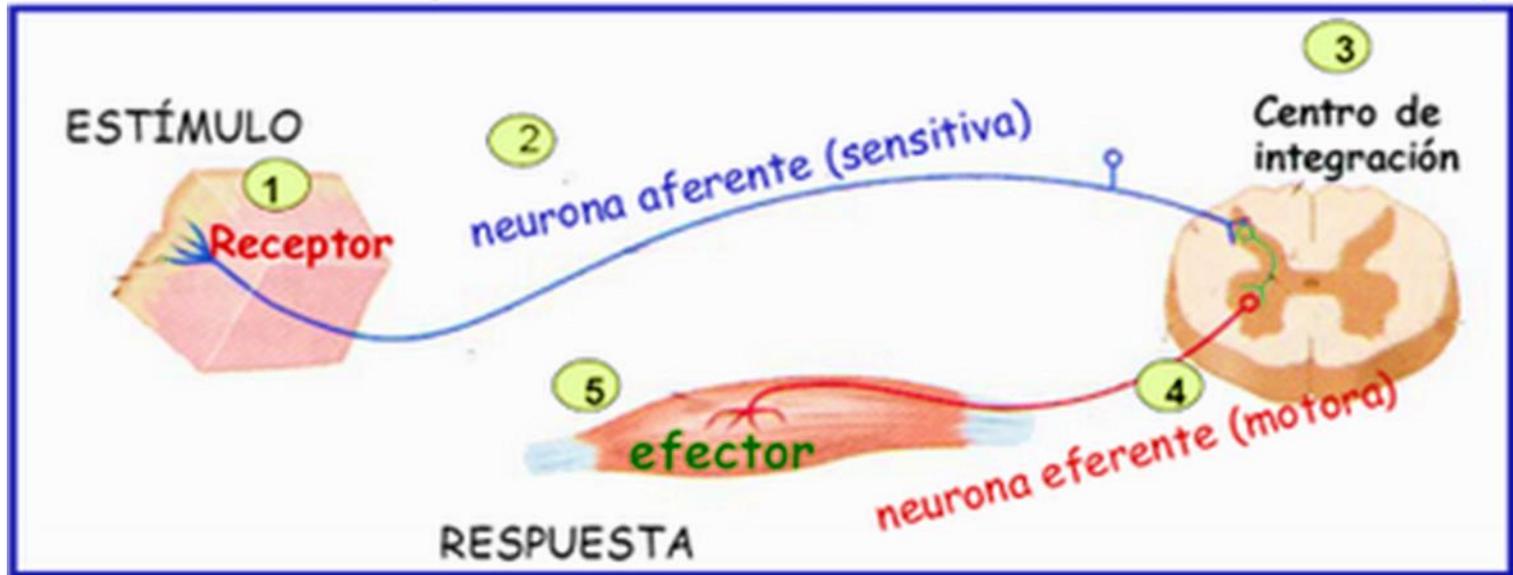


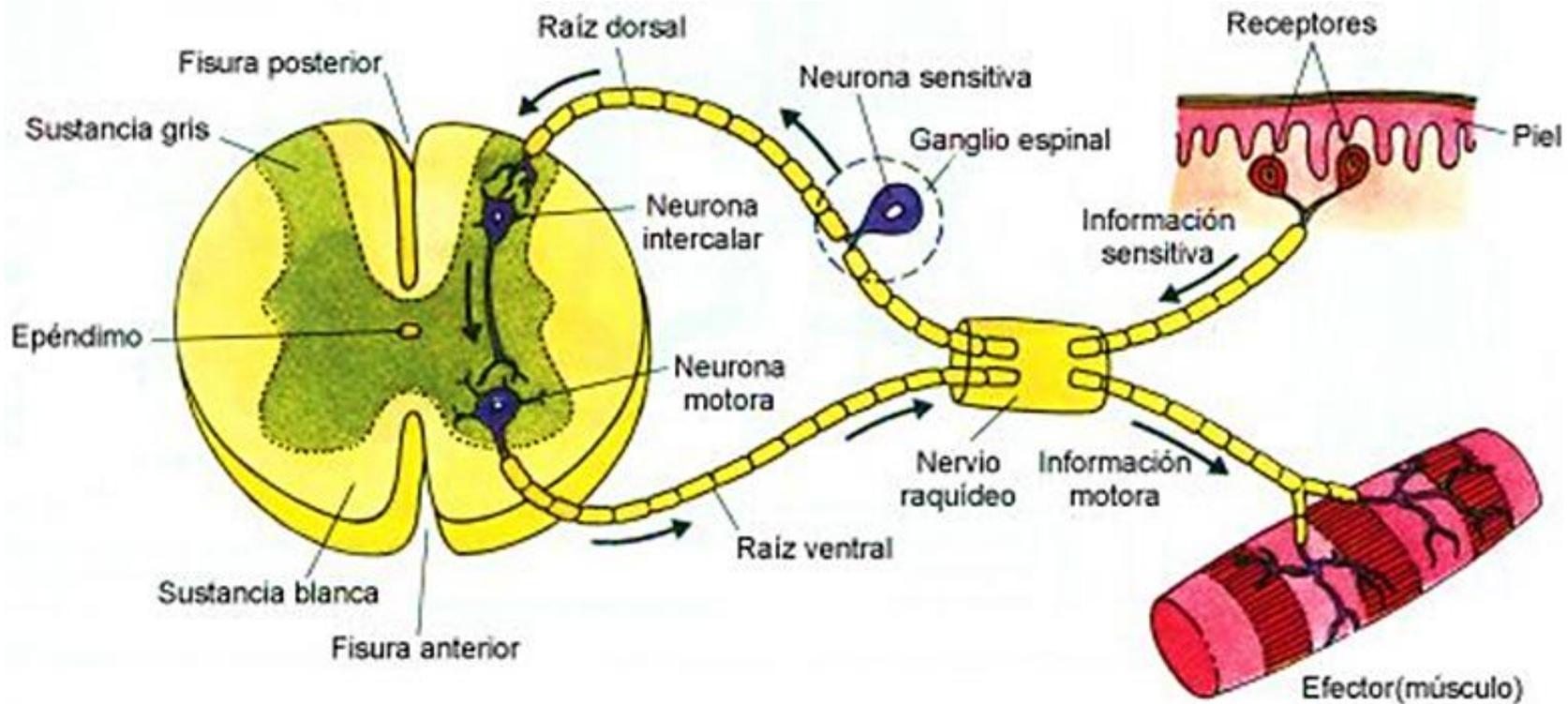
Componentes del arco reflejo

- **Las fibras nerviosas eferentes o motoras:**
 - Conducen el impulso nervioso desde los centros nerviosos hacia los efectores.
- **Los efectores:**
 - Estructuras situadas en las terminaciones nerviosas localizados en los órganos efectores (**músculos y glándulas**), donde el **impulso nervioso se transforma en acción de respuesta** que es ejecutada por los órganos efectores.

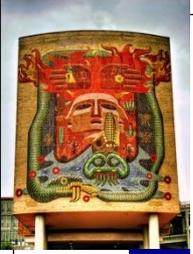
Componentes del arco reflejo

La forma más simple de control del sistema motor es el **reflejo**





ESQUEMA DE LA MÉDULA ESPINAL Y DE UN NERVIU RAQUÍDEU
(Las flechas indican el sentido de la información sensitiva y motora)



Tipos de arcos reflejos

- **Arco reflejo monosináptico:**
 - Interviene una sólas sinapsis (ej. Reflejos patelar y corneal).
- **Arco reflejo polisináptico:**
 - Incluyen varios sinapsis.



Reflejo de estiramiento (miotático)

- Tiene un arco reflejo de 2 neuronas o **monosináptico**.
- El estiramiento de un músculo (al golpear su tendón) activa el huso muscular de la fibra muscular intrafusar (terminaciones anuloespinales primarias).

Reflejo de estiramiento (miotático)

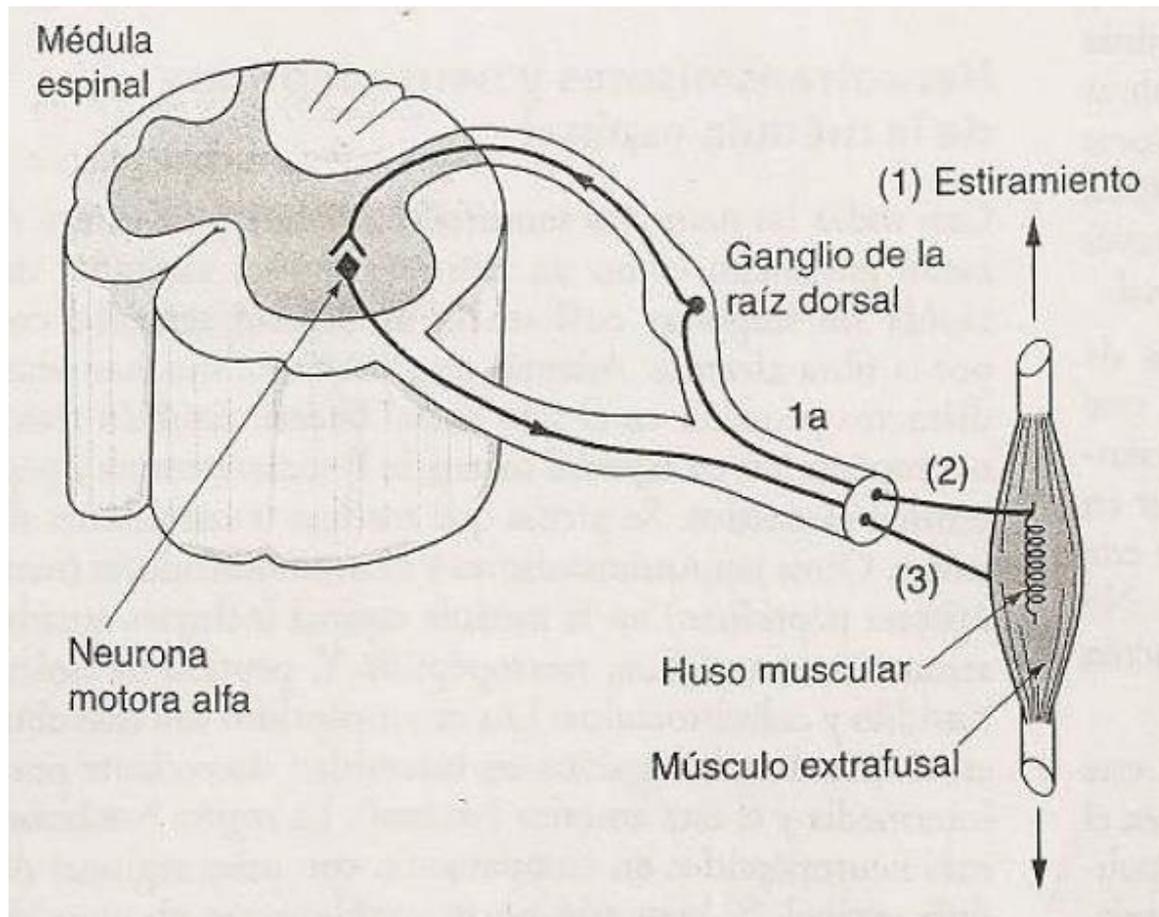
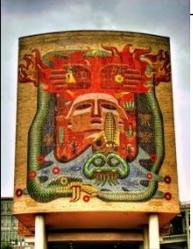


Figura 3-25. Esquema de los componentes del reflejo de estiramiento. El estiramiento del músculo (1) activa fibras nerviosas sensoriales, las (2) que activan a su vez neuronas motoras de forma monosináptica. Los axones de las neuronas motoras activadas (3) hacen sinapsis en fibras musculoesqueléticas y producen contracción.



Ejemplos de reflejos de estiramiento (Miotático)

- **Reflejo bicipital (C5, C6):**
 - ❖ Flexión de la articulación del codo al percutir el tendón del bíceps.
- **Reflejo tricipital (C6-C7 y C8):**
 - ❖ Extensión de la articulación del codo al percutir el tendón del tríceps.
- **Reflejo radial (C5-C6 y C7):**
 - ❖ Supinación de la articulaciones radioulnares al percutir la inserción del tendón del braquiorradial.
- **Reflejo patelar o rotuliano (L2 - L4): reflejo del cuadríceps.**
 - ❖ Extensión de la articulación de la rodilla al percutir el tendón rotuliano (tendón del músculo cuadríceps femoral en la rótula).
- **Reflejo aquileo (S1 - S2): reflejo del gastrocnemio**
 - ❖ Flexión plantar de la articulación del tobillo al percutir el tendón del músculo gastrocnemio en el tendón de Aquiles (tendón calcáneo).

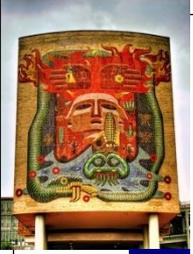
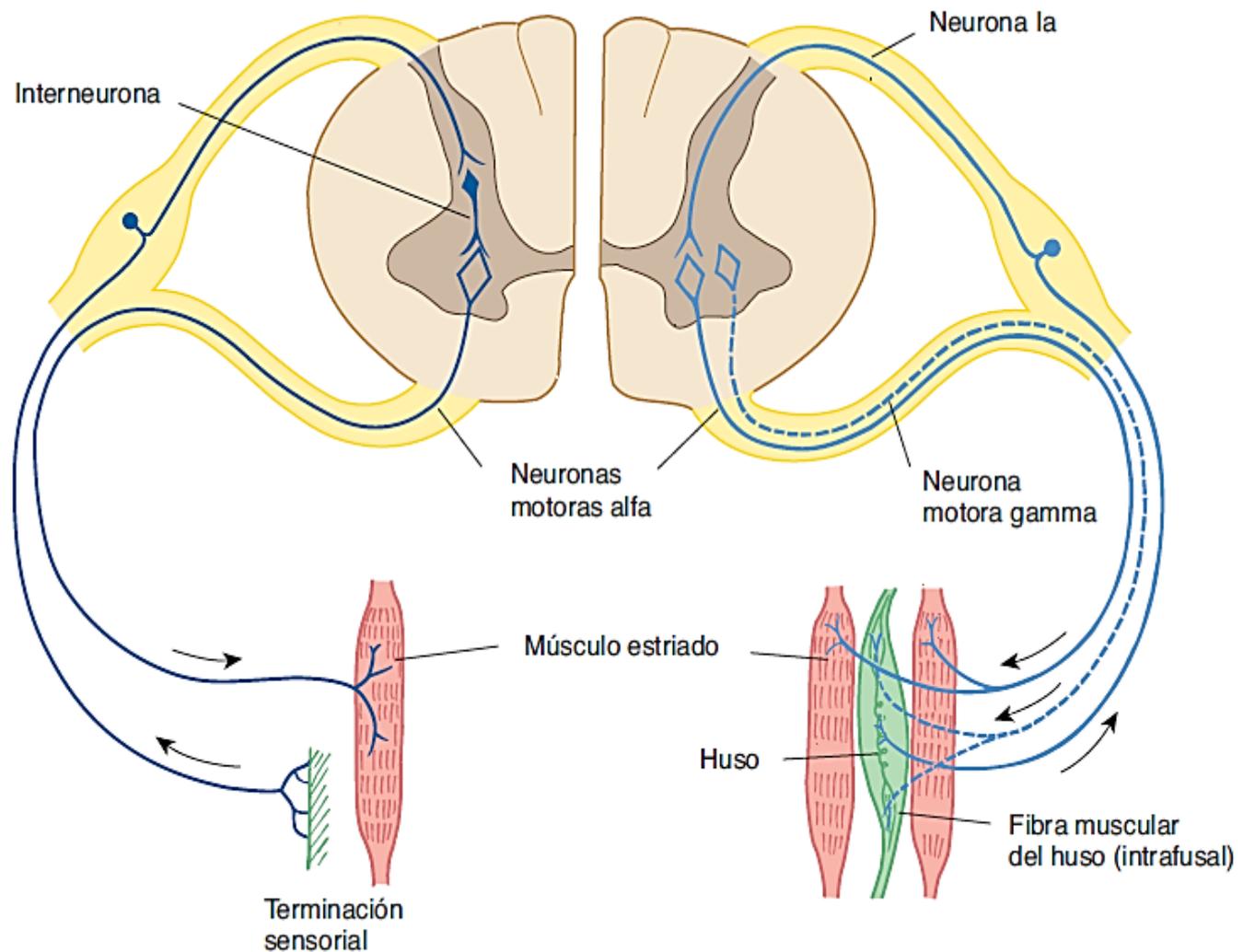
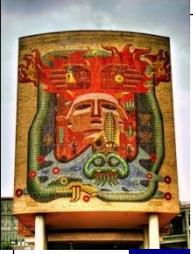


FIGURA 5-20 Ilustración esquemática de las neuronas implicadas en el reflejo de estiramiento (mitad derecha) donde se muestra la inervación de las fibras extrafusales (músculo estriado) por parte de las neuronas motoras alfa y de las fibras intrafusales (dentro del huso muscular) por parte de las neuronas motoras gamma. La mitad izquierda del diagrama muestra un arco reflejo inhibitorio, que incluye una interneurona inhibitoria intercalada.





Reflejo flexor

- El estímulo apropiado para inducir este reflejo es nociceptivo (doloroso), como un pinchazo o alguno que cause una lesión o daño en la piel o tejidos más profundos.
- El propósito es **alejar la parte lesionada del estímulo: reflejo de retiramiento.**
- Es un reflejo polisináptico (3 o 4 interneuronas).

Reflejo flexor

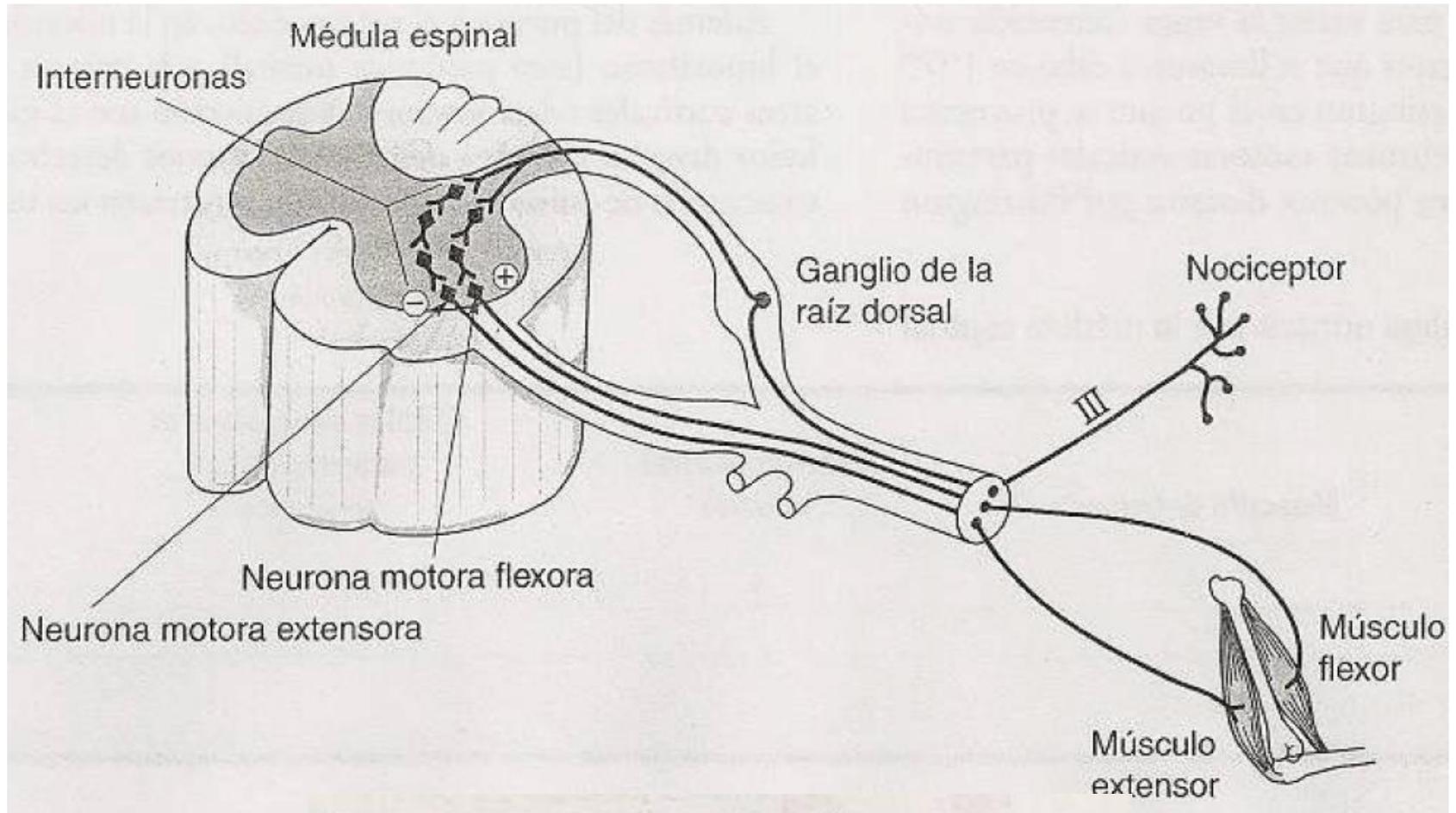
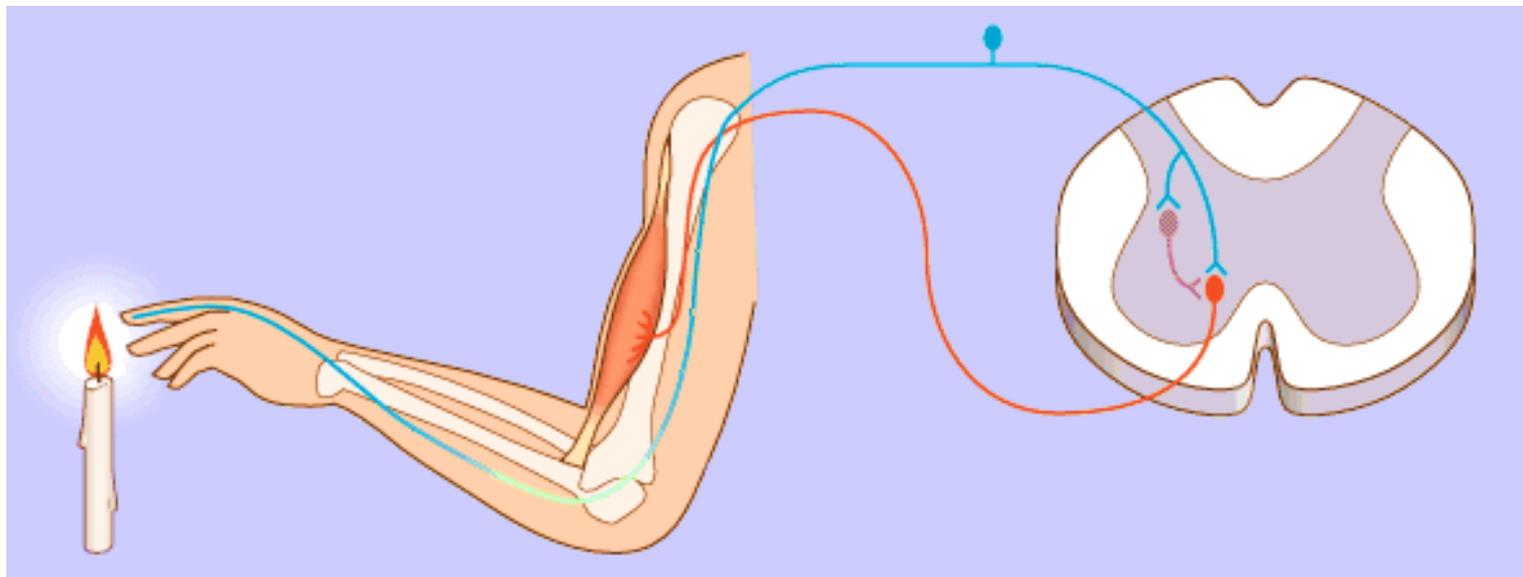
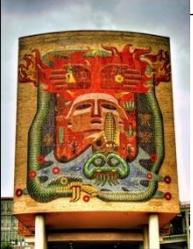
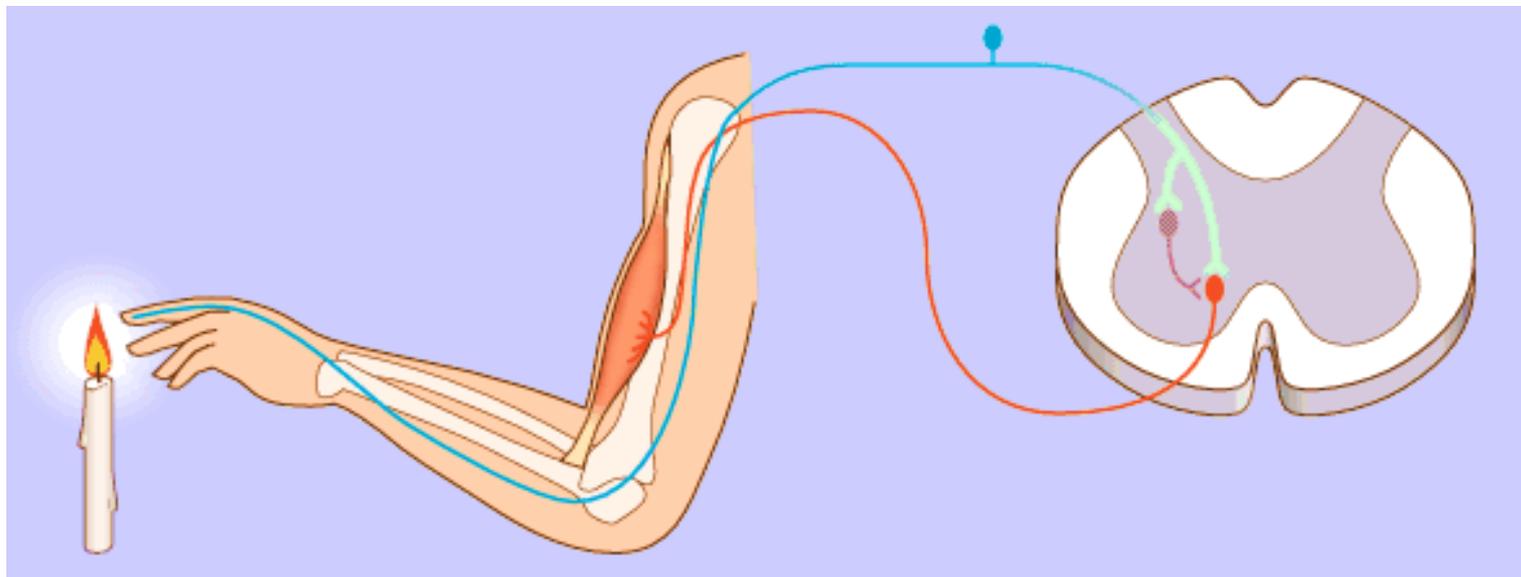
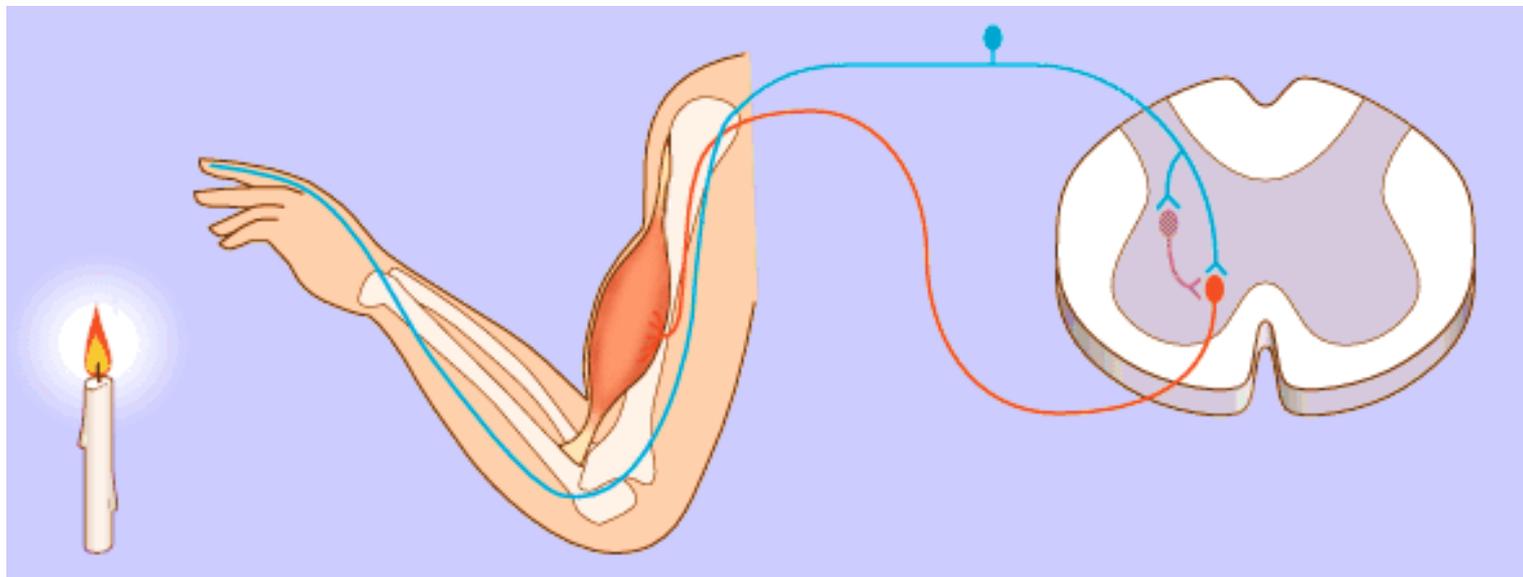
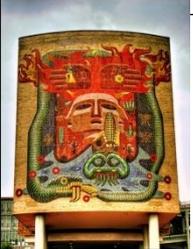
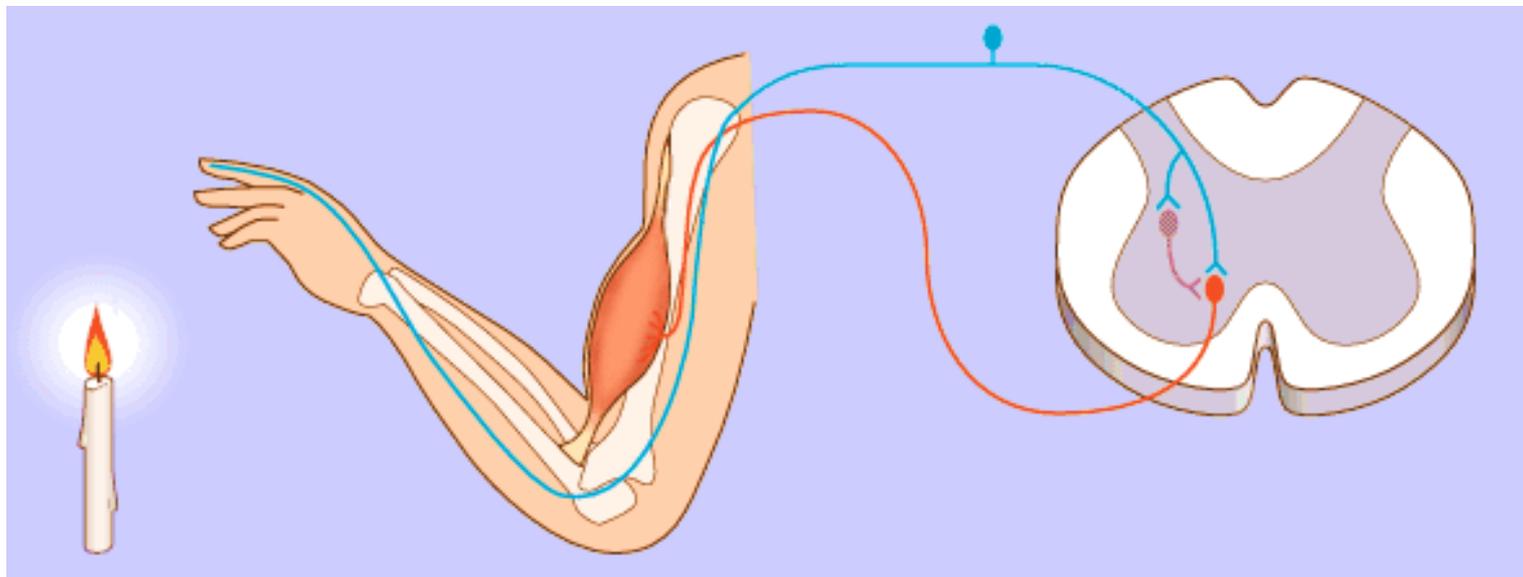
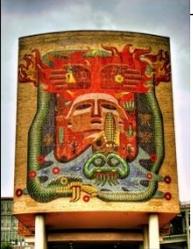


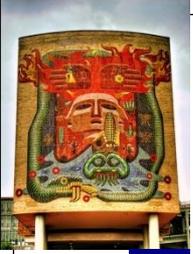
Figura 3-27. Esquema de los componentes del reflejo flexor.











Reflejo extensor cruzado

- Es en realidad un producto accesorio del reflejo de flexión.
- Impulsos que llegan desde un estímulo nociceptivo cruzan en la comisura anterior de la médula espinal y establecen relaciones multisinápticas con neuronas motoras flexoras y extensoras.
- **Se extiende la extremidad contralateral a la parte estimulada del cuerpo.**
- Si se estimula alternativamente la planta de un pie y otro se produce un movimiento de pedaleo.

Reflejo extensor cruzado

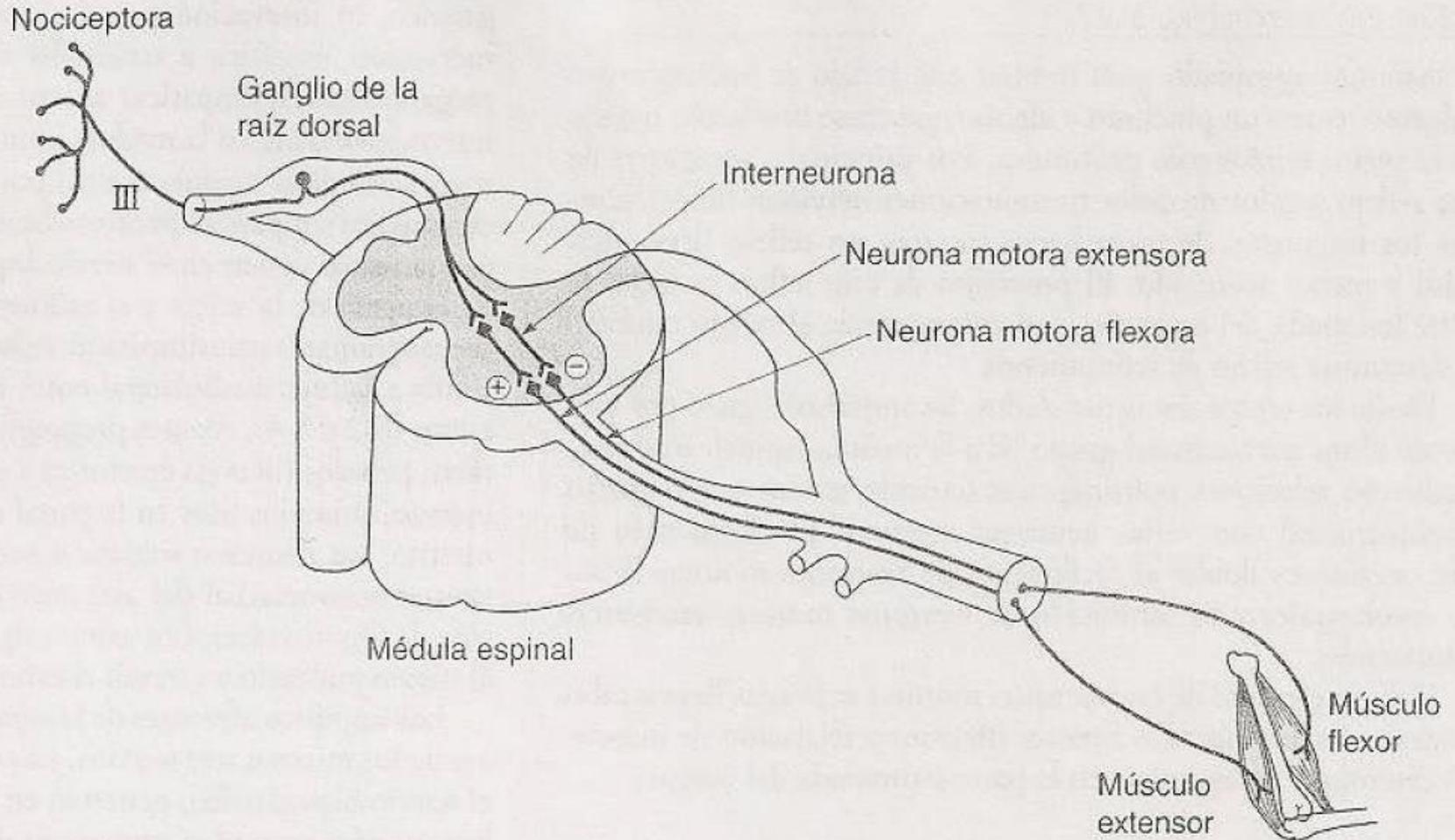
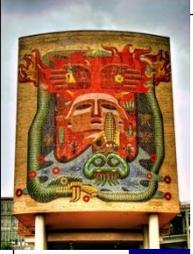
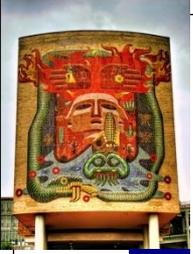


Figura 3-28. Representación de los componentes del reflejo extensor cruzado.



Reflejos musculares

| Tipo de reflejo (ejemplos) | Número de sinapsis | Estímulo para el reflejo | respuestas |
|--|--------------------|---|--|
| Reflejo del estiramiento (reflejo rotuliano) | 1 | Estiramiento (alargamiento del músculo) | Contracción del músculo |
| Reflejo tendinoso de Golgi (reflejo del cierre de la navaja) | 2 | Contracción (acortamiento) del músculo | Relajación del músculo |
| Reflejo flexor de retirada | Muchas | Dolor, temperatura | Flexión en el lado ipsilateral; extensión en el lado contralateral |



LESIONES DE LA MÉDULA ESPINAL

- Se distinguen 2 tipos principales:
 - **Lesiones de la neuronas motoras superiores (primera motoneurona) o síndrome de neurona motora superior.**
 - **Lesiones de las neuronas motoras inferiores (segunda motoneurona) o síndrome de neurona motora inferior.**

LESIONES EN LAS VÍAS MOTORAS A NIVEL DE LA MÉDULA ESPINAL

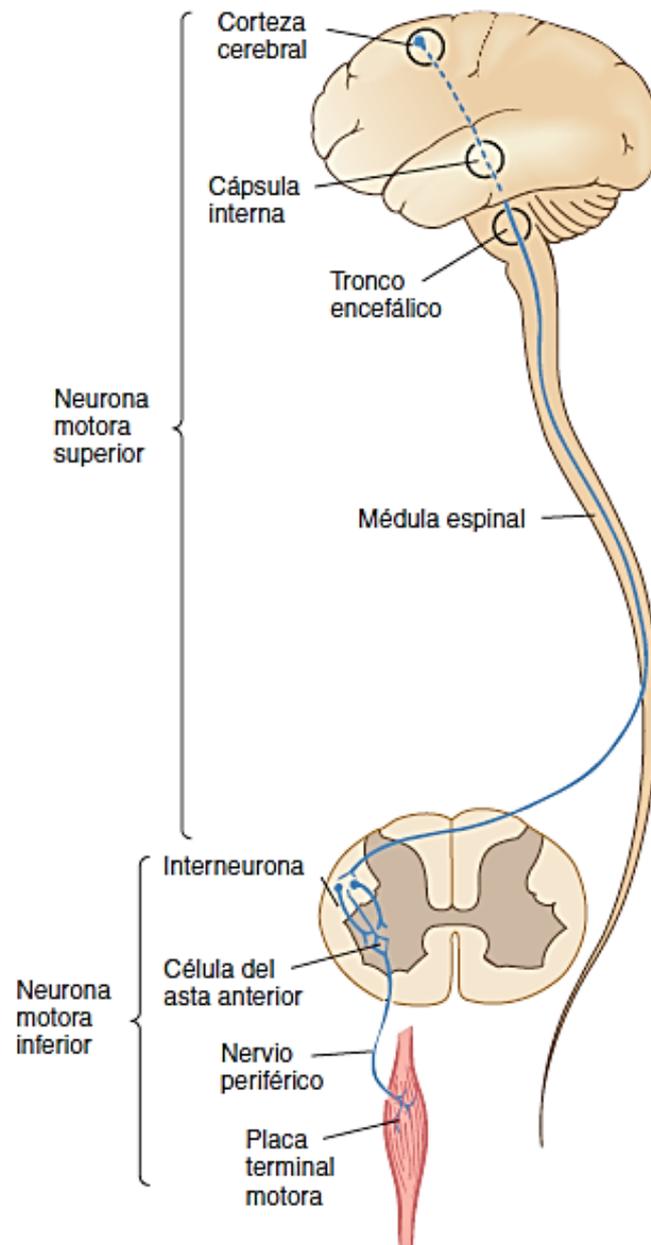


FIGURA 5-22 Vías motoras divididas en las regiones de las neuronas motoras superiores e inferiores.

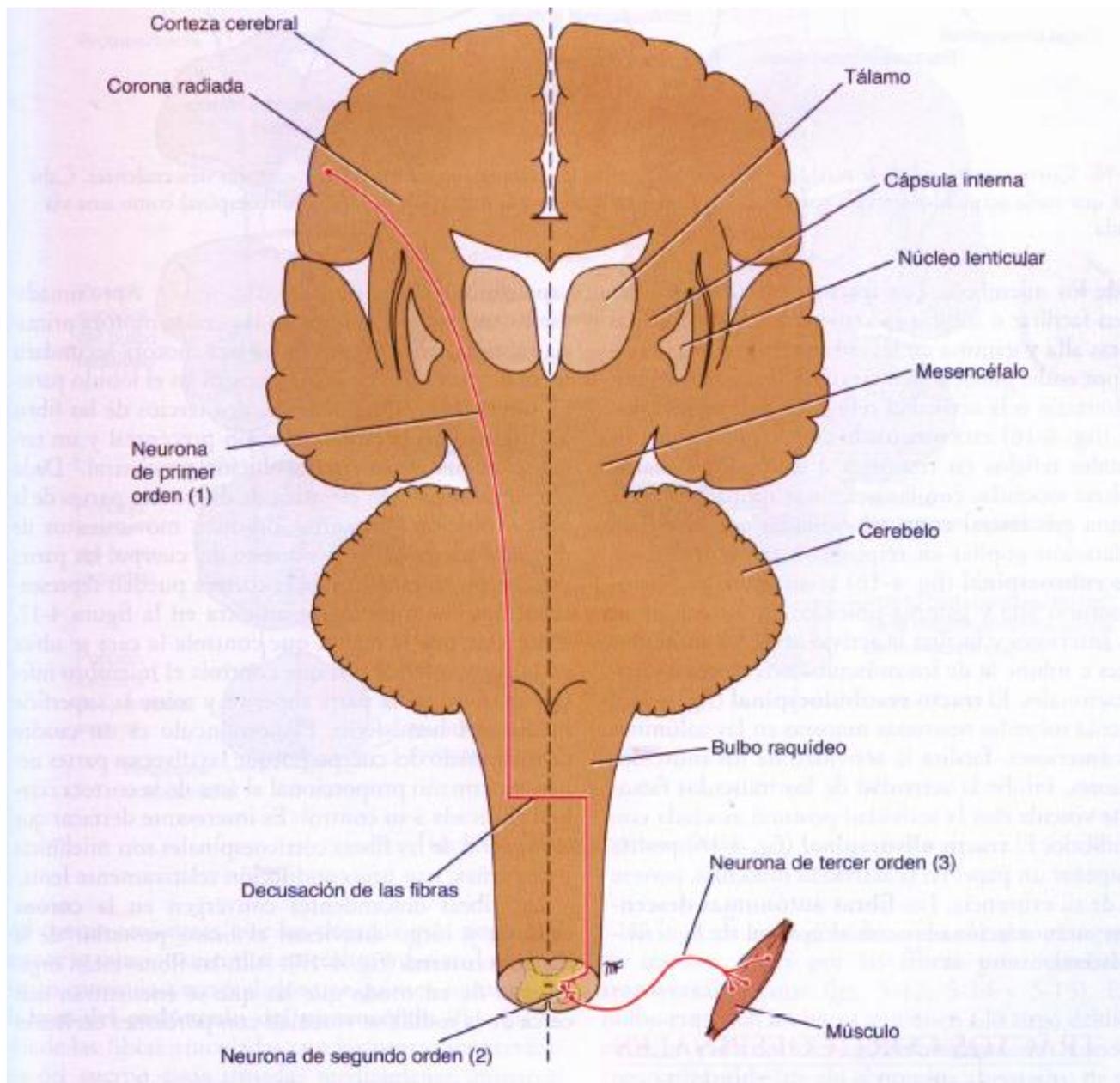
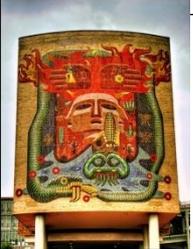


Fig. 4-15. Forma simple de una vía motora que desciende desde la corteza cerebral hasta el músculo esquelético. Obsérvense las tres neuronas motoras que intervienen.

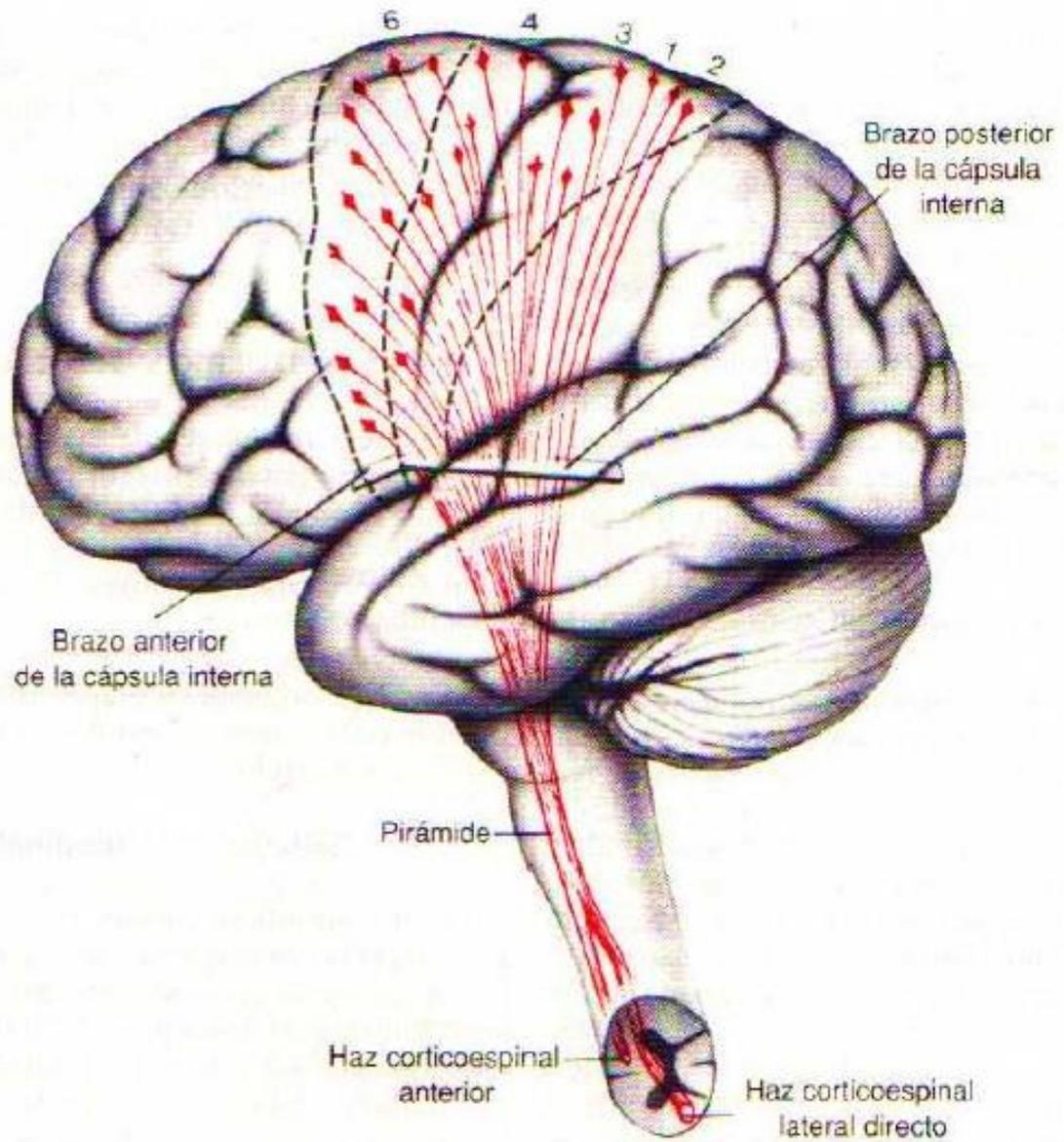


Fig. 4-7. Esquema de los haces corticoespinales lateral y anterior (rojo) que muestra sus principales regiones de origen y su trayecto por la cápsula interna y el tronco del encéfalo hasta la médula espinal. (De Carpenter y Sutin, *Human Neuroanatomy*, 1983; cortesía de Williams & Wilkins.)

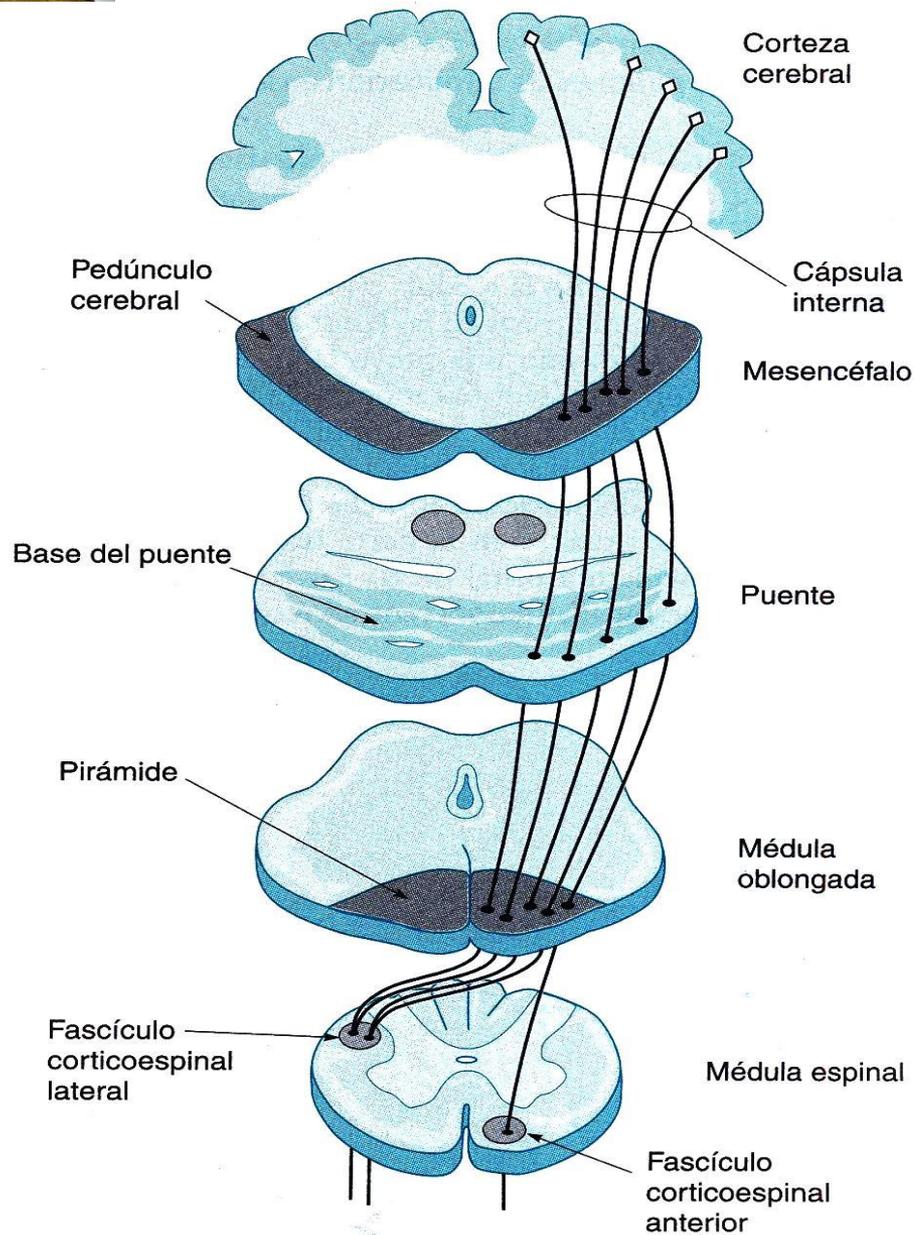


Figura 3-17. Esquema de la vía corticoespinal.

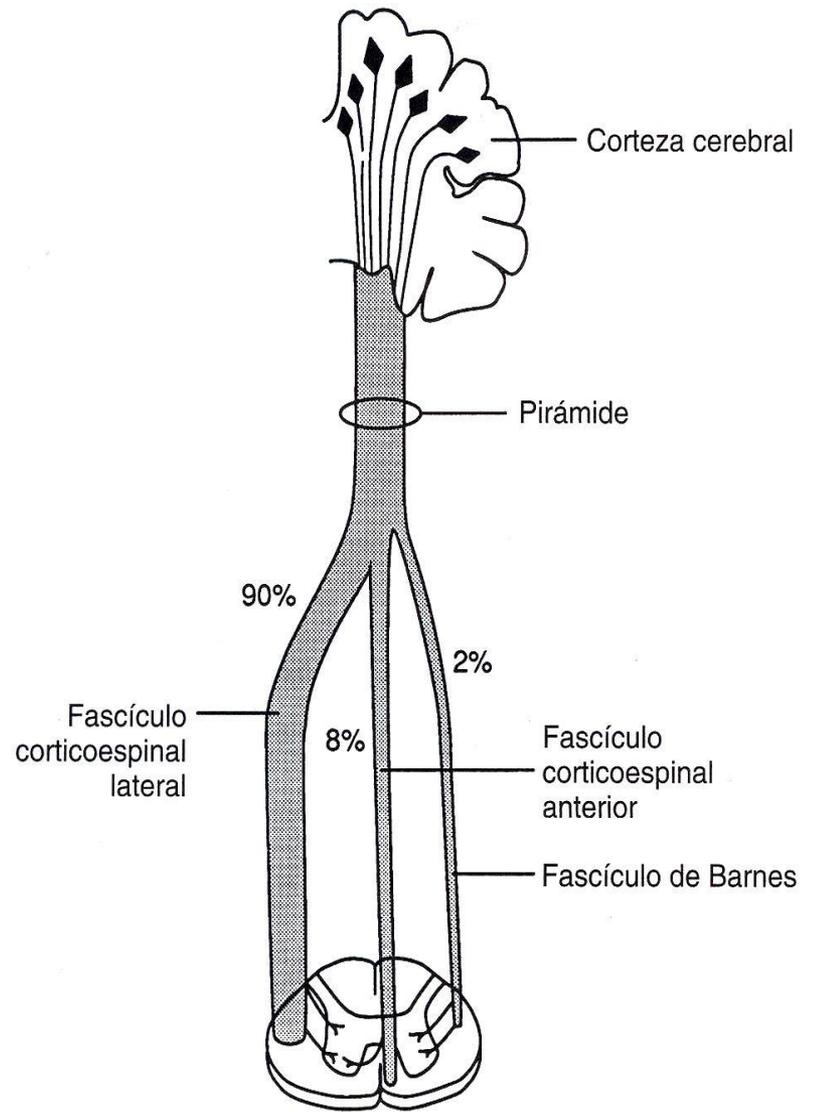
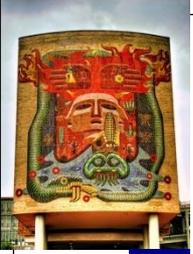
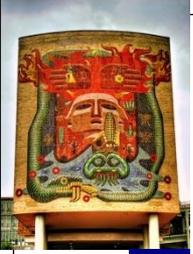


Figura 3-18. Representación de las tres divisiones del fascículo corticoespinal y sus patrones de terminación en la médula espinal.



MOTONEURONA SUPERIOR O PRIMERA MOTONEURONA

- Corteza cerebral, sustancia blanca subcortical, capsula interna, vía piramidal, troncoencefálica y medular.
- Son **vías motoras que transmiten información desde otras partes del SNC hacia la motoneurona inferior.**
- Regulan la actividad de las motoneuronas inferiores, integrando la información para que éstas actúen de una u otra manera.
- Mientras que ciertas motoneuronas superiores facilitan la actividad de las inferiores, la mayor parte de las superiores son **inhibitorias de las inferiores**. Así, las lesiones de las motoneuronas superiores generalmente desinhiben a las motoneuronas inferiores, con el consiguiente aumento en la actividad refleja.



SINDROME DE NEURONA MOTORA SUPERIOR

- Término clínico utilizado para describir la **interrupción del tracto corticoespinal en algún punto o a lo largo de su trayecto.**
- Estas lesiones se observan como resultado de **accidentes cerebrovasculares, de infecciones y tumores.**
- Si la lesión se produce a nivel de la decusación piramidal, los signos se detectarían en el lado opuesto del cuerpo.
- Si la lesión se produce por debajo de la decusación, los signos se detectarían en el mismo lado.



SINDROME DE NEURONA MOTORA SUPERIOR

- Producen **parálisis (paraplejia)** o **paresia** (debilidad) espástica de amplios grupos musculares, sin afectar nunca a músculos individuales.
- **Poca o ninguna atrofia muscular** (simplemente atrofia por desuso).
- **Reflejos tendinosos profundos hiperactivos (Hiperreflexia)**, con disminución o ausencia de reflejos superficiales.
- **Reflejos y signos patológicos presentes**, en especial el reflejo plantar extensor (**signo de Babinski**).
- **Espasticidad** (aumento de la resistencia al estiramiento pasivo de los músculos).
- Hay un **aumento del tono muscular (hipertonía)** en “hoja de navaja o navaja de resorte” (la articulación cede después de una fuerte resistencia inicial a la flexión pasiva de la rodilla).

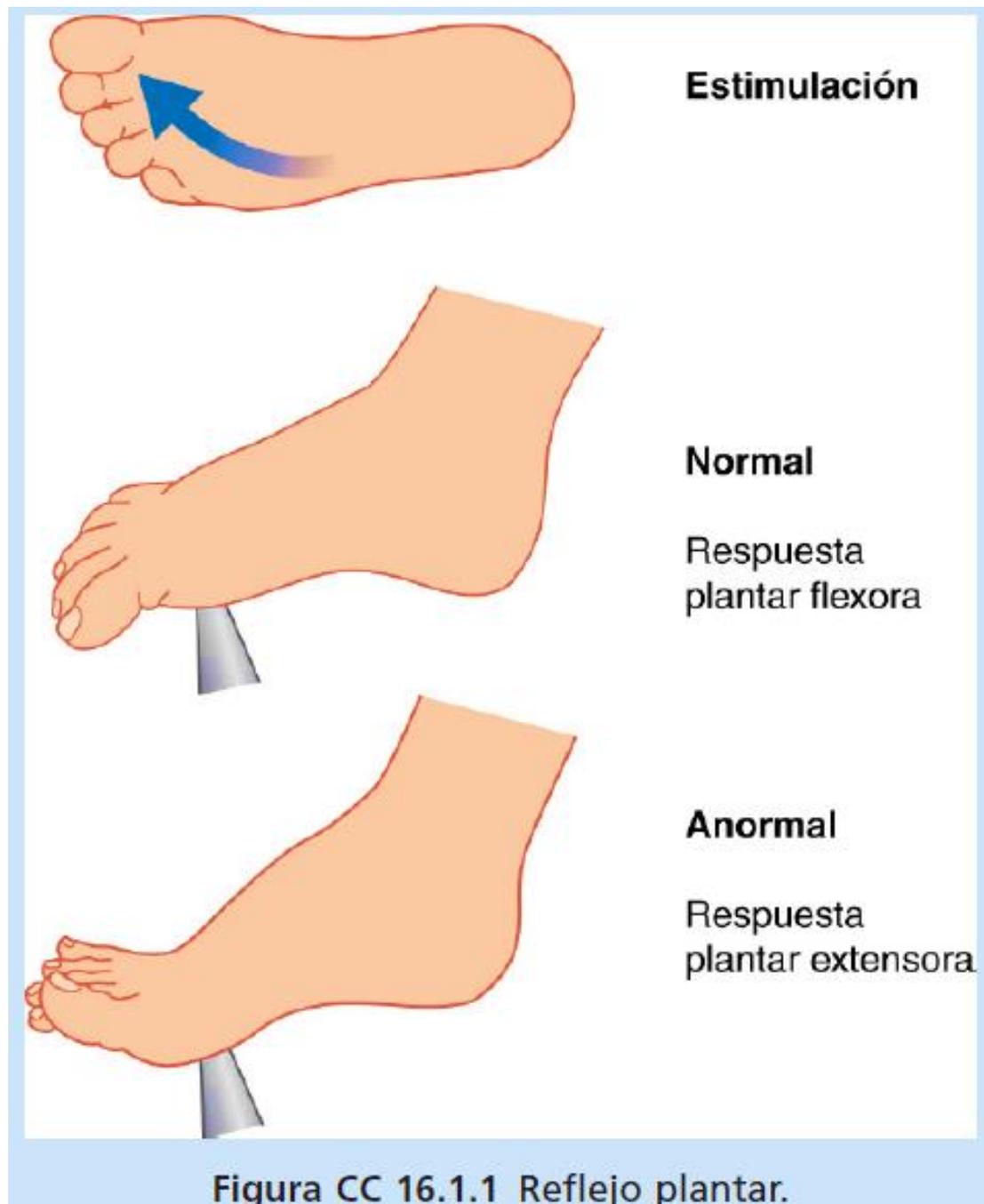
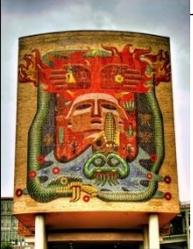
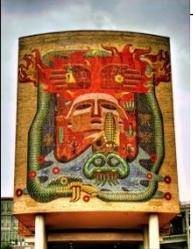


Figura CC 16.1.1 Reflejo plantar.



Babinski
(accidente
cerebrovascular)

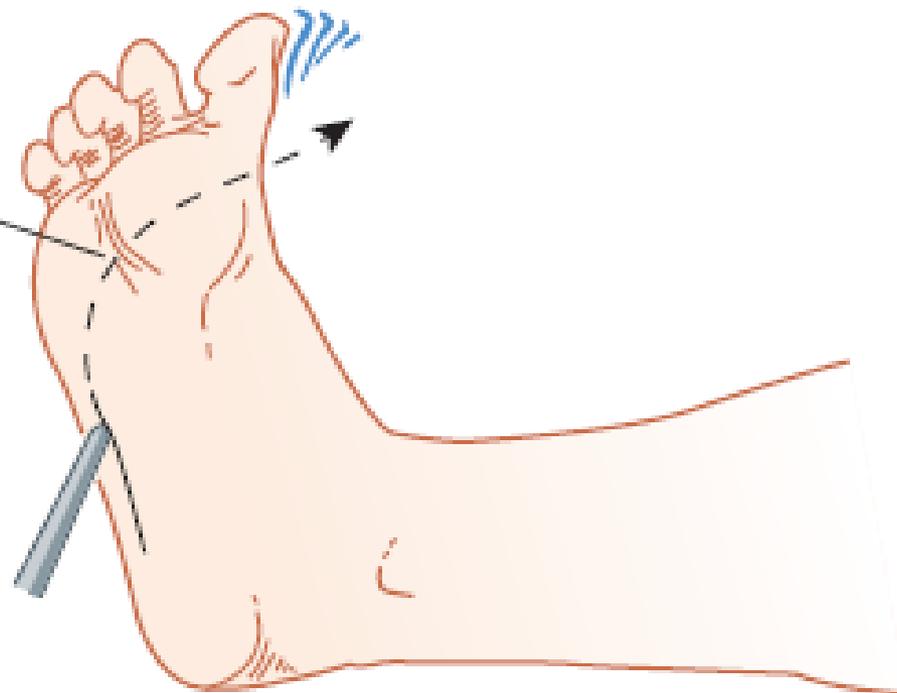


FIGURA 5-23 Prueba de reflejos plantares extensores.



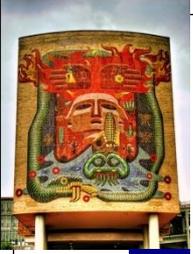
MOTONEURONA INFERIOR O SEGUNDA MOTONEURONA

- Célula motora que se ocupa de la actividad de los músculos esqueléticos estriados, consiste en un **cuerpo celular localizado en la columna gris anterior de la médula espinal o del tronco encefálico y su axón,** que pasa a la placa terminal motora del músculo por medio de los nervios periféricos o craneales.
- Se consideran como la vía final común debido a que muchos impulsos neurales se canalizan por ellas hasta el músculo.
- Si esta **motoneurona es dañada se pierde el reflejo.**



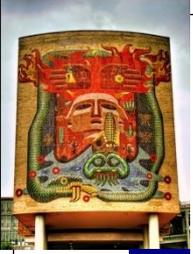
SÍNDROME DE NEURONA MOTORA INFERIOR O SEGUNDA MOTONEURONA

- Se utiliza para describir un **complejo sintomatológico caracterizado por la degeneración de las motoneuronas superiores e inferiores** hacia el final de la mediana edad.
- Las lesiones pueden ser resultado de traumatismo, toxinas, infecciones (**poliomielitis**, que puede afectar sólo a las neuronas motoras inferiores), trastornos vasculares, procesos degenerativos, neoplasias o malformaciones congénitas que afectan a las NMI en el tronco encefálico o médula espinal.



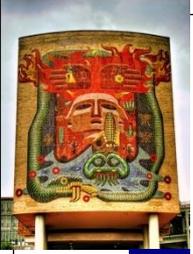
SÍNDROME DE NEURONA MOTORA INFERIOR O SEGUNDA MOTONEURONA

- La compresión de los axones de la raíz ventral por discos intervertebrales herniados es una causa común de disfunción de estas neuronas.
- Durante el primer año o los 2 primeros años, pueden verse afectados sólo las motoneuronas inferiores, especialmente en los miembros inferiores.



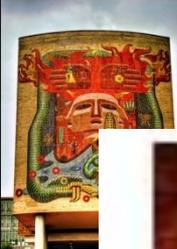
SÍNDROME DE NEURONA MOTORA INFERIOR O SEGUNDA MOTONEURONA

- Producen **parálisis flácida** que puede afectar a pequeños grupos musculares , e incluso músculos aislados.
- **Atrofia muscular** con degeneración de las fibras musculares después de haber transcurrido algún tiempo.
- **Disminución o ausencia de reflejos tendinosos profundos** (hiporreflexia o arreflexia) del músculo comprometido.
- **Ausencia de reflejos patológicos.**
- El **tono muscular está disminuido (hipotonía).**
- Es posible que se presenten **fasciculaciones** (contracciones espontáneas visibles de unidades motoras) y **fibrilaciones**.

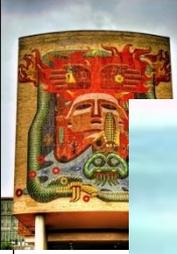


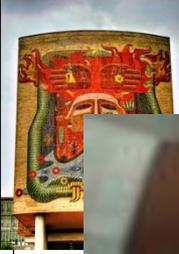
CUADRO 5-6 Lesiones inferiores *versus* superiores de las neuronas motoras.

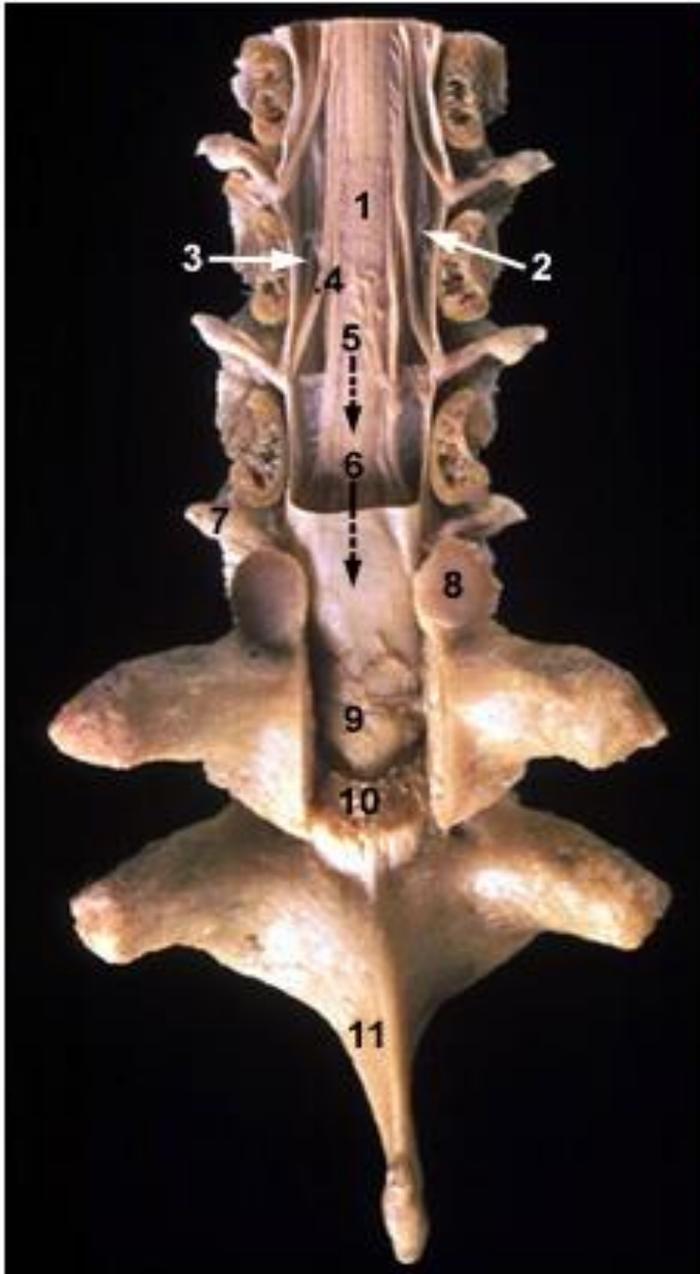
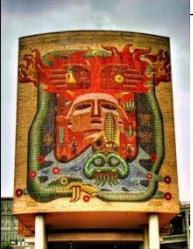
| Variable | Lesión de neurona motora inferior | Lesión de neurona motora superior |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Debilidad | Parálisis flácida | Parálisis espástica |
| Reflejos tendinosos profundos | Desminuidos o ausentes | Aumentado |
| Reflejo de Babinski | Ausente | Presente |
| Atrofia | Puede ser notable | Ausente o resultado de desuso |
| Fasciculaciones y fibrilaciones | Puede estar presente | Ausente |



Fotografía obtenida durante una cirugía de médula espinal. Observe el aspecto normal de la duramadre.



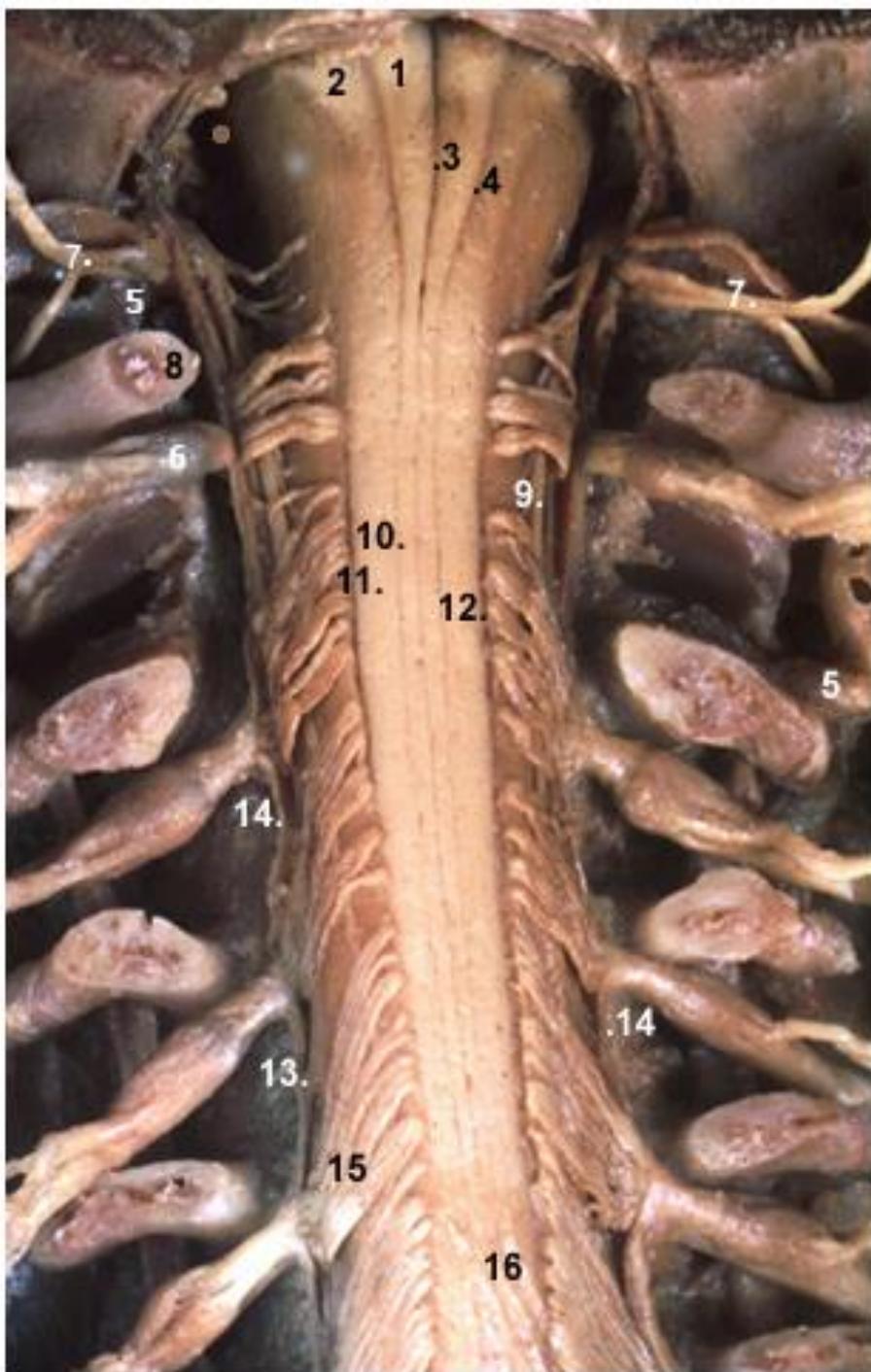




Vista posterior de la médula espinal torácica de un adulto.

Los arcos y procesos de las vértebras T6 a T8 han sido removidos. Observe la relación entre la salida de los nervios espinales y el agujero intervertebral. Se ha removido el proceso espinoso de T9 para mostrar el plexo venoso vertebral interno.

1. Piamadre
2. Ligamento dentado
3. Raíz anterior del 7º nervio torácico
4. Raíz posterior del 7º nervio torácico
5. Espacio subaracnoideo
6. Espacio subdural
7. Ganglio raquídeo del 8º nervio espinal
8. Proceso articular superior de T9
9. Grasa epidural con plexo vertebral int.
10. Ligamento flavum
11. Proceso espinoso de T10



Vista posterior del bulbo raquídeo y los seis primeros segmentos cervicales de la médula espinal de un recién nacido

1. Tubérculo gracilis (bulbo raquídeo)
2. Tubérculo cuneatus (bulbo raquídeo)
3. Surco mediano posterior
4. Surco intermedio posterior
5. Arteria vertebral
6. Ganglio espinal del 1º nervio cervical
7. Nervio accesorio, craneal y espinal
8. Arco posterior del atlas
9. Nervio Accesorio , raíz espinal
10. Fascículo gracilis
11. Fascículo cuneatus
12. Surco lateral posterior
13. Ligamento dentado
14. Duramadre
15. Raicillas posteriores del 5º nervio cervical
16. Piamadre



Bibliografía

1. Afifi, Adel K., (et al); **NEUROANATOMÍA FUNCIONAL Texto y Atlas**, 2ª edición, Ed. McGrawHill, México, 2007. Pags. 46 – 62.
2. Carpenter, Malcolm B., **NEUROANATOMÍA FUNDAMENTOS**, 4ª edición, ed. Medica Panamericana, Buenos Aires, 1994. Pags. 68- 89.
3. Kiernan, John A., **BARR EL SISTEMA NERVIOSO HUMANO Un punto de vista anatómico**, 8va edición, ed. McGrawHill, México, 2006. Pags. 65 – 80.
4. FitzGerald, M. J. Turlough (et al); **NEUROANATOMÍA CLÍNICA Y NEUROCIENCIA**, 6ª edición, Ed. ELSEVIER, España, 2012. Pags. 187 – 193.
5. Guyton, Arthur C., **TRATADO DE FISIOLOGÍA MÉDICA**, 11ª edición, Ed. ELSEVIER, España, 2009. Pags. 673 – 684.
6. Maxman, Stephen G., **Neuroanatomía Clínica**, 26ª edición, ed. McGrawHill, México, 2011. Pags. 49 - 61.
7. Snell, Richard S., **Neuroanatomía Clínica**, 5ª edición, ed. Medica Panamericana, Buenos Aires, 2005. Pags. 139 – 164.