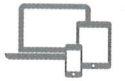


David L. Felten | Mary Summo Maida

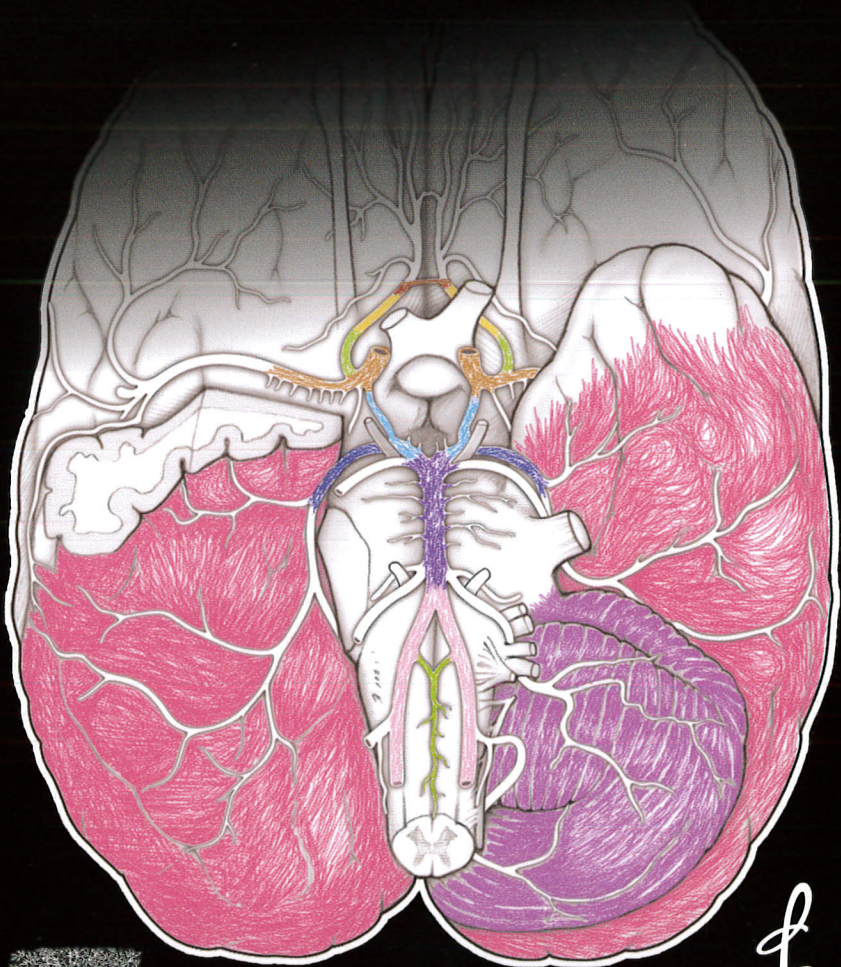


Incluye  
**VERSIÓN  
DIGITAL**  
en inglés

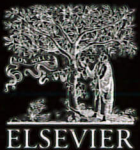
# NETTER CUADERNO DE NEUROCIENCIA PARA COLOREAR



NETTER



*F. Netter  
M.D.*



# Índice de contenidos

## SECCIÓN I VISIÓN GENERAL DEL SISTEMA NERVIOSO

### Capítulo 1 Las neuronas y sus propiedades

- Lámina 1.1 Estructura de las neuronas
- Lámina 1.2 Tipos de sinapsis
- Lámina 1.3 Tipos de neuronas
- Lámina 1.4 Tipos de células gliales
- Lámina 1.5 Biología de los astrocitos
- Lámina 1.6 Biología de la microglía
- Lámina 1.7 Biología de los oligodendrocitos
- Lámina 1.8 Barrera hematoencefálica
- Lámina 1.9 Transporte axonal en el sistema nervioso central y en el sistema nervioso periférico
- Lámina 1.10 Mielinización de los axones del sistema nervioso central y del sistema nervioso periférico
- Lámina 1.11 Potencial de reposo de la neurona
- Lámina 1.12 Potenciales graduados de las neuronas
- Lámina 1.13 Potenciales de acción
- Lámina 1.14 Velocidad de conducción
- Lámina 1.15 Liberación de neurotransmisores
- Lámina 1.16 Síntesis, liberación y transmisión de señales por múltiples neurotransmisores en neuronas individuales
- Lámina 1.17 Neurotransmisión química

### Capítulo 2 Encéfalo, cráneo y meninges

- Lámina 2.1 Meninges y su relación con el encéfalo y el cráneo
- Lámina 2.2 Anatomía superficial del cerebro: vista lateral
- Lámina 2.3 Anatomía y regiones funcionales del córtex cerebral: vista lateral
- Lámina 2.4 Arquitectura cortical: áreas de Brodmann
- Lámina 2.5 Superficie mediosagital del encéfalo
- Lámina 2.6 Superficie basal del encéfalo
- Lámina 2.7 Vistas axial y mediosagital del sistema nervioso central
- Lámina 2.8 Secciones horizontales (axiales) del encéfalo a través de los ganglios basales
- Lámina 2.9 Principales estructuras prosencefálicas límbicas

### Capítulo 3 Tronco del encéfalo, cerebelo y médula espinal

- Lámina 3.1 Anatomía superficial del tronco del encéfalo: vista posterolateral
- Lámina 3.2 Anatomía superficial del tronco del encéfalo: vista anterior
- Lámina 3.3 Anatomía del cerebelo
- Lámina 3.4 Anatomía macroscópica de la médula espinal: vista posterior
- Lámina 3.5 Anatomía de la médula espinal *in situ* en sección transversal
- Lámina 3.6 Sustancia blanca y sustancia gris de la médula espinal

### Capítulo 4 Ventriculos, líquido cefalorraquídeo y vascularización

- Lámina 4.1 Sistema ventricular
- Lámina 4.2 Vista mediosagital del sistema ventricular
- Lámina 4.3 Circulación del líquido cefalorraquídeo

- Lámina 4.4 Irrigación arterial del encéfalo y las meninges
- Lámina 4.5 Irrigación arterial del encéfalo: polígono de Willis, arterias coroideas y arterias lenticuloestriadas
- Lámina 4.6 Irrigación arterial del encéfalo: arterias cerebrales
- Lámina 4.7 Irrigación arterial del encéfalo: sistema vertebrobasilar
- Lámina 4.8 Irrigación del hipotálamo y la hipófisis
- Lámina 4.9 Irrigación sanguínea arterial de la médula espinal
- Lámina 4.10 Drenaje venoso del encéfalo y los senos venosos

### Sección I Preguntas de repaso y respuestas

## SECCIÓN II NEUROCIENCIA REGIONAL

### Capítulo 5 Sistema nervioso periférico

- Lámina 5.1 Médula espinal y componentes sensitivo, motor y vegetativo de los nervios periféricos
- Lámina 5.2 Anatomía de un nervio periférico
- Lámina 5.3 Relación de las raíces de los nervios espinales con las vértebras
- Lámina 5.4 Vías sensitivas: reflejas y cerebelosas
- Lámina 5.5 Vías sensitivas: lemniscales
- Lámina 5.6 Vías motoras: organización básica de las motoneuronas superiores e inferiores
- Lámina 5.7 Vías vegetativas
- Lámina 5.8 Receptores cutáneos
- Lámina 5.9 Unión neuromuscular, uniones neuroefectoras vegetativas y neurotransmisión
- Lámina 5.10 Plexo braquial
- Lámina 5.11 Distribución de dermatomas
- Lámina 5.12 Distribución cutánea de los nervios periféricos
- Lámina 5.13 Inervación colinérgica y adrenérgica de las estructuras motoras y vegetativas
- Lámina 5.14 Inervación vegetativa de la cabeza y el cuello
- Lámina 5.15 Sistema nervioso entérico

### Capítulo 6 Médula espinal

- Lámina 6.1 Citoarquitectura de la sustancia gris de la médula espinal
- Lámina 6.2 Cortes histológicos de la médula espinal
- Lámina 6.3 Síndromes de la médula espinal
- Lámina 6.4 Organización y control de las motoneuronas inferiores de la médula espinal
- Lámina 6.5 Reflejos somáticos espinales
- Lámina 6.6 Receptores musculares y articulares, y husos musculares

### Capítulo 7 Tronco del encéfalo y cerebelo

- Lámina 7.1 Nervios craneales
- Lámina 7.2 Nervios craneales y sus núcleos: vista esquemática desde atrás
- Lámina 7.3 Nervio vestibulococlear (NC VIII)
- Lámina 7.4 Formación reticular: patrón general de los núcleos en el tronco del encéfalo

# Índice de contenidos (cont.)

---

- Lámina 7.5 Organización del cerebelo: lóbulos y regiones
- Lámina 7.6 Anatomía del cerebelo
- Lámina 7.7 Núcleos cerebelosos profundos y pedúnculos cerebelosos
- Lámina 7.8 Síndromes arteriales del tronco del encéfalo

## Capítulo 8 Cerebro: diencefalo y telencefalo

- Lámina 8.1 Núcleos talámicos e interconexiones con el córtex cerebral
- Lámina 8.2 Hipotálamo e hipófisis
- Lámina 8.3 Esquema de los núcleos hipotalámicos
- Lámina 8.4 Sección axial a través del cerebro
- Lámina 8.5 Sección coronal a través del cerebro
- Lámina 8.6 Capas del córtex cerebral
- Lámina 8.7 Columnas verticales: unidades funcionales del córtex cerebral
- Lámina 8.8 Conexiones eferentes del córtex cerebral
- Lámina 8.9 Fibras de asociación cortical
- Lámina 8.10 Afasias y áreas de daño cortical
- Lámina 8.11 Vías noradrenérgicas
- Lámina 8.12 Vías serotoninérgicas
- Lámina 8.13 Vías dopaminérgicas
- Lámina 8.14 Vías colinérgicas centrales

## Sección II Preguntas de repaso y respuestas

## SECCIÓN III NEUROCIENCIA DE SISTEMAS

---

### Capítulo 9 Sistemas sensitivos

- Lámina 9.1 Sistema somatosensitivo: vías espinocerebelosas
- Lámina 9.2 Sistema somatosensitivo: sistema de la columna dorsal y modalidades epicríticas
- Lámina 9.3 Sistema somatosensitivo: sistemas espinotalámico y espinoreticular, y modalidades protopáticas
- Lámina 9.4 Mecanismos del dolor neuropático y del dolor mantenido por vía simpática
- Lámina 9.5 Control descendente de los sistemas somatosensitivos ascendentes
- Lámina 9.6 Sistema sensitivo trigeminal y sistemas asociados
- Lámina 9.7 Estructuras sensibles al dolor de la cabeza y dolor referido
- Lámina 9.8 Vías gustativas
- Lámina 9.9 Vías periféricas para la recepción del sonido y laberintos óseo y membranoso
- Lámina 9.10 Inervación por el NC VIII de las células ciliadas del órgano de Corti
- Lámina 9.11 Vías auditivas centrales
- Lámina 9.12 Receptores vestibulares
- Lámina 9.13 Vías vestibulares centrales
- Lámina 9.14 Anatomía del ojo
- Lámina 9.15 Cámaras anterior y posterior del ojo
- Lámina 9.16 Retina: capas de la retina
- Lámina 9.17 Anatomía y relaciones del quiasma óptico

- Lámina 9.18 Vías visuales hacia el tálamo, hipotálamo y tronco del encéfalo
- Lámina 9.19 Reflejo pupilar a la luz
- Lámina 9.20 Vía visual: la vía retino-genículo-calcarina
- Lámina 9.21 Vías visuales en los lóbulos parietal y temporal
- Lámina 9.22 Lesiones del sistema visual

### Capítulo 10 Sistemas motores

- Lámina 10.1 Motoneuronas inferiores  $\alpha$  y  $\gamma$
- Lámina 10.2 Distribución de las motoneuronas inferiores en la médula espinal
- Lámina 10.3 Distribución de las motoneuronas inferiores en el tronco del encéfalo
- Lámina 10.4 Tracto corticobulbar
- Lámina 10.5 Tracto corticoespinal
- Lámina 10.6 Tracto rubroespinal
- Lámina 10.7 Tractos vestibuloespinales
- Lámina 10.8 Vías reticuloespinales y corticoreticuloespinales
- Lámina 10.9 Tractos tectoespinal e intersticioespinal
- Lámina 10.10 Control central de los movimientos oculares
- Lámina 10.11 Control central de la respiración
- Lámina 10.12 Organización y circuitos neuronales cerebelosos
- Lámina 10.13 Aferencias cerebelosas
- Lámina 10.14 Vías eferentes cerebelosas
- Lámina 10.15 Diagrama esquemático de las aferencias cerebelosas a las motoneuronas superiores
- Lámina 10.16 Conexiones de los ganglios basales

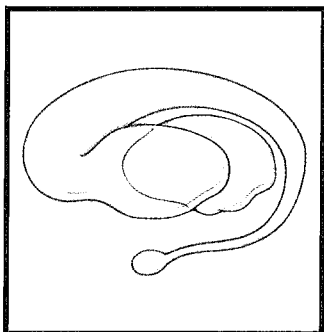
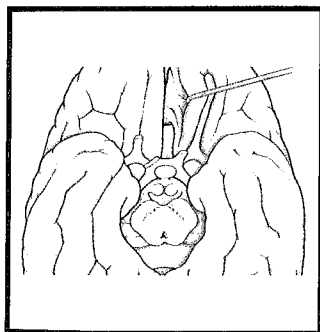
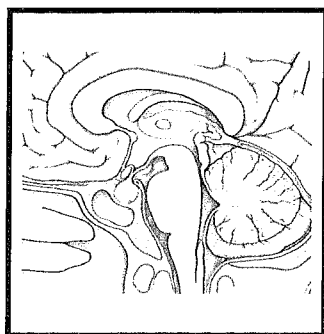
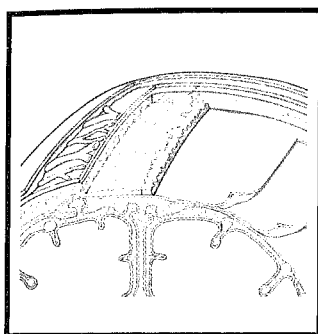
### Capítulo 11 Sistema autónomo-hipotalámico-límbico

- Lámina 11.1 Organización general del sistema nervioso autónomo
- Lámina 11.2 Regiones del prosencéfalo asociadas al hipotálamo
- Lámina 11.3 Vías aferentes y eferentes asociadas al hipotálamo
- Lámina 11.4 Núcleo paraventricular del hipotálamo
- Lámina 11.5 Influencia de las citocinas en el encéfalo y la conducta
- Lámina 11.6 Órganos circunventriculares
- Lámina 11.7 Regulación de la secreción hormonal de la hipófisis anterior
- Lámina 11.8 Hormonas de la hipófisis posterior (neurohipofisarias): oxitocina y vasopresina
- Lámina 11.9 Neuroinmunomodulación
- Lámina 11.10 Anatomía del prosencéfalo límbico
- Lámina 11.11 Formación del hipocampo: anatomía general
- Lámina 11.12 Conexiones neuronales de la formación del hipocampo
- Lámina 11.13 Principales conexiones aferentes de la amígdala
- Lámina 11.14 Principales conexiones eferentes de la amígdala
- Lámina 11.15 Córtex cingular
- Lámina 11.16 Vías olfatorias

## Sección III Preguntas de repaso y respuestas

Índice alfabético

## Capítulo 2 Encéfalo, cráneo y meninges



Las **meninges** protegen y dan soporte al tejido neural subyacente del sistema nervioso central (SNC). La **piamadre** se adhiere a todo el contorno del SNC siguiendo sus invaginaciones (surcos, giros y láminas). Los pies terminales gliales de los astrocitos se entrelazan con las células piales de esta membrana, formando la **membrana pial-gliial**. La **aracnoides** es una membrana frágil externa a la piamadre; forma puentes atravesando los surcos y las láminas. La zona entre la aracnoides y la piamadre forma el **espacio subaracnoideo**, en el cual se encuentra el líquido cefalorraquídeo (LCR). El LCR proporciona resistencia y amortiguación al encéfalo, protegiéndolo de lesiones debidas a los movimientos de aceleración y deceleración. La **duramadre** es la membrana dura y fibrosa de protección más externa; generalmente, adherida internamente a la aracnoides y externamente a la tabla interna del **cráneo (calota o calvaria)**. En algunas zonas la duramadre se divide en **capa interna** y **capa externa**, formando los senos duros por los que fluye la sangre venosa de retorno en su camino hacia el sistema yugular interno. Las capas internas de la duramadre se unen en la línea media entre ambos hemisferios cerebrales formando una membrana protectora resistente, la **hoz del cerebro**. Las **granulaciones aracnoideas** protruyen al espacio subaracnoideo en los senos venosos, especialmente, en el **seno sagital superior**, permitiendo el drenaje del LCR hacia la sangre venosa para su retorno al corazón.

Las venas cerebrales viajan en el espacio subaracnoideo y drenan la sangre venosa del encéfalo a los senos duros. Las **arterias cerebrales** también tienen su trayecto en el espacio subaracnoideo; un aneurisma cerebral roto puede sangrar en este espacio.

**COLOREA** las tres meninges utilizando un color distinto para cada una de ellas.

- 1. **Duramadre**
  - 1A. Hoz del cerebro
  - 1B. Capa interna de la duramadre
  - 1C. Capa externa de la duramadre
  - 1D. Capas fusionadas de la duramadre
- 2. **Aracnoides**
- 3. **Piamadre (membrana pial-gliial)**

**COLOREA** las protrusiones que se extienden desde el espacio subaracnoideo hacia los senos duros, especialmente, hacia el seno sagital superior.

- 4. **Granulaciones aracnoideas**

**COLOREA** uno de los principales senos venosos duros.

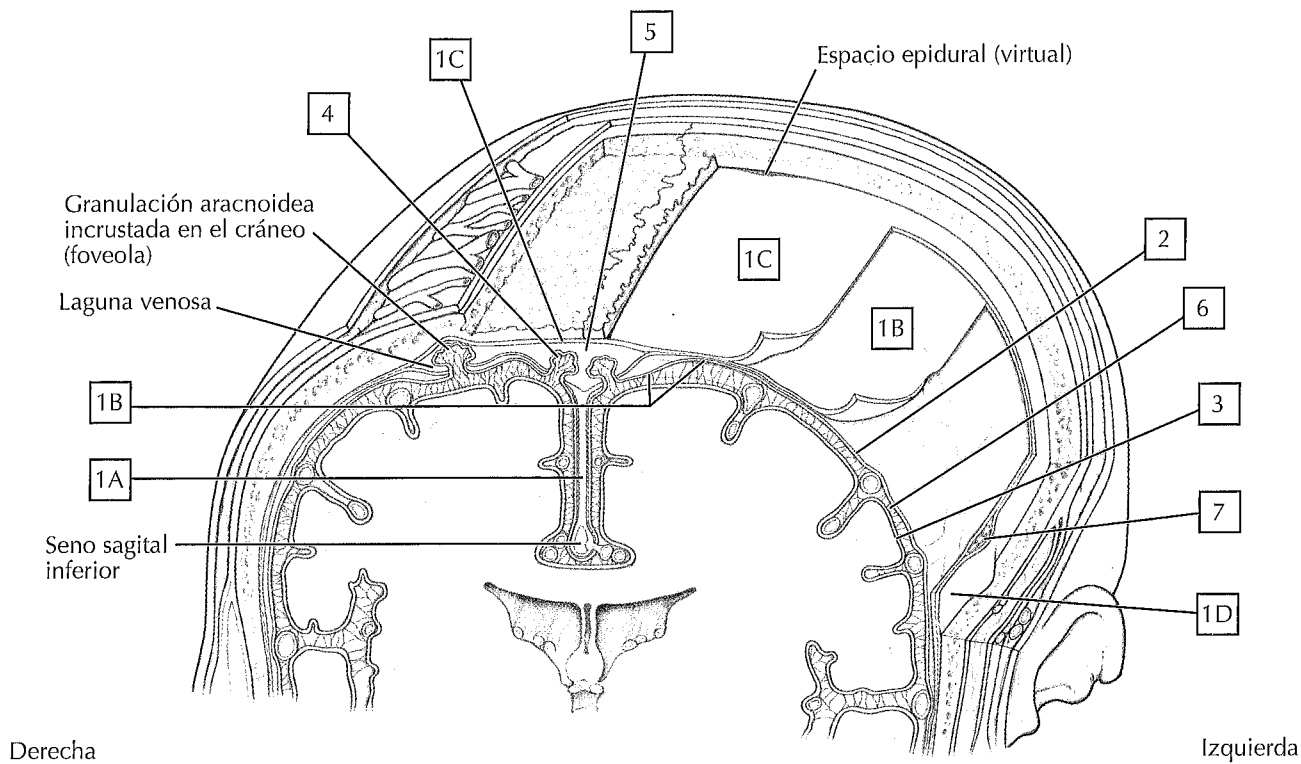
- 5. **Seno sagital superior**

**COLOREA** estas importantes estructuras:

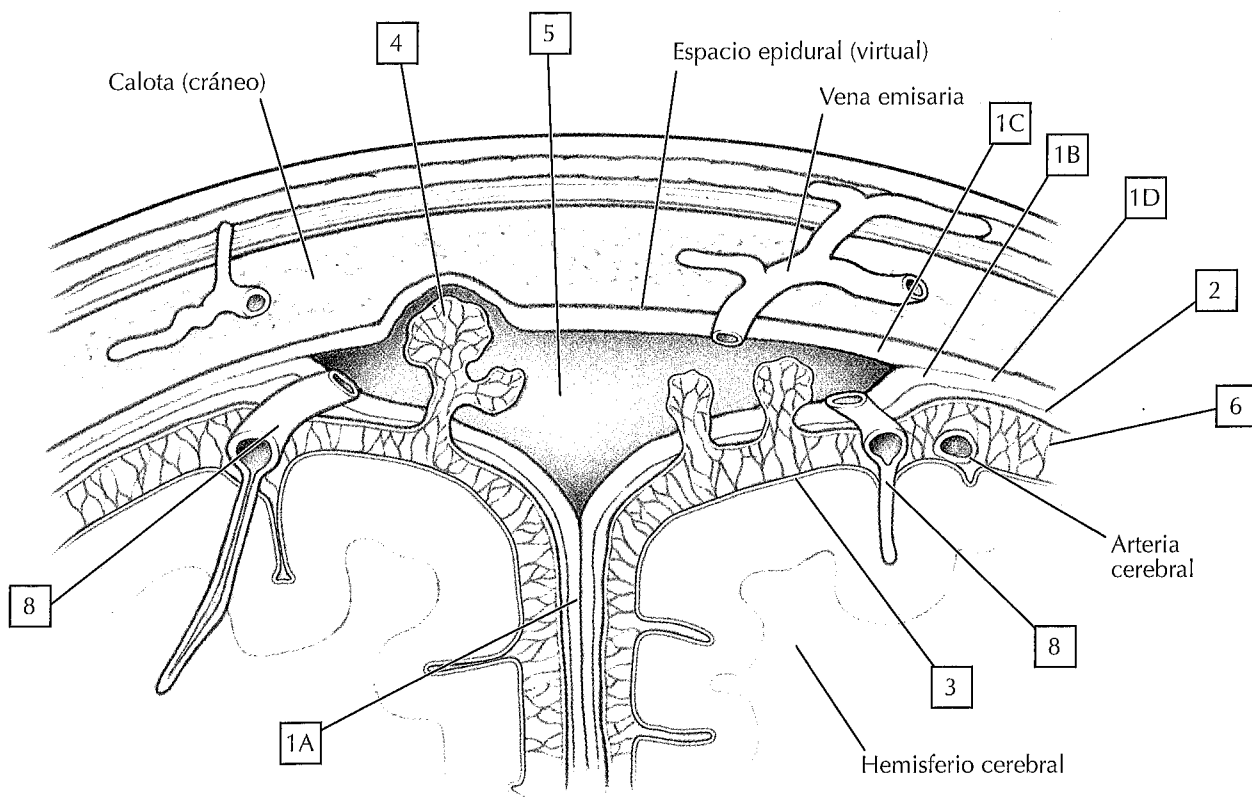
- 6. **Espacio subaracnoideo**
- 7. **Arteria meníngica media**
- 8. **Vena cerebral superior**

#### Nota clínica

Las **arterias cerebrales** se encuentran en el espacio subaracnoideo. La rotura de un **aneurisma cerebral**, que se produce más a menudo en la zona del polígono de Willis o cerca de este, da lugar a una **hemorragia subaracnoidea**, causando cefalea intensa y, en ocasiones, pérdida de conciencia o muerte. Las venas puente también atraviesan el espacio subaracnoideo, como la gran vena cerebral superior. Si estas venas puente se laceran por un traumatismo grave en individuos jóvenes o por un traumatismo más leve en personas de edad avanzada (debido a la atrofia cerebral), puede producirse una hemorragia en el espacio subdural que disecciona la aracnoides subyacente por la presencia de sangre. El **hematoma subdural** resultante puede ser agudo (traumatismo grave) o más gradual (crónico). El hematoma subdural actúa como una lesión ocupante de espacio que puede aumentar la presión intracraneal (PIC), producir **edema cerebral** y dar lugar a herniación encefálica a través del borde libre de la tienda del cerebelo. Las granulaciones aracnoideas constituyen válvulas unidireccionales para el drenaje del LCR a la circulación venosa. Si las granulaciones aracnoideas se bloquean (p. ej., en una meningitis purulenta aguda), la presión del LCR aumenta dando lugar a hipertensión intracraneal. Este aumento de PIC puede producir compresión del encéfalo, herniación encefálica y muerte. Una **fractura craneal** puede desgarrar las venas adheridas al cráneo, como la **arteria meníngica media**. La sangre arterial procedente de la rotura de la meníngica media puede diseccionar la membrana dura externa de la tabla interna del cráneo produciendo un **hematoma epidural**, el cual actúa como masa ocupante de espacio y es una causa potencial de herniación encefálica.



A. Cuero cabelludo, cráneo, vasos sanguíneos meníngicos y cerebrales



B. Meninges y venas cerebrales superficiales

El córtex cerebral está contorneado y plegado formando **giros** (montañas) y **surcos** (valles). Esta disposición permite el plegamiento de grandes cantidades de córtex cerebral en un pequeño volumen. Los principales surcos y giros sirven como referencias importantes. El córtex cerebral está subdividido en cuatro lóbulos: frontal, parietal, temporal y occipital. El **surco lateral** (cisura de Silvio) separa el lóbulo temporal (abajo) de los lóbulos frontal y parietal (arriba). El **surco central** separa el **lóbulo frontal** (delante) del **lóbulo parietal** (detrás). El surco parietooccipital en la cara medial separa el lóbulo parietal (delante) del lóbulo occipital (detrás).

Varios de los giros principales intervienen en funciones específicas. El **giro precentral** actúa como **córtex motor primario**. El **giro poscentral** funciona como córtex sensitivo primario. El giro transverso de Heschl en la porción superior del **giro temporal superior** constituye el córtex auditivo primario. Los labios superior e inferior del surco calcarino en el **lóbulo occipital** actúan como córtex visual primario.

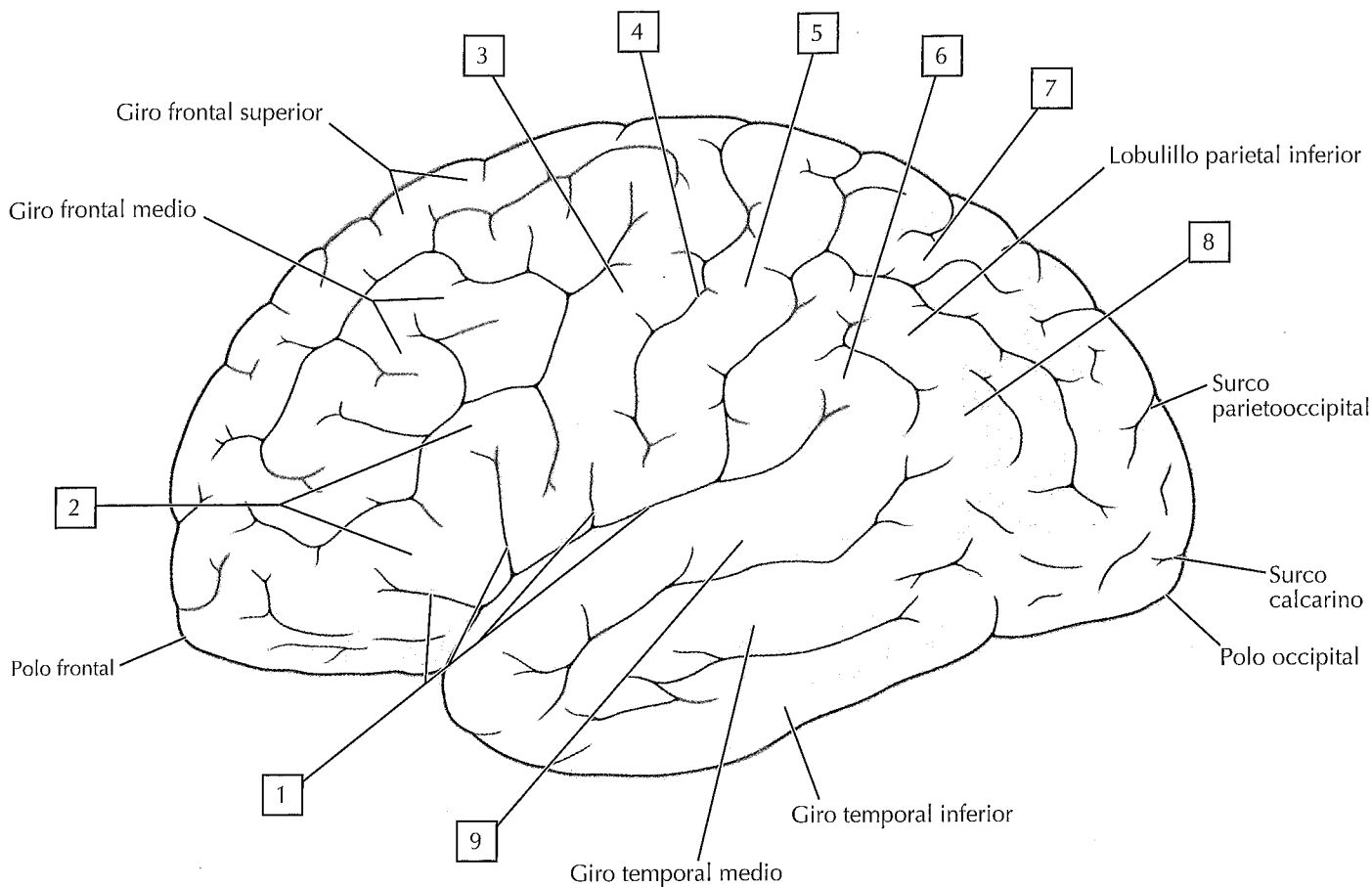
En el hemisferio izquierdo, el área de Broca en la porción interna del **giro frontal inferior** es el centro de la función expresiva del lenguaje y el **área de Wernicke (giros supramarginal y angular)** es el centro de la función receptiva del lenguaje. Algunos giros, como los **giros frontales y temporales superiores, medios e inferiores**, sirven más de referencias anatómicas que como áreas encargadas de funciones específicas. El **lobulillo parietal superior** interviene en la orientación espacial y en la percepción de la imagen corporal. Algunas funciones complejas como el almacenamiento de los recuerdos a largo plazo implican a muchas regiones del córtex cerebral en múltiples regiones encefálicas y no pueden localizarse específicamente en una zona. Algunas regiones profundas del córtex, como el **córtex insular**, intervienen en múltiples funciones viscerales.

#### Nota clínica

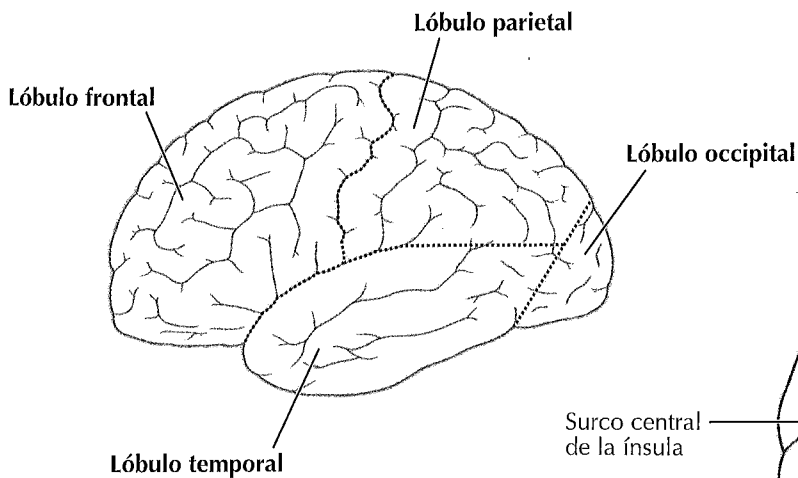
Dado que algunas funciones cerebrales específicas se localizan en regiones concretas del córtex, la lesión de esas zonas corticales debida a traumatismos, a lesiones con efecto masa o a lesiones vasculares puede ocasionar una pérdida de dicha función específica. La lesión del giro precentral y del córtex premotor adyacente (p. ej., infarto de la arteria cerebral media) en un hemisferio puede producir **paresia espástica contralateral** de la extremidad superior y de la parte inferior de la hemicara contralateral. La lesión del giro poscentral de un hemisferio puede dar lugar a pérdida de sensibilidad en la parte superior del hemicuerpo contralateral. La afectación de la zona medial del giro precentral y del giro poscentral (el lobulillo paracentral) por un infarto de la arteria cerebral anterior puede producir paresia espástica y pérdida de sensibilidad en la extremidad inferior contralaterales. La lesión de los labios superior e inferior del **surco calcarino** (infarto de la arteria cerebral posterior) puede ocasionar pérdida de visión contralateral (**hemianopsia contralateral**). La lesión específica de algunas regiones del lóbulo temporal relacionadas con la visión puede producir **agnosia** (falta de reconocimiento) en lo que se refiere al reconocimiento de los rostros o a la capacidad de identificar objetos animados.

**COLOREA** cada región con un color específico.

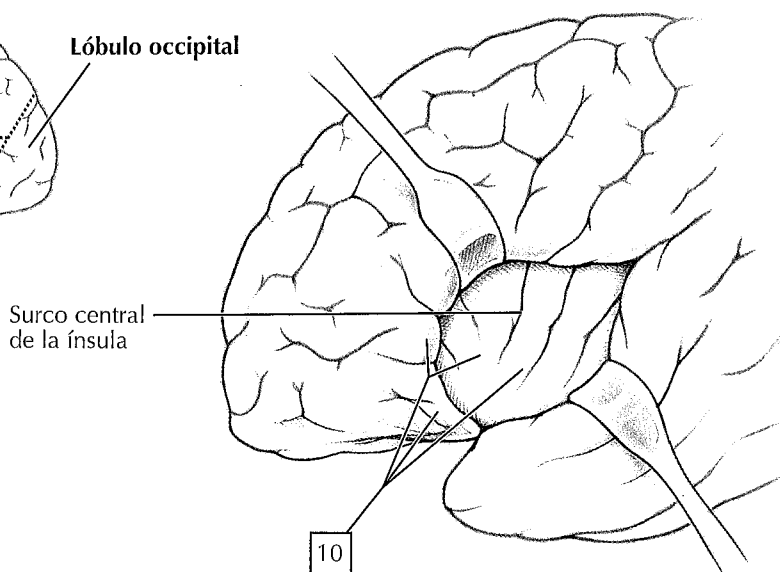
- 1. Surco lateral
- 2. Giro frontal inferior
- 3. Giro precentral
- 4. Surco central
- 5. Giro poscentral
- 6. Giro supramarginal
- 7. Lobulillo parietal superior
- 8. Giro angular
- 9. Giro temporal superior
- 10. Córtex insular
- 11. Colorea cada lóbulo principal en la parte B



A. Vista lateral del cerebro



B. Principales lóbulos del córtex (vista lateral)



C. Córtex insular (vista lateral)

# 2 Anatomía y regiones funcionales del córtex cerebral: vista lateral

El **córtex cerebral** (neocórtex) consta de seis capas horizontales de neuronas, constituidas por células piramidales, por células granulares y por otras poblaciones mixtas de neuronas. Algunas regiones del córtex cerebral se asocian con funciones específicas y, en ocasiones, están organizadas topográficamente formando «**columnas verticales**» de neuronas que procesan información específica de determinadas regiones del cuerpo.

Las regiones bien organizadas del córtex cerebral en ocasiones se describen como «**córtex primario**» (córtex somatosensitivo, córtex sensitivo trigeminal, córtex visual, córtex auditivo, córtex motor) o «**córtex secundario**» (modalidades sensitivas). En el córtex somatosensitivo primario y en el córtex motor primario, la extremidad inferior está representada medialmente; el tronco y la extremidad superior, más lateralmente, y la región de la cabeza, aún más lateral, cerca del surco lateral. Otras regiones del córtex están organizadas de manera menos específica; en especial, las áreas de integración, que reciben impulsos multimodales de una gran variedad de regiones del SNC.

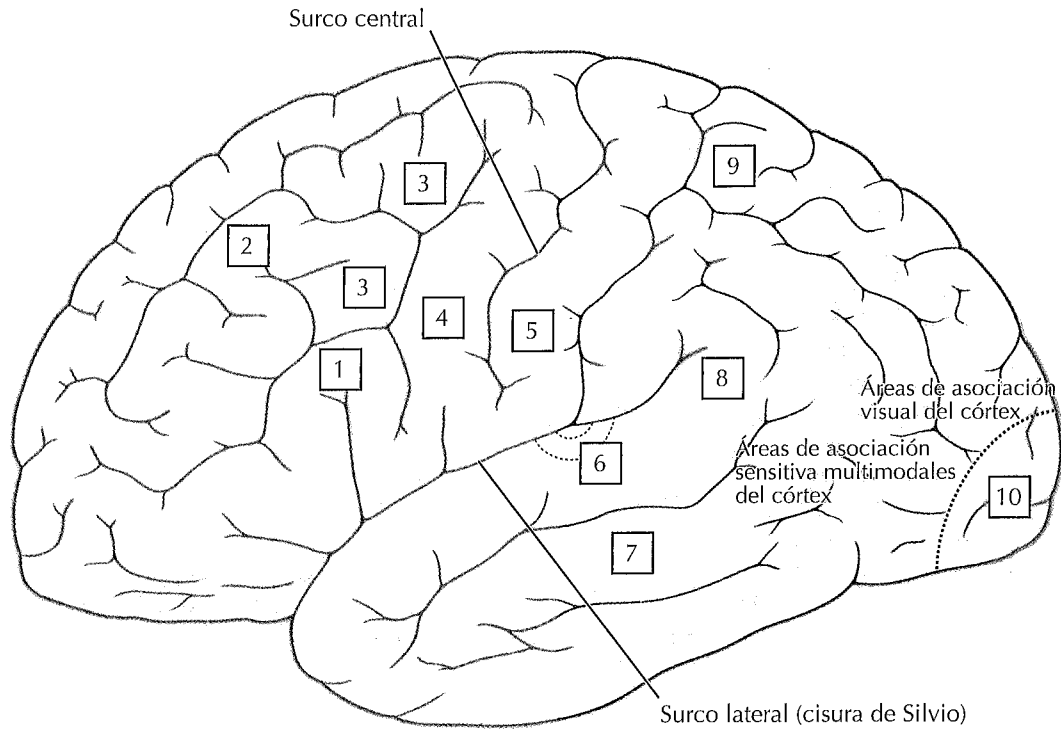
REGIÓN CORTICAL	FUNCIÓN
Área de Broca	Es responsable del inicio del lenguaje expresivo
Córtex somatosensitivo primario lateral	Recibe información relacionada con el tacto de la extremidad superior contralateral a través del núcleo ventral posterolateral del tálamo
Córtex motor primario lateral	A partir de esta región, se produce el movimiento de los músculos de la mano y los dedos contralaterales
Córtex motor suplementario	Se activa cuando se anticipa, pero aún no se ha iniciado, el movimiento
Córtex visual primario	Recibe información relativa a la visión del campo visual contralateral
Campos oculares frontales	Inician los movimientos conjugados contralaterales de los ojos
Córtex parietal	Proporciona un análisis del movimiento y las relaciones posicionales de los objetos observados
Lobulillo parietal superior	Proporciona la conciencia integrada de las regiones corporales y su posición
Córtex auditivo primario	Recibe información auditiva bilateral
Giro temporal medio	Proporciona el reconocimiento y la forma de los objetos visualmente
Área de Wernicke	Es responsable de la comprensión del lenguaje hablado

**COLOREA** las siguientes regiones funcionales utilizando un color distinto para cada una de ellas.

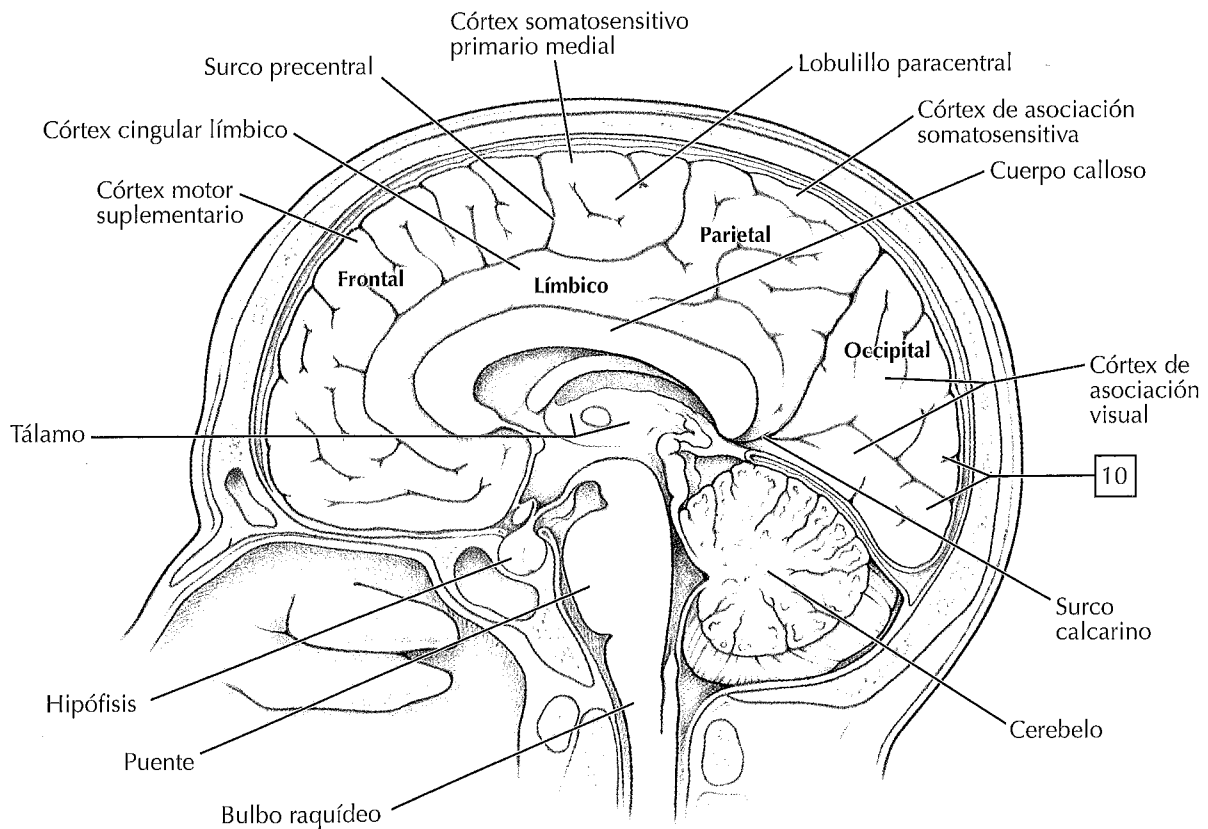
- 1. Área de Broca
- 2. Campos oculares frontales
- 3. Córtex premotor y motor suplementario
- 4. Córtex motor primario lateral
- 5. Córtex somatosensitivo primario lateral
- 6. Córtex auditivo primario
- 7. Giro temporal medio
- 8. Área de Wernicke
- 9. Lobulillo parietal superior
- 10. Córtex visual primario

### Nota clínica

Las lesiones vasculares (hemorragias, infartos), las lesiones con efecto masa que impactan sobre un área cortical específica o los procesos degenerativos pueden afectar a regiones del córtex cerebral. La **isquemia** (falta de flujo sanguíneo) o la **anoxia** (falta de oxígeno) pueden conducir a una disfunción más global con consecuencias cognitivas graves e incluso al **coma**. El nivel de conciencia normal requiere el funcionamiento del sistema reticular activador del tronco del encéfalo y, al menos, de un hemisferio cerebral. La organización topográfica de algunas regiones corticales primarias (p. ej., córtex somatosensitivo y córtex motor primarios) es importante para la interpretación de los hallazgos neurológicos. Un ictus de la arteria cerebral media o de la arteria cerebral anterior de un lado puede ocasionar déficits sensitivos y/o motores en una zona específica del cuerpo en el lado contralateral. La lesión cortical en el hemisferio dominante (generalmente, el hemisferio izquierdo en los individuos diestros y en la mayoría de los individuos zurdos) puede conducir a **afasia expresiva** (área de Broca), a **afasia receptiva** (área de Wernicke) o a **afasia global** (zona cortical irrigada por la arteria cerebral media). El córtex cerebral de uno o ambos lados puede hacerse disfuncional por un incremento de la PIC.



A. Vista lateral del cerebro



B. Superficie medial (mediosagital) del encéfalo *in situ*

Con la llegada de los métodos de tinción neurohistológica que usan colorantes, los pioneros neuroanatómicos como Golgi y Cajal demostraron una gran variedad de formas, tamaños, patrones de ramificación y tipos de conexión neuronales. El córtex cerebral, llamada **neocórtex**, contiene **seis capas de neuronas** que varían en grosor y estratificación; las capas de **células granulares**, compuestas de neuronas pequeñas que reciben numerosos impulsos, abundan en el córtex somatosensitivo, mientras que las **células piramidales** son abundantes en el córtex motor y envían axones a otras regiones del córtex del mismo lado (**fibras de asociación**), del lado opuesto (**fibras callosas**), y a zonas subcorticales (**fibras de proyección**). Debido a la complejidad del neocórtex, varios neuroanatomistas propusieron la descripción de **diferentes tipos de córtex** que varían desde 40 hasta más de 200 tipos diferentes. El sistema de nomenclatura que ha persistido es el propuesto por Korbinian Brodmann en 1909, el cual asignó números para las diferentes regiones funcionales o tipos de córtex. Estas **áreas de Brodmann** se usan extensamente en neurociencias para referirse a las zonas funcionales del córtex.

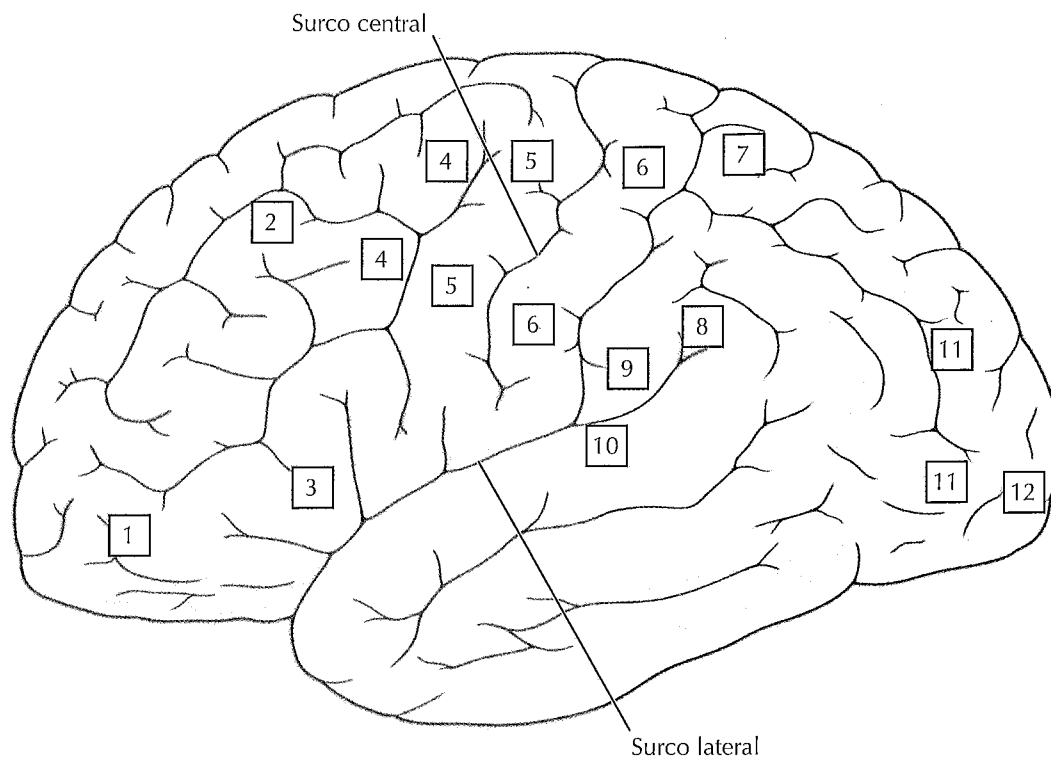
ÁREAS DE BRODMANN	FUNCIÓN DEL CÓRTEX	ZONA ANATÓMICA
Áreas 3, 1, 2	Córtex somatosensitivo primario	Giro poscentral
Área 40 (ventral)	Córtex somatosensitivo secundario	Lobulillo parietal inferior anterior ventral
Áreas 5, 7	Percepción corporal, orientación espacial	Lobulillo parietal superior
Área 4	Córtex motor primario	Giro precentral
Área 6	Córtex premotor y motor suplementario	Giro frontal medio, parte superior
Área 8	Campos oculares frontales	Giro frontal medio, parte superior anterior
Áreas 44, 45	Área de Broca (hemisferio izquierdo)	Giro frontal inferior lateral
Áreas 40, 39	Área de Wernicke (hemisferio izquierdo)	Lobulillo parietal inferior anterior
Área 11	Córtex orbitofrontal	Base del lóbulo frontal lateral
Áreas 41, 42	Córtex auditivo primario	Giro transversal de Heschl (giro temporal superior)
Área 17	Córtex visual primario	Labios del surco (cisura) calcarino
Áreas 18, 19	Córtex de asociación visual	Córtex occipital que rodea al área 17
Áreas 21, 22, 37	Córtex de asociación sensitivo polimodal	Lóbulo temporal medio y superior

**COLOREA** cada región con un color distinto y señala la representación de las regiones funcionales con las áreas de Brodmann.

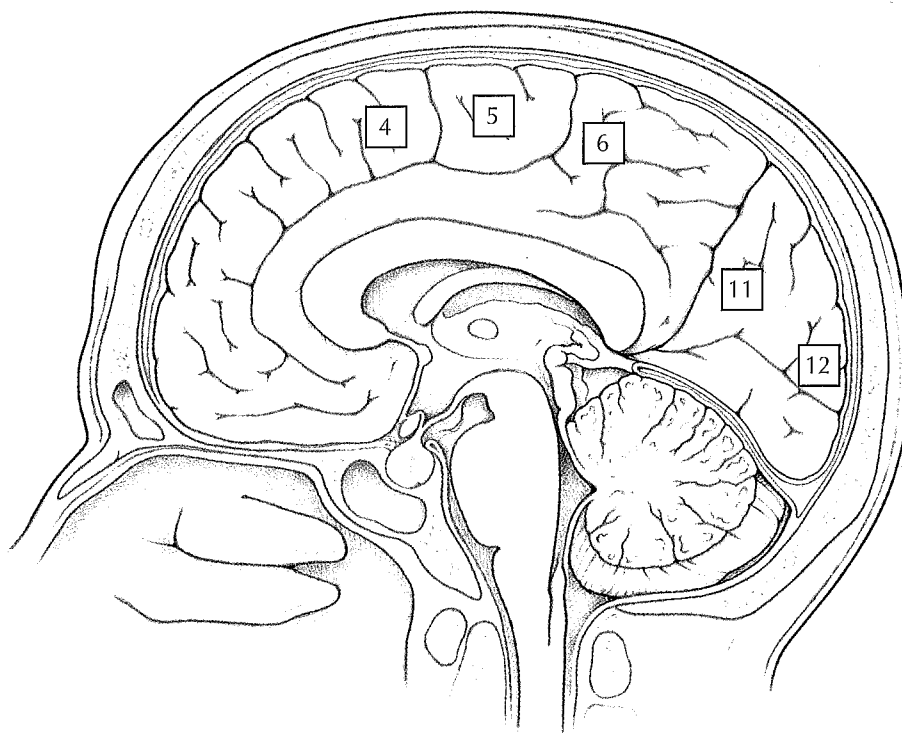
- 1. Área 11
- 2. Área 8
- 3. Áreas 44, 45
- 4. Área 6 (contribuye a la vía corticoespinal, junto con el córtex motor)
- 5. Área 4
- 6. Áreas 3, 1, 2
- 7. Áreas 5, 7
- 8. Áreas 40, 39
- 9. Área 40
- 10. Áreas 41, 42
- 11. Áreas 18, 19
- 12. Área 17

#### Nota clínica

La lesión de determinadas zonas del córtex indicadas por las áreas de Brodmann (números) da lugar a síntomas y hallazgos clínicos específicos. La afectación del córtex somatosensitivo primario provoca pérdida contralateral de la sensibilidad en el cuerpo y en la extremidad superior y, si la lesión afecta a la zona medial y línea media, también en la extremidad inferior. La afectación del córtex motor primario y del córtex premotor/motor suplementario da lugar a **hemiplejía espástica contralateral** que afecta a la extremidad superior (córtex lateral), a la extremidad inferior (córtex medial y línea media) o a todo el cuerpo (si la lesión incluye la cápsula interna). La lesión del área de Broca en el lado izquierdo (en todos los individuos diestros y en la mayoría de los sujetos zurdos) causa **afasia expresiva**, mientras que la lesión del área de Wernicke izquierda produce **afasia receptiva**. La afectación de la zona occipital en los labios del surco calcarino causa **ceguera (hemianopsia) contralateral**. La lesión del córtex auditivo primario da lugar a cierta disminución de la audición (en ambos lados, no solo en el contralateral), con negligencia en el lado contralateral a los estímulos presentados simultáneamente. La afectación de los campos oculares frontales provoca incapacidad para dirigir los ojos hacia el lado opuesto a la lesión.



A. Vista lateral del cerebro



B. Superficie medial (mediosagital) del encéfalo *in situ*

© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

La vista mediosagital (vista a lo largo de la línea media) del encéfalo proporciona un plano de todo el **neuroeje** que abarca la **médula espinal**, el **tronco del encéfalo (bulbo raquídeo, puente, mesencéfalo)**, el diencéfalo y parte del telencéfalo. La médula espinal recibe la entrada **sensitiva** del cuerpo y da lugar a la salida motora y autónoma para el mismo.

El tronco del encéfalo recibe impulsos sensitivos de la cabeza y el cuello, envía impulsos motores a los músculos de la cabeza y el cuello, y aporta la salida preganglionar parasimpática para el control de las vísceras torácicas y algunas abdominales, de las glándulas salivales, de las glándulas lagrimales, del músculo constrictor de la pupila y del músculo ciliar para la acomodación en la visión cercana. Estas funciones las llevan a cabo los nervios craneales. La formación reticular del tronco del encéfalo es esencial para la conciencia y participa en la activación del córtex. El **cerebelo** ayuda a regular la coordinación y el equilibrio para la regulación motora a través de las motoneuronas superiores del tronco del encéfalo y del córtex cerebral (vía tálamo).

El diencéfalo consta de dos componentes principales, el **tálamo** y el **hipotálamo**. El tálamo actúa como puerta de entrada hacia el córtex cerebral y regula los impulsos que llegan al córtex (sensitivo, motor y otros tipos de córtex) y los que salen de él. El hipotálamo regula las funciones viscerales del cuerpo (a través del tronco del encéfalo y de la médula espinal) y del sistema neuroendocrino (a través de la **hipófisis** anterior y posterior).

El telencéfalo está formado por los ganglios basales, el prosencéfalo límbico, el sistema olfatorio y el **córtex cerebral**. Los ganglios basales están interconectados con el tálamo y con el córtex cerebral, y ayudan al córtex a seleccionar patrones y subrutinas de actividad deseados y a suprimir patrones y subrutinas no deseados. El prosencéfalo límbico proporciona reactividad emocional a estímulos externos e internos, y aporta la individualidad de la respuesta. El sistema olfatorio proyecta la información olfatoria al prosencéfalo límbico y provee de respuestas rápidas y adecuadas al olor ambiental. El córtex cerebral participa en un análisis detallado del mundo externo e interno, en el control motor sofisticado y de precisión, en el lenguaje, en la capacidad de mirar al pasado y al futuro, en la capacidad de llevar a cabo funciones ejecutivas, y es el origen de la inteligencia y del conocimiento cognitivo.

**COLOREAR** cada región con un color distinto.

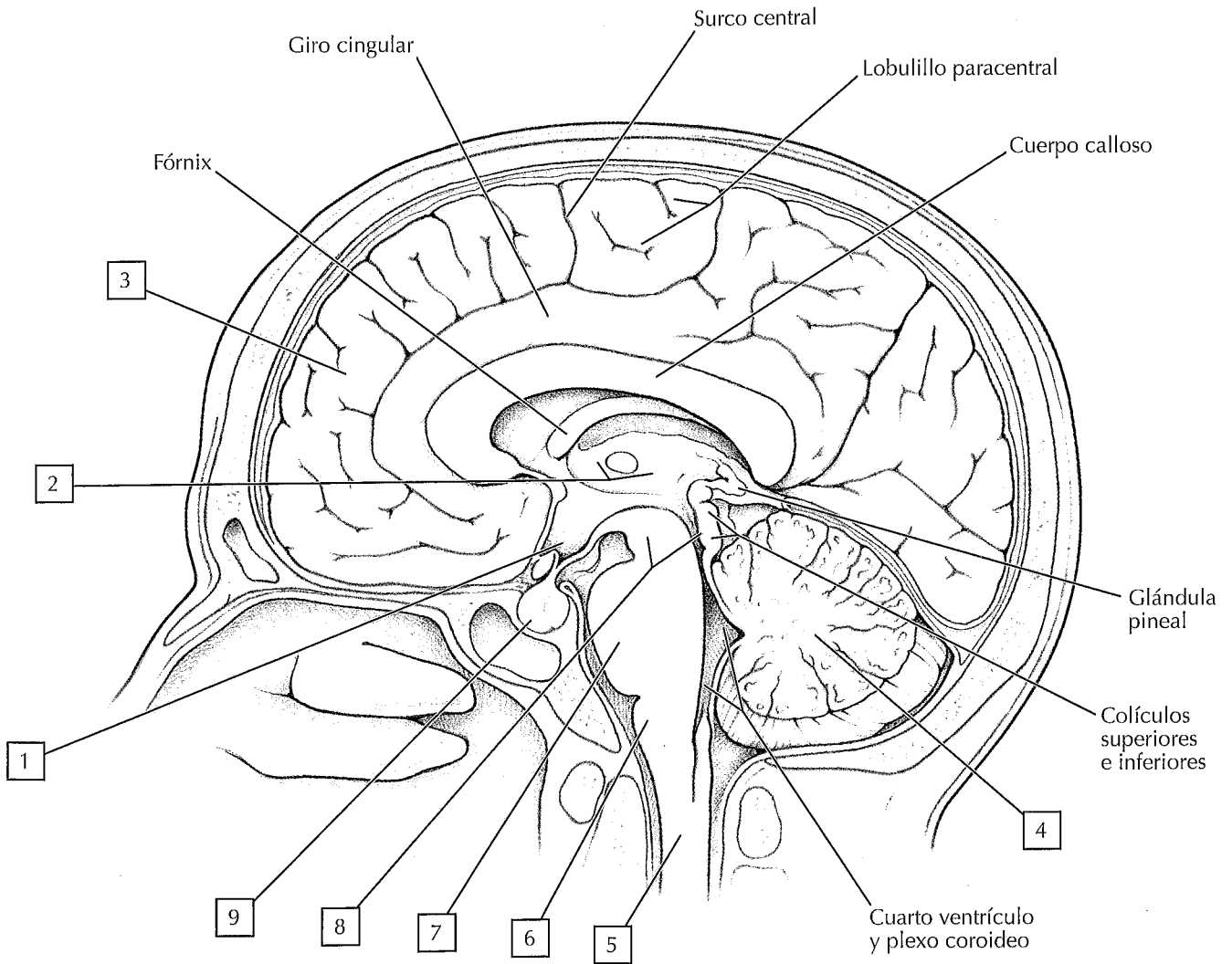
- 1. Hipotálamo
- 2. Tálamo
- 3. Córtex cerebral
- 4. Cerebelo (colorea un lóbulo)
- 5. Médula espinal
- 6. Bulbo raquídeo
- 7. Puente
- 8. Mesencéfalo
- 9. Hipófisis

#### Nota clínica

Las lesiones de la médula espinal generalmente implican una pérdida somatosensitiva o dolor, déficits motores corporales (con cambios en la fuerza, el tono y los reflejos) y, en ocasiones, cambios autónomos en la división simpática (como **síndrome de Horner**) o en la división parasimpática pélvica (alteración del intestino, de la vejiga o del sistema reproductivo).

Las lesiones troncoencefálicas frecuentemente producen una disfunción específica de los nervios craneales III-XII. Esto puede acompañarse de pérdida de las funciones somatosensitivas y motoras somáticas, y de disfunción cerebelosa (ipsilateral). Una gran lesión en el tronco del encéfalo que dañe la formación reticular puede ocasionar coma y muerte.

Las lesiones cerebrales suelen acompañarse de déficits motores y sensitivos en el lado opuesto del cuerpo y, en ocasiones, de **parálisis facial contralateral** inferior. Puede existir afectación de funciones sensoriales como la visión, algunas actividades auditivas o el olfato (por lesión del bulbo o el tracto olfatorios). Las lesiones en el lado izquierdo pueden asociarse con **afasia expresiva** (frontal, área de Broca) o **receptiva (posterior, área de Wernicke)**. Las lesiones extensas en los hemisferios pueden producir disfunción cognitiva. Si se afectan regiones específicas de los ganglios basales, pueden aparecer trastornos del movimiento. Las lesiones en la formación del hipocampo (especialmente, bilaterales) conducen a una pérdida grave de la memoria a corto plazo, a confusión y a desorientación. Las lesiones límbicas pueden dar lugar a cambios emocionales, a miedo y ansiedad, a trastornos compulsivos (por afectación del núcleo accumbens) y a otros.



© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

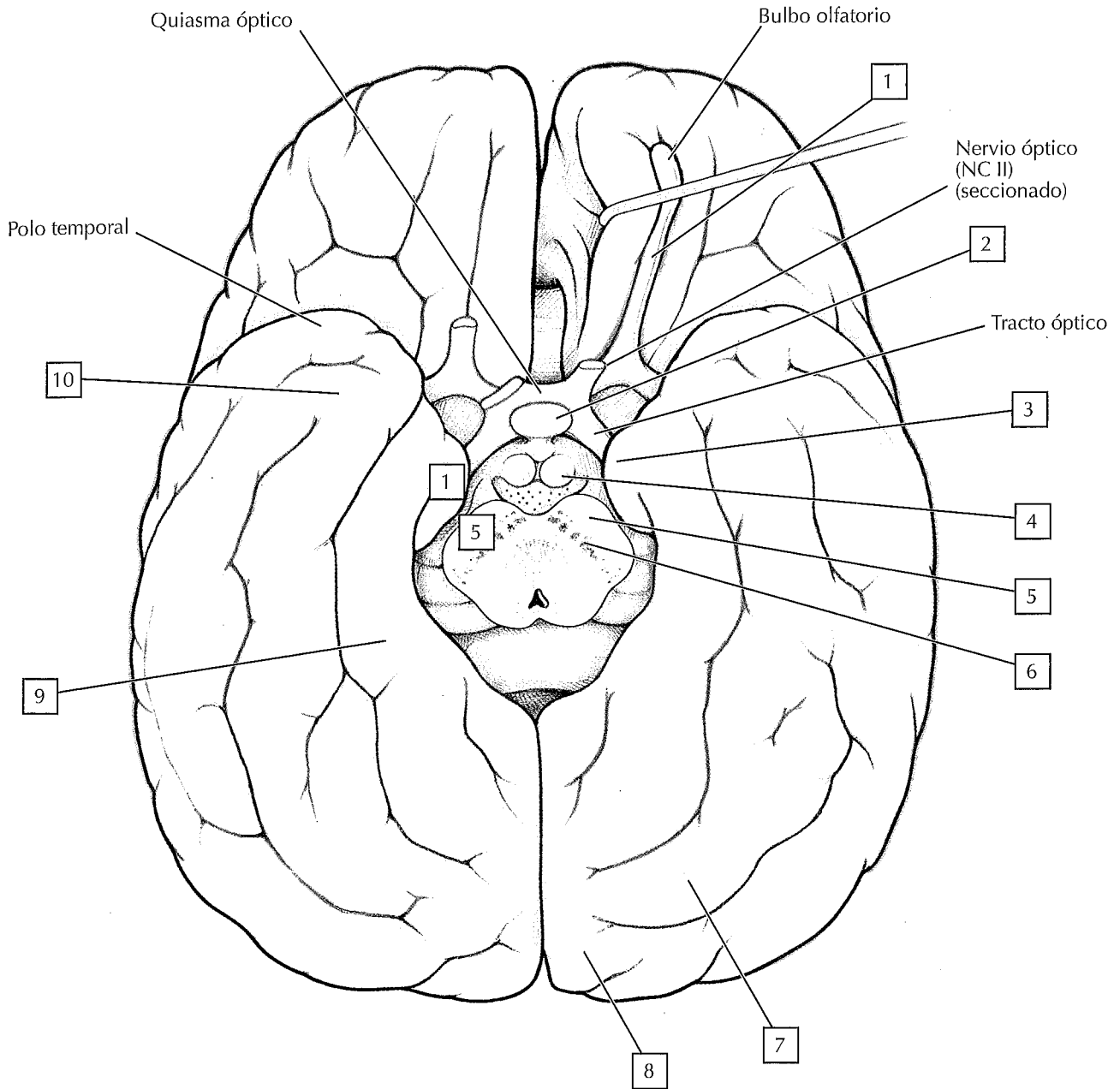
La extracción del tronco del encéfalo y del cerebelo nos da una vista de la **cara basal del encéfalo** que permite observar la parte inferior del **lóbulo temporal**. Estas estructuras constituyen el **córtex olfatorio primario (uncus)**, el **giro parahipocampal** (cubriendo el **hipocampo**) y el **córtex periamigdalino** (adyacente a la **amígdala** subcortical). Es visible la cara inferior del **lóbulo occipital** con el **córtex visual primario** y el **córtex de asociación visual**. También son visibles algunas regiones del **tálamo** como el **pulvinar**, el **núcleo (cuerpo) geniculado medial** y el **núcleo (cuerpo) geniculado lateral**. En la **región hipotalámica** son evidentes los **cuerpos mamilares**, el **nervio**, el **quiasma** y el **tracto ópticos**, y la **hipófisis**. El **bulbo** y el **tracto olfatorios** discurren a lo largo de la cara inferior medial del lóbulo frontal. En una sección transversal del mesencéfalo, eliminando el resto del tronco del encéfalo y el cerebelo, son llamativos los **pedúnculos cerebrales**, que representan la continuación caudal del brazo posterior y la rodilla de la cápsula interna. También se observan la **sustancia negra** (con neuronas pigmentadas que contienen dopamina) y el **núcleo rojo** (origen de la vía rubroespinal).

**COLOREA** cada una de las siguientes estructuras con un color distinto.

- 1. Bulbo y tracto olfatorios
- 2. Hipófisis
- 3. Córtex olfatorio primario (uncus)
- 4. Cuerpos mamilares
- 5. Pedúnculo cerebral
- 6. Sustancia negra
- 7. Córtex de asociación visual
- 8. Córtex visual primario
- 9. Giro parahipocampal
- 10. Córtex periamigdalino

### Nota clínica

El pedúnculo cerebral es una continuación caudal del brazo posterior y la rodilla de la cápsula interna. El brazo posterior lleva los axones de las vías corticoespinal, corticorrúbrica y corticorreticular, y conexiones corticales hacia estructuras sensitivas subcorticales y hacia núcleos del puente (para transmitir los programas motores hasta el cerebelo). La rodilla conduce los axones de la vía corticobulbar desde la región más lateral del córtex precentral y premotor hasta los núcleos motores de los nervios craneales. La lesión del pedúnculo cerebral en un lado tiene, en gran parte, el mismo efecto clínico que la del brazo posterior y la rodilla de la cápsula interna en relación con la función motora. El resultado clínico es una **hemiplejía contralateral** con hipertonía, hiperreflexia y reflejos patológicos (respuesta plantar extensora), así como **paresia contralateral de la mitad inferior de la cara** (debida a la pérdida del control cortical sobre la porción del núcleo motor del nervio facial que inerva los músculos inferiores de la expresión facial, NNC VII). Se observa una diferencia en relación con la alteración sensitiva. Los axones sensitivos de las vías ascendentes somatosensitivas de los núcleos talámicos ventral posterolateral (somatosensitivo) y ventral posteromedial (trigémico, facial) viajan en el brazo posterior de la cápsula interna, entrando en ella a la altura del tálamo, pero no en el pedúnculo cerebral (que se encuentra en el mesencéfalo, no en el diencefalo).



© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

El **sistema nervioso** consta de **sistema nervioso central (SNC)** y de **sistema nervioso periférico (SNP)**. El SNC está constituido por el **encéfalo** y por la **médula espinal**. El encéfalo se subdivide en **tronco del encéfalo (bulbo raquídeo, puente, mesencéfalo y cerebelo asociado)** y **cerebro (diencefalo y telencefalo)**. Los principales componentes del diencefalo son el **tálamo** y el **hipotálamo**. Los principales componentes del telencefalo son los **ganglios basales**, las estructuras **prosencefálicas límbicas**, el **córtex cerebral** y el **sistema olfatorio**. El SNP está formado por las aferencias y las eferencias del SNC. Esto incluye los axones **sensitivos** primarios, las células ganglionares y los receptores sensitivos; los axones de las **motoneuronas inferiores** y sus conexiones con los músculos esqueléticos; y los axones preganglionares **autónomos**, las neuronas posganglionares y sus conexiones con el músculo liso, el músculo cardíaco, las glándulas secretoras, los órganos metabólicos y los inmunocitos de los órganos linfáticos.

Las radiografías simples del encéfalo y de la médula espinal no permiten la caracterización de las estructuras neurales con detalle. Para observar los detalles neuroanatómicos, se realiza una **resonancia magnética (RM)**. La RM usa ráfagas cortas (pulsos de radiofrecuencia) de ondas electromagnéticas que son absorbidas por los protones del tejido del cual se obtiene la imagen. Durante un pulso, los protones se alinean debido a su estado de mayor energía. Después del pulso, durante la fase de relajación, los protones vuelven a adquirir su estado previo no alineado. Los intervalos entre los pulsos y los tiempos de adquisición de imágenes establecen los parámetros para el contraste de la imagen resultante. Las **imágenes ponderadas en T1** aportan una visión excelente de la anatomía detallada; los ventrículos aparecen oscuros. Las **imágenes ponderadas en T2** se utilizan para la observación de patología; los ventrículos se observan blancos.

**COLOREA** los siguientes componentes del SNC con un color distinto para cada uno de ellos.

1. Médula espinal

#### Tronco del encéfalo

2. Bulbo raquídeo

3. Cerebelo

4. Puente

5. Mesencéfalo (y colículos)

#### Diencefalo

6. Hipotálamo

7. Tálamo

#### Telencefalo

8. Sustancia blanca relacionada con el córtex (cuerpo calloso, cápsula interna)

9. Prosencefalo límbico (formación del hipocampo y fórnix, córtex cingular)

10. Ganglios basales (núcleo caudado, putamen, globo pálido)

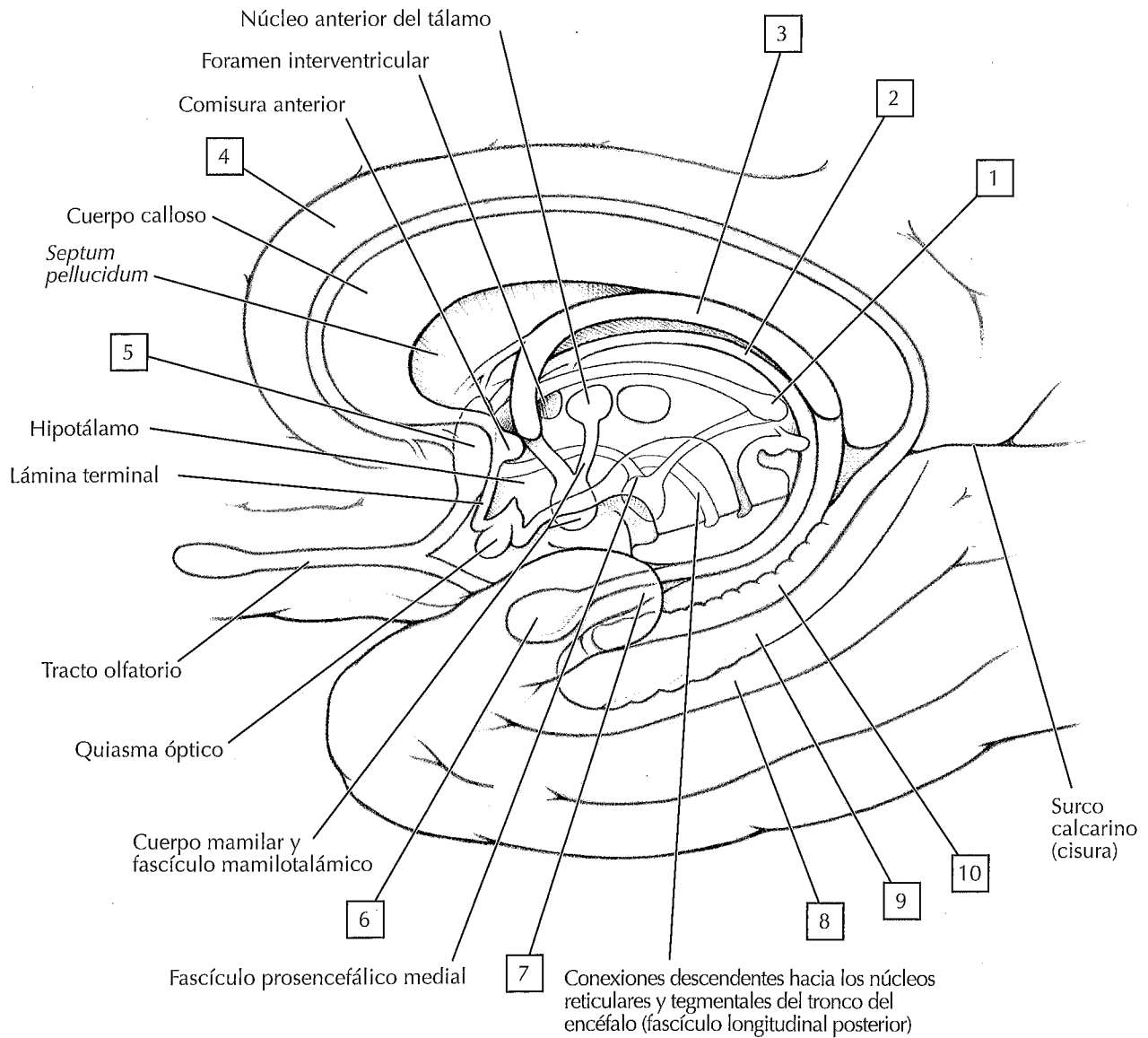
#### Sistema ventricular

11. Ventrículo lateral

#### Nota clínica

La cápsula interna es una estructura clave tanto anatómica como funcionalmente. Anatómicamente, proporciona al neurorradiólogo una referencia importante en las secciones axiales y coronales. En la sección axial, la cápsula interna tiene forma similar a una V apuntando medialmente. La cabeza y el cuerpo del núcleo caudado (parte de los ganglios basales) se encuentran mediales al brazo anterior. Medial al brazo posterior está el tálamo. Lateral a la «V» está el globo pálido, y lateral a él, el putamen; ambos, componentes de los ganglios basales.

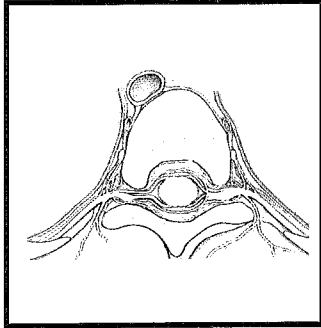
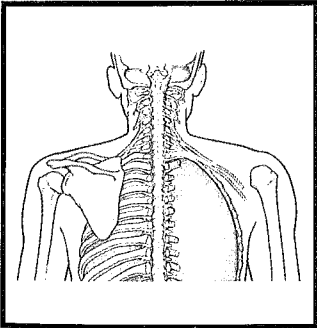
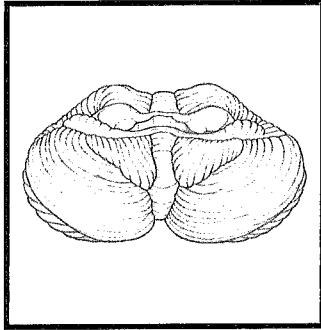
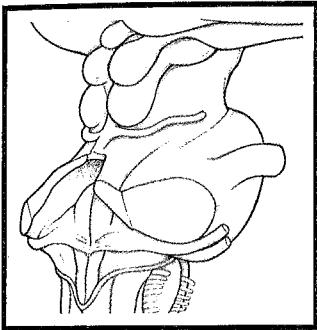
Funcionalmente, la cápsula interna es la principal «superautopista» hacia y desde el córtex. Lleva los axones de todos los sistemas sensitivos, excepto del olfatorio, desde el tálamo hasta las zonas correspondientes del córtex cerebral. Conduce todos los impulsos motores desde el córtex hasta las motoneuronas inferiores de la médula espinal (vía corticoespinal) y del tronco del encéfalo (vía corticobulbar). También lleva conexiones al cerebelo (a través de los núcleos del puente) y a los ganglios basales. Entre todos los núcleos talámicos específicos principales y sus zonas de proyección cortical, existen conexiones recíprocas. La lesión de la cápsula interna, que es frecuente en los ictus que afectan a la arteria cerebral media, da lugar a **hemiplejía contralateral** (con aumento del tono y de los reflejos, y reflejos patológicos) y a **parálisis facial central contralateral** (de la parte inferior de la cara), así como a pérdida contralateral de la sensibilidad somática.



© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

---

## Capítulo 3 Tronco del encéfalo, cerebelo y médula espinal



# 3 Anatomía superficial del tronco del encéfalo: vista posterolateral

Esta vista del **tronco del encéfalo** permite apreciar su cara posterior y su cara lateral tras extraer todo el telencéfalo, la mayor parte del diencéfalo y el cerebelo. Se han seccionado los tres **pedúnculos cerebelosos (inferior, medio y superior)** que llevan información de entrada y salida al cerebelo. Las **raíces dorsales** conducen impulsos a la **médula espinal**, y los componentes sensitivos de los **nervios craneales (NC;** p. ej., **trigémico, vestibulococlear, facial)** lo hacen al tronco del encéfalo. Los **tubérculos** y los **trígonos** del suelo del cuarto ventrículo se denominan según los núcleos situados inmediatamente por debajo de ellos. El colículo facial es una elevación en la superficie posterior del puente bajo la que se encuentran el núcleo del abducens y las fibras en asa (rodilla) del nervio facial. En la cara posterior del bulbo raquídeo se encuentran los **tubérculos grácil y cuneiforme**, elevaciones bajo las que se hallan los núcleos grácil y cuneiforme, que procesan la información epicrítica (tacto discriminativo fino, sensibilidad posicional articular, sensibilidad vibratoria). Los **colículos superiores e inferiores** forman la cara posterior del mesencéfalo y procesan la información visual y auditiva, respectivamente. Los **núcleos (cuerpos) geniculados laterales y mediales** se localizan en los bordes caudal y lateral del **tálamo**, y procesan la información visual y auditiva, respectivamente.

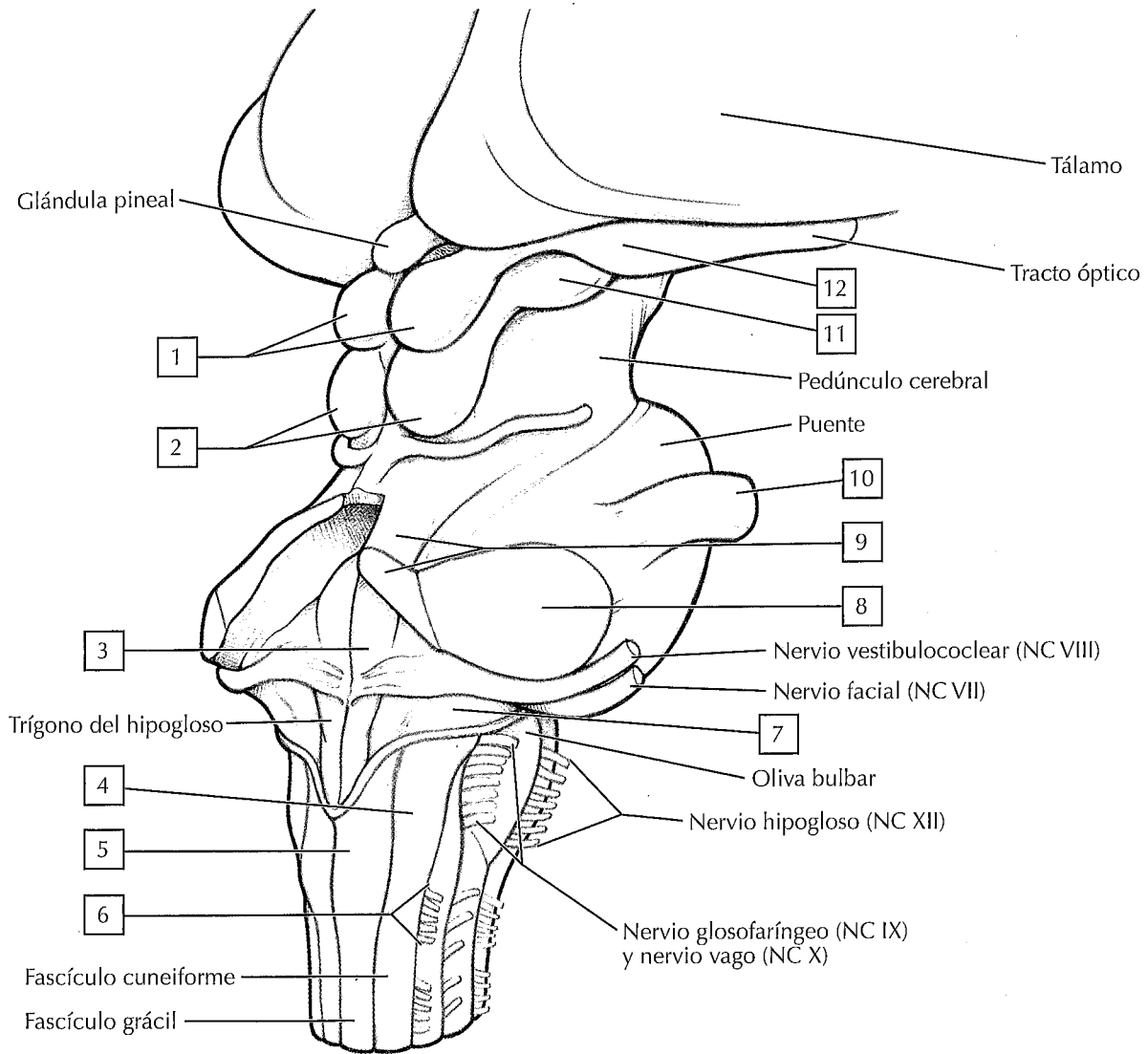
**COLOREA** cada una de las siguientes estructuras con un color distinto.

- 1. Colículos superiores
- 2. Colículos inferiores
- 3. Colículo facial
- 4. Tubérculo cuneiforme
- 5. Tubérculo grácil
- 6. Raíces dorsales de la médula espinal
- 7. Pedúnculo cerebeloso inferior
- 8. Pedúnculo cerebeloso medio
- 9. Pedúnculo cerebeloso superior
- 10. Nervio trigémico (NC V)
- 11. Cuerpo (núcleo) geniculado medial del tálamo
- 12. Cuerpo (núcleo) geniculado lateral del tálamo

## Nota clínica

La lesión de los tubérculos grácil y cuneiforme en el suelo del cuarto ventrículo alteraría la transmisión ascendente de información epicrítica hacia el lemnisco medial y, después, hacia el tálamo ventral posterolateral y el córtex sensitivo primario. La afectación del colículo facial en el suelo del cuarto ventrículo da lugar a parálisis ipsilateral de la mirada lateral (núcleo del abducens o nervio craneal VI [NNC VI]) y de la mirada medial del ojo contralateral (lesión de las interneuronas del NNC VI que viajan en el fascículo longitudinal medial y regulan la mirada medial), lo que se manifiesta clínicamente como diplopía (visión doble), junto con parálisis facial ipsilateral por alteración de las fibras en asa del NC VII (facial).

Los pedúnculos cerebelosos interconectan el cerebelo, la médula espinal, el tronco del encéfalo y el tálamo. El pedúnculo cerebeloso inferior conecta principalmente el cerebelo con la médula espinal, con el bulbo raquídeo y con el puente. El pedúnculo cerebeloso medio lleva información cortical al cerebelo a través de los núcleos del puente, situados en la base de este, informándolo de las actividades corticales. El pedúnculo cerebeloso superior transmite impulsos principalmente al núcleo rojo (tracto rubroespinal) y a los núcleos ventral anterior y ventral lateral del tálamo (que regulan la salida corticoespinal). La lesión de los hemisferios laterales del cerebelo y de sus pedúnculos asociados produce **ataxia de la extremidad ipsilateral, hipotonía leve, dismetría** (estimación errónea de la distancia), descomposición de los movimientos en varias articulaciones, temblor de intención, disdiadococinesia (incapacidad para realizar movimientos alternativos rápidos) e incapacidad para atenuar los movimientos (fenómeno de rebote).



© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

La **médula espinal** se encuentra protegida en el **conducto vertebral**. En la ilustración de la médula espinal *in situ*, se han extraído las porciones posteriores de las vértebras. La médula espinal presenta dos regiones de mayor diámetro, las **intumescencias cervical y lumbosacra**, que corresponden a las zonas de mayores aferencias y eferencias relacionadas con las extremidades. La médula cervical superior se continúa rostralmente con el bulbo raquídeo en el **foramen magno**. Durante el desarrollo, el crecimiento de la columna vertebral supera el crecimiento longitudinal de la médula espinal, de ahí que la médula termine (en el cono medular) por debajo de la región del **cuerpo vertebral de L1**. Las **raíces nerviosas (dorsal/posterior [sensitiva]; ventral/anterior [motora, autónoma])** salen lateralmente de cada segmento medular a través de los forámenes intervertebrales y atraviesan el espacio subaracnoideo. En los segmentos medulares más caudales, las raíces nerviosas tienen un trayecto largo a través del espacio subaracnoideo, formando una acumulación de raíces que por su forma se denomina **cola de caballo**, localizada en una cisterna agrandada del espacio subaracnoideo, la **cisterna lumbar**. Esta cisterna es la mejor zona para la extracción de muestras de líquido cefalorraquídeo mediante punción lumbar. El **filum terminal** ancla la médula espinal caudalmente al cóccix, y los **ligamentos dentados** (extensiones de la **piamadre**) la fijan lateralmente a las otras meninges (**duramadre, aracnoides**). Estas meninges rodean la médula espinal y las porciones de las raíces nerviosas en su salida a través de los forámenes intervertebrales.

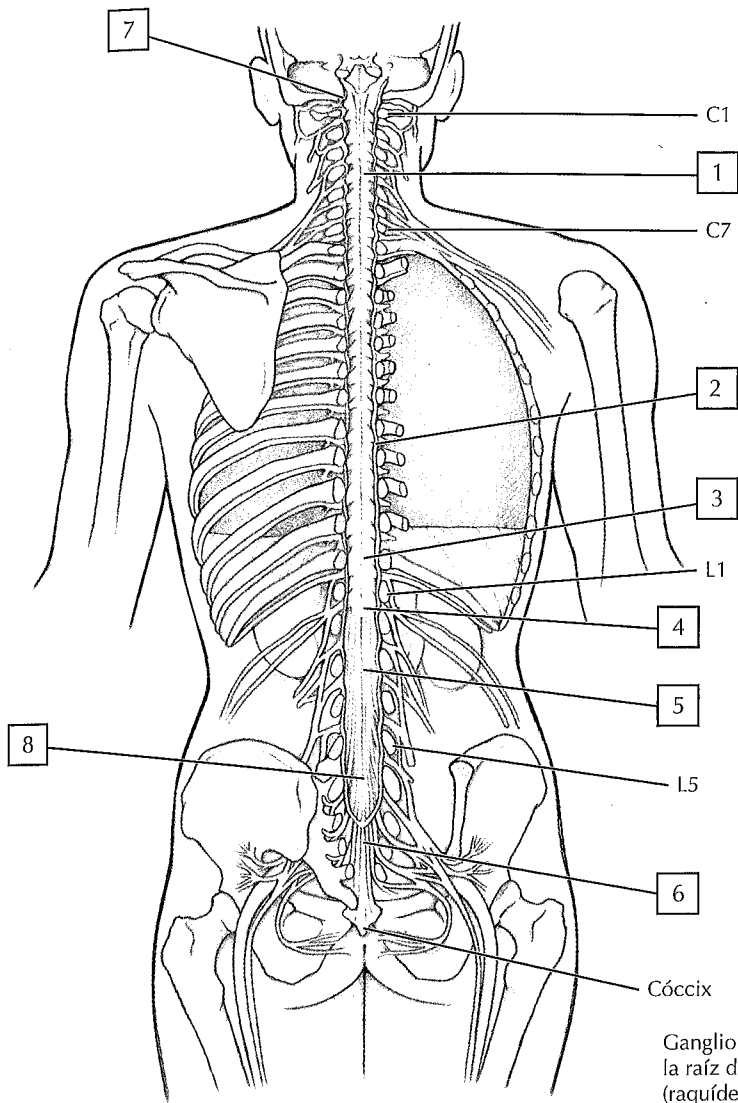
#### Nota clínica

La cisterna lumbar es una zona importante para el acceso directo en la obtención de muestras de líquido cefalorraquídeo. Este líquido circula desde el sistema ventricular del encéfalo hasta el espacio subaracnoideo; su composición es una prueba esencial en el análisis de alteraciones neurológicas como infecciones, hemorragias, enfermedades inflamatorias y degenerativas, y otros trastornos. El análisis del líquido abarca su presión, su color y su aspecto, su viscosidad, la presencia de eritrocitos y leucocitos, la celularidad, el contenido de proteínas y el contenido de glucosa.

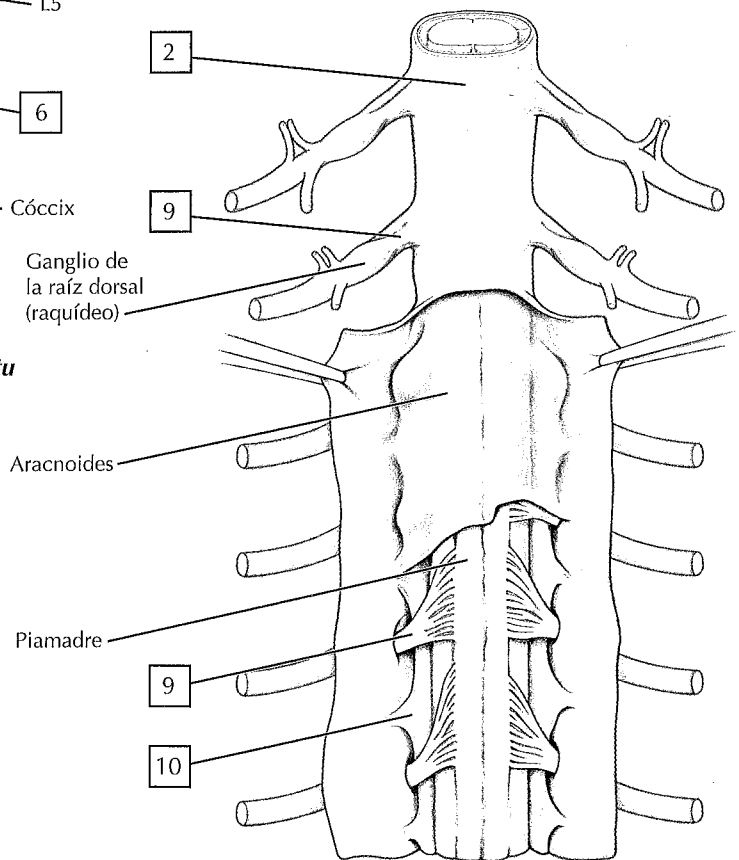
Los forámenes intervertebrales son las zonas de salida de las raíces dorsales y ventrales en su trayecto para unirse y formar los nervios espinales (raquídeos). El núcleo pulposo de los discos intervertebrales puede herniarse a través de la cápsula del disco e impactar en las raíces dorsales (en general, causando inicialmente dolor irradiado) y/o en las raíces ventrales (causando disfunción motora en los músculos inervados). La lesión resultante se denomina **radiculopatía**. Las hernias discales (especialmente, las cervicales) también pueden extenderse y comprimir la médula espinal dando lugar a mielopatía, que lesiona los tractos motores descendentes (corticoespinal, rubroespinal), los tractos espinocerebelosos y los tractos protopáticos (dolor y temperatura; tractos espinotalámico/espinoreticular). Las zonas más frecuentes de **herniación discal** son L5-S1 y L4-L5 en la región lumbar, y C6-C7, C5-C6 y C4-C5 en la región cervical.

**COLOREA** cada una de las siguientes estructuras con un color distinto.

- 1. Intumescencia cervical (médula espinal)
- 2. Duramadre
- 3. Intumescencia lumbosacra (médula espinal)
- 4. Cono medular
- 5. Cola de caballo
- 6. Filum terminal
- 7. Foramen magno
- 8. Cisterna lumbar
- 9. Raíz dorsal
- 10. Ligamento dentado



A. Anatomía macroscópica de la médula espinal *in situ*



B. Meninges y raíces espinales

La médula espinal tiene dos zonas de mayor tamaño, la **intumescencia cervical** y la **intumescencia lumbosacra**, producidas por la mayor entrada de información sensitiva procedente de las extremidades y por el aumento de inervación motora a los músculos de estas. La **sustancia blanca** (axones) se localiza en las regiones externas de la médula espinal y la **sustancia gris** (cuerpos celulares) se encuentra en el centro con un patrón en forma de mariposa. La cantidad de sustancia blanca disminuye progresivamente de rostral a caudal debido a la adición de información sensitiva en sentido caudorrostral, así como a la terminación de información motora descendente de rostral a caudal. La sustancia blanca se subdivide en **cordones (posterior, lateral y anterior)**; cada cordón contiene varios tractos o fascículos. La sustancia gris se subdivide en **asta posterior**, en **asta anterior** y en **zona intermedia**.

El asta posterior procesa la información sensitiva. El asta anterior contiene las MNI y procesa la información motora. La zona intermedia procesa información integrada y, entre T1 y L2, contiene un asta lateral en la que se encuentran las neuronas simpáticas preganglionares. El cordón posterior conduce la información epicrítica (tacto discriminativo fino, sensibilidad vibratoria, sensibilidad posicional articular) en los **fascículos grácil** (parte inferior del cuerpo) y **cuneiforme** (parte superior del cuerpo). El cordón lateral lleva información motora descendente (**tracto corticoespinal lateral**, **tracto rubroespinal**), información autónoma descendente, información sensitiva protopática ascendente (dolor y temperatura; **tractos espinotalámico** y **espinorreticular**) e información espinocerebelosa ascendente. El cordón anterior conduce la información motora (**tractos reticuloespinal** y **vestibuloespinal**) relacionada con el tono basal y con la postura, y un pequeño componente (anterior) del sistema corticoespinal.

#### Nota clínica

La sustancia blanca y la sustancia gris pueden verse afectadas por diversas causas. Las MNI pueden lesionarse por degeneración debida a polio o a enfermedades neurodegenerativas como la esclerosis lateral amiotrófica, produciendo parálisis flácida, pérdida de tono y pérdida de reflejos. Ciertas poblaciones de interneuronas del asta posterior pueden sufrir muerte celular (apoptosis) por daño continuado debido a toxicidad por el glutamato en los síndromes de dolor crónico, lo que provoca la atenuación del procesamiento o de la generación de dolor continuo.

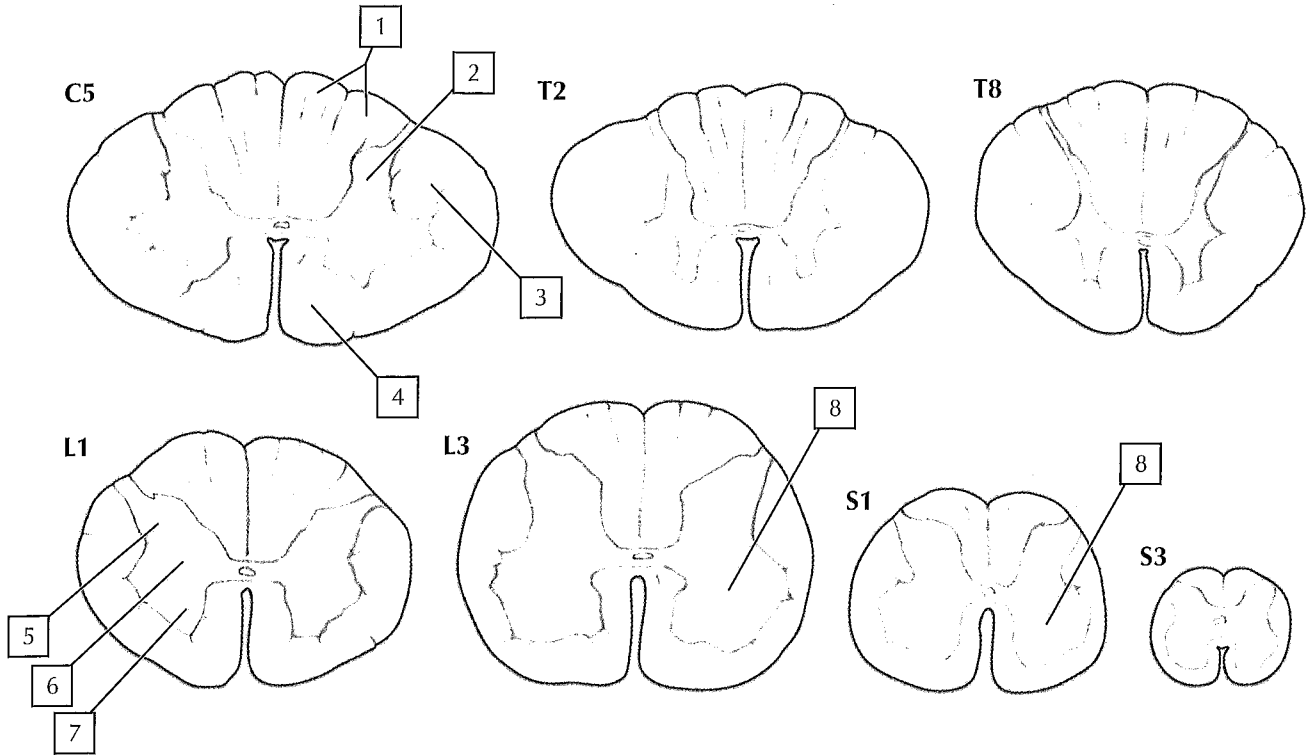
La lesión del cordón posterior puede aparecer en la anemia perniciosa o en la degeneración combinada de sistemas, dando lugar a parestesias en los pies y las piernas (en ocasiones, también en los brazos y las manos), a ataxia sensitiva y a marcha con aumento de la base de sustentación, y a pérdida del tacto discriminativo fino, de la sensibilidad vibratoria y de la sensibilidad posicional articular.

La lesión del cordón lateral (por afectación vascular, por compresión discal [mielopatía], por siringomielia, por degeneración combinada de sistemas, por otros trastornos degenerativos axónicos o por una lesión con efecto masa) puede causar paraparesia espástica ipsilateral con aumento del tono, con aumento de los reflejos de estiramiento (espasticidad) y con respuesta plantar extensora por pérdida de las influencias corticoespinales y rubroespinales. La lesión del tracto espinotalámico y del tracto (sistema) espinorreticular puede ocasionar pérdida de sensibilidad al dolor y la temperatura por debajo del nivel de la lesión en el lado contralateral del cuerpo (estos sistemas protopáticos ya se han cruzado).

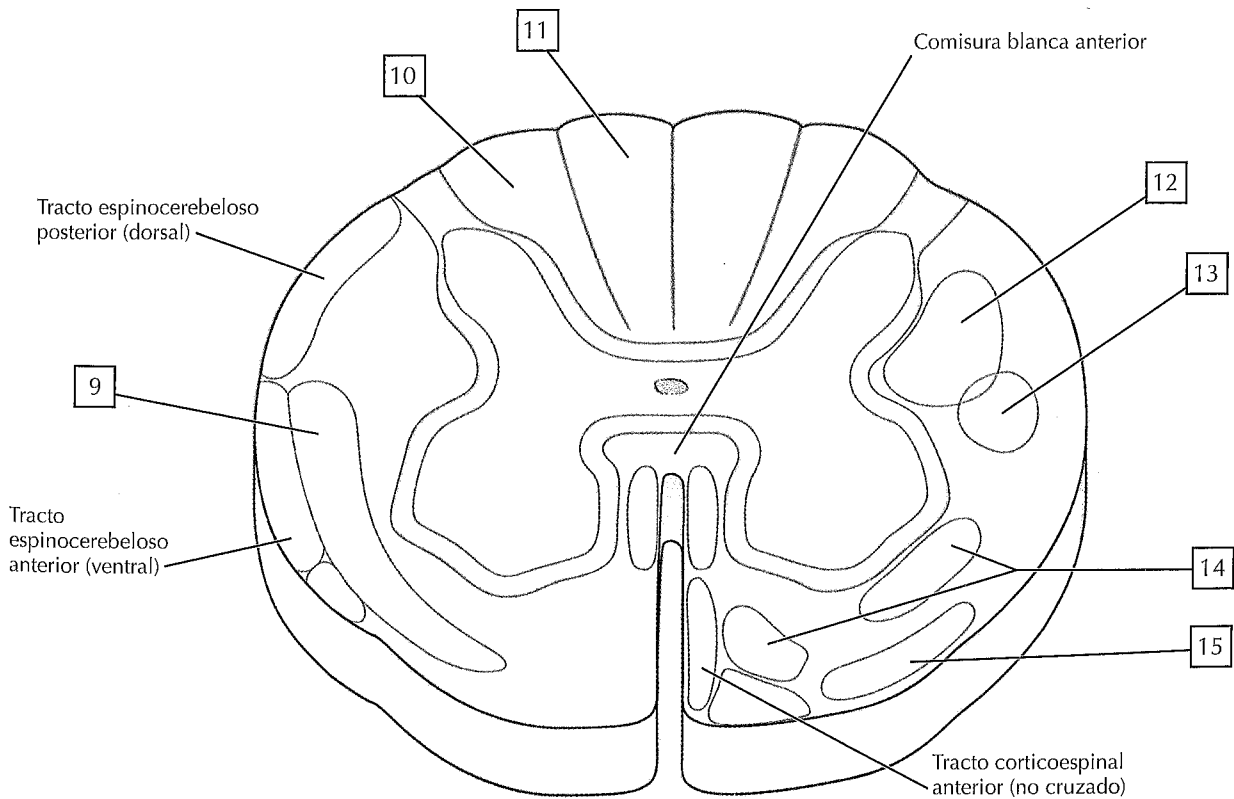
**COLOREA** cada una de las siguientes estructuras con un color distinto.

- 1. Cordones posteriores
- 2. Intumescencia cervical (sustancia gris)
- 3. Cordones laterales
- 4. Cordones anteriores
- 5. Asta posterior
- 6. Zona intermedia
- 7. Asta anterior
- 8. Intumescencia lumbosacra (sustancia gris)
- 9. Tractos espinotalámico y espinorreticular
- 10. Fascículo cuneiforme
- 11. Fascículo grácil
- 12. Tracto corticoespinal lateral
- 13. Tracto rubroespinal
- 14. Tractos reticuloespinales
- 15. Tractos vestibuloespinales

## A. Secciones transversales de la médula espinal a diversos niveles

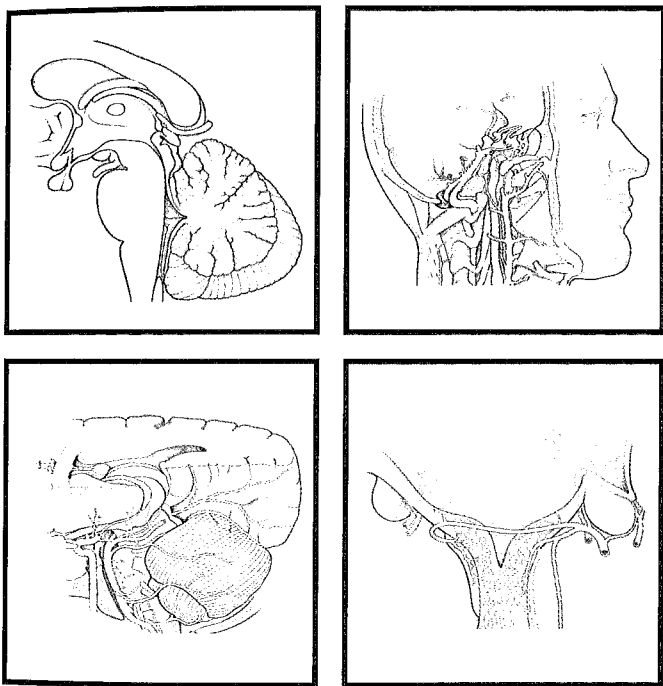


## B. Principales tractos nerviosos de la médula espinal (composición)



© Elsevier. Fotocopiar sin autorización es un delito.

## Capítulo 4 Ventrículos, líquido cefalorraquídeo y vascularización



El **sistema ventricular** es un conjunto de cavidades llenas de líquido cefalorraquídeo (LCR) en el sistema nervioso central (SNC). Este sistema deriva de la expansión del conducto central del tubo neural. El **tercer ventrículo** (presente en el diencéfalo), el **acueducto cerebral** (localizado en el mesencéfalo) y el **cuarto ventrículo** (situado en el puente y en el bulbo raquídeo) derivan del crecimiento neuronal diferencial y del plegamiento del tubo neural durante el desarrollo. Los **ventrículos laterales** son extensiones masivas de la porción rostral del tubo neural que adquieren una disposición de estructuras pares en forma de C que se extienden desde el polo frontal, alrededor del polo occipital y hacia el lóbulo temporal. Los ventrículos laterales conectan con el tercer ventrículo a través del **foramen interventricular de Monro**. Los ventrículos laterales y el tercer y cuarto ventrículo contienen el plexo coroideo, que produce un ultrafiltrado del plasma para la formación del LCR. Este circula de rostral a caudal, saliendo del sistema ventricular a través del **foramen medial de Magendie** y del **foramen lateral de Luschka** en el bulbo caudal. Después, el LCR circula por el **espacio subaracnoideo**, proporcionando amortiguación al SNC (encéfalo y médula espinal). El LCR se absorbe a través de válvulas unidireccionales, las granulaciones aracnoideas, hacia los senos venosos del encéfalo, que drenan la sangre y el LCR a la circulación venosa sistémica. Anatómicamente, parece que existe un vestigio del epéndimo del conducto central en la médula espinal del adulto, pero en circunstancias normales no conduce LCR.

**COLOREA** las siguientes estructuras utilizando un color distinto para cada una de ellas.

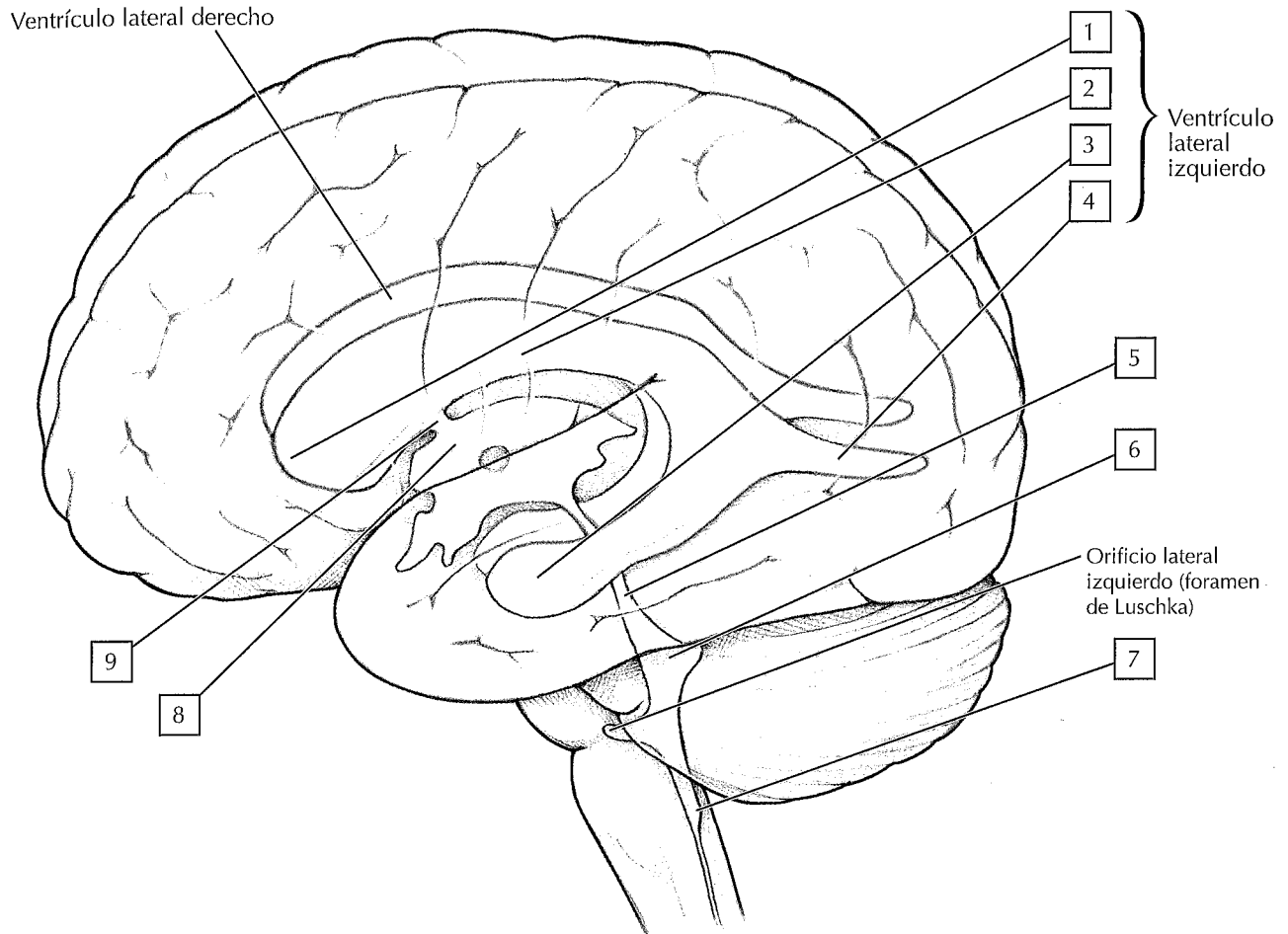
- 1. Asta anterior del ventrículo lateral izquierdo
- 2. Cuerpo del ventrículo lateral izquierdo
- 3. Asta temporal del ventrículo lateral izquierdo
- 4. Asta occipital del ventrículo lateral izquierdo
- 5. Acueducto cerebral (de Silvio)
- 6. Cuarto ventrículo
- 7. Orificio medio (foramen de Magendie)
- 8. Tercer ventrículo
- 9. Foramen interventricular de Monro

#### Nota clínica

Los ventrículos laterales en forma de C sirven como referencia en los estudios de imagen para valorar la integridad de las estructuras circundantes, además de la conformación anatómica del sistema ventricular. En la enfermedad de Huntington, en la que existe degeneración del núcleo caudado, el polo anterior del ventrículo lateral se encuentra ensanchado medialmente reflejando el aplanamiento de la cabeza del núcleo caudado. En los estudios de imagen, también son visibles los desplazamientos de la línea media, la presencia de compresión por un tumor o la expansión de los ventrículos por hidrocefalia. La porción más estrecha del sistema ventricular, el acueducto cerebral, es una zona de posible bloqueo del flujo del LCR que ocasiona la expansión del tercer ventrículo y de los ventrículos laterales situados por encima (hidrocefalia interna). Las vías de salida del sistema ventricular en los forámenes de Magendie y Luschka también son localizaciones en las que puede producirse un bloqueo del flujo del LCR, produciendo hidrocefalia interna con dilatación de todo el sistema ventricular. Las granulaciones aracnoideas pueden bloquearse en enfermedades como la meningitis purulenta aguda, causando incremento de la presión intracraneal e hidrocefalia externa. La producción y la absorción del LCR deben estar equilibradas de forma exacta para que su presión permanezca constante y normal. Mediante punción en la cisterna lumbar, pueden obtenerse muestras del LCR; el análisis consiguiente de la presión, los electrolitos, la celularidad, la glucosa, las proteínas, el pH y otros parámetros químicos aporta información valiosa sobre el estado del sistema nervioso, lo cual es esencial para un diagnóstico neurológico preciso.

Hidrocefalia interna: aumento de la presión intracraneal con expansión de los ventrículos por encima del nivel del bloqueo.

Hidrocefalia externa: aumento de la presión intracraneal en el sistema ventricular y en el espacio subaracnoideo.



Composición del LCR

	LCR	Plasma sanguíneo
Na <sup>+</sup> (mEq/l)	140-145	135-147
K <sup>+</sup> (mEq/l)	3	3,5-5
Cl <sup>-</sup> (mEq/l)	115-120	95-105
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mEq/l)	20	22-28
Glucosa (mg/dl)	50-75	70-110
Proteínas (g/dl)	0,05-0,07	6-7,8
pH	7,3	7,35-7,45