

gran parte del cual es filogenéticamente antiguo con una estructura microscópica relativamente primitiva, que se convierte en la frontera (*limbus*) entre el diencefalo y la neocorteza más lateral de los hemisferios cerebrales. La anatomía y función de estos componentes se discuten en el capítulo 19.

## Núcleos del prosencéfalo basal y área septal

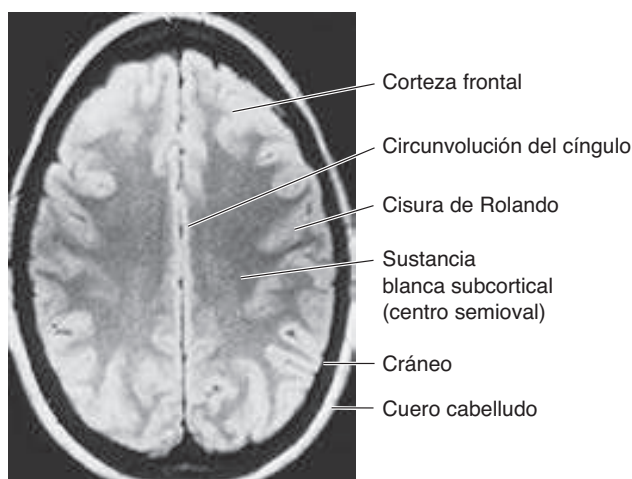
Varias islas celulares pobremente definidas, localizadas por debajo de los ganglios basales a profundidad dentro del hemisferio, tienen amplias proyecciones en la corteza. Estas islas celulares incluyen los **núcleos del prosencéfalo basal** (también conocidos como **núcleos de Meynert** o **sustancia innominada**) que envían proyecciones colinérgicas ampliamente diseminadas a lo largo de la corteza cerebral. Localizados exactamente junto a éstos se encuentran los **núcleos septales**, que reciben fibras aferentes de la formación hipocámpica y del sistema reticular y que envían axones al hipocampo, hipotálamo y mesencéfalo.

## Sustancia blanca

La sustancia blanca del hemisferio cerebral adulto contiene fibras nerviosas mielinizadas de diversos tamaños así como neuroglia (principalmente oligodendrocitos) (figura 10-8). El centro blanco del hemisferio cerebral, en ocasiones llamado **centro semioval**, contiene fibras mielinizadas transversas, fibras de proyección y fibras de asociación.

### A. Fibras transversales (comisurales)

Las fibras transversales interconectan los dos hemisferios cerebrales. Muchas de estas fibras transversales viajan dentro del **cuerpo calloso**, que comprende el haz de fibras de mayor tamaño; la mayoría de éstas surgen de partes de la neocorteza de un hemisferio cerebral y finalizan en las partes correspondientes del hemisferio cerebral opuesto. La **comisura anterior** conecta los dos bulbos olfatorios y las estructuras del lóbulo temporal. La **comisura del hipocampo**, o **comisura del fórnix**, une a ambos hipocampos; es de tamaño variable (véase el capítulo 19).



**FIGURA 10-8** Imagen por resonancia magnética de corte horizontal de la parte superior de la cabeza.

### B. Fibras de proyección

Estas fibras conectan la corteza cerebral con porciones inferiores del cerebro y la médula espinal. Las **fibras corticopetales (aférentes)** incluyen la radiación geniculocalcarina del cuerpo geniculado lateral a la corteza calcarina, la radiación auditiva del cuerpo geniculado medial a la corteza auditiva y radiaciones talámicas de los núcleos talámicos a áreas cerebrocorticales específicas. Las fibras aferentes tienden a finalizar en las capas corticales más superficiales (capas I a IV; véase la sección siguiente), y las aferentes talamocorticales (en especial las aferentes talamocorticales que surgen en la porción ventral del tálamo, geniculado lateral y geniculado medial) finalizan en la capa IV.

Las **fibras corticofugales (eférentes)** proceden de la corteza cerebral al tálamo, tronco encefálico o médula espinal. Las eférentes de proyección a la médula espinal y al tronco encefálico representan un papel principal en la transmisión de órdenes motoras a las neuronas motoras inferiores y tienden a surgir de las grandes neuronas piramidales de las capas corticales más profundas (capa V).

### C. Fibras de asociación

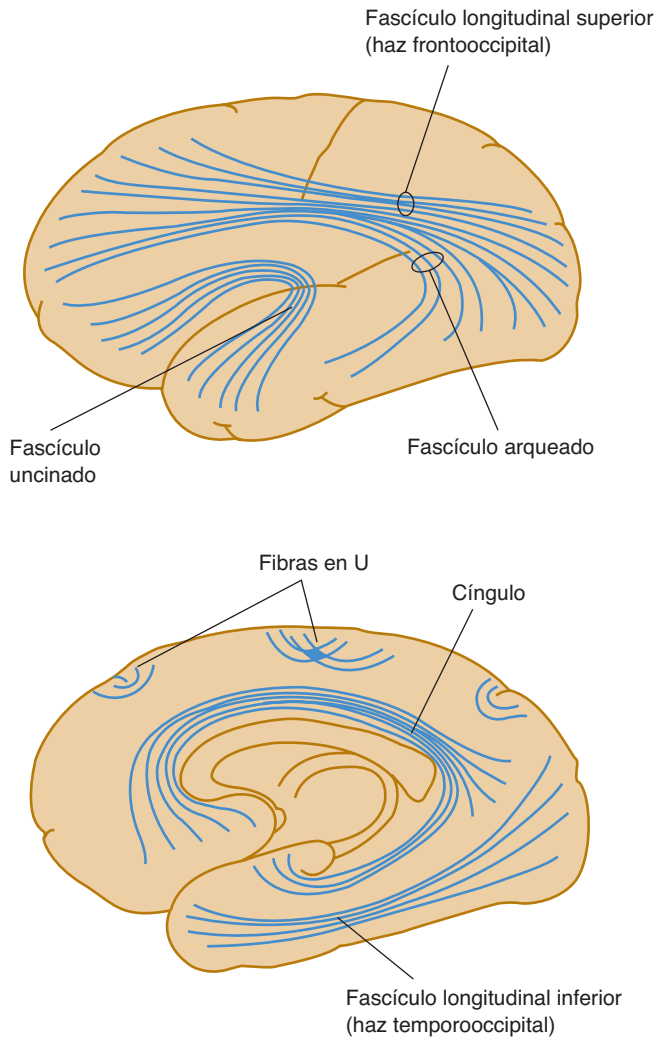
Estas fibras conectan las diversas porciones de un hemisferio cerebral y permiten que la corteza funcione como un todo coordinado. Las fibras de asociación tienden a surgir de las neuronas piramidales pequeñas en las capas corticales II y III (figura 10-9).

Las fibras de asociación cortas, o **fibras en U**, conectan giros adyacentes; aquellas localizadas en porciones más profundas de sustancia blanca son las fibras intracorticales, y aquellas justo por debajo de la corteza cerebral se denominan fibras subcorticales.

Las fibras de asociación largas conectan áreas de mayor separación. El **fascículo uncinado** cruza la parte inferior de la cisura de Silvio y conecta los giros inferiores del lóbulo frontal con la porción anterior del lóbulo temporal. El **cíngulo**, una banda blanca dentro de la circunvolución del cíngulo, conecta la sustancia perforada anterior y el giro parahipocámpico. El **fascículo arqueado** da vuelta alrededor de la ínsula y conecta las circunvoluciones frontales superior y media (que contienen el área motora del habla) con el lóbulo temporal (que contiene el área de comprensión del habla). El **fascículo longitudinal superior** conecta porciones del lóbulo frontal con las áreas occipital y temporal. El **fascículo longitudinal inferior**, que se extiende de forma paralela al borde lateral de las astas inferior y posterior del ventrículo lateral, conecta los lóbulos temporal y occipital. El **fascículo occipitofrontal** se extiende hacia atrás desde el lóbulo frontal y se proyecta al interior de los lóbulos temporal y occipital.

## ESTRUCTURA MICROSCÓPICA DE LA CORTEZA CEREBRAL

La corteza cerebral contiene tres tipos principales de neuronas dispuestas en una estructura de capas: **células piramidales** (con forma triangular, con una dendrita apical que se extiende desde el extremo superior hacia la superficie cortical y dendritas basales que se extienden en forma horizontal del cuerpo celular); **neuronas estelares** (en forma de estrella, con dendritas que se proyectan en todas direcciones); y **neuronas fusiformes** (que



**FIGURA 10-9** Diagrama de los principales sistemas de asociación.

se encuentran en las capas más profundas, con una dendrita de gran tamaño que asciende hacia la superficie de la corteza). Los axones de las neuronas piramidales y fusiformes forman las fibras de proyección y asociación, donde las neuronas piramidales de gran tamaño de la capa V proyectan sus axones a la médula espinal y el tronco encefálico, y las células piramidales más pequeñas de las capas II y III envían axones de asociación a otras áreas corticales, y las neuronas fusiformes dan lugar a las proyecciones corticotálamicas. Las neuronas estelares son interneuronas cuyos axones permanecen dentro de la corteza.

### A. Tipos de cortezas

La corteza del cerebro comprende dos tipos: la alo corteza y la isocorteza. La **alocorteza (arquitorteza)** se encuentra de manera predominante en la corteza del sistema límbico y contiene menos capas que la isocorteza (tres, en la mayoría de las regiones) (véase el capítulo 19). La **isocorteza (neocorteza)** se encuentra de forma más común en la mayor parte de la corteza del hemisferio y contiene seis capas. La **mesocorteza (yuxtalocorteza)** forma la transición entre la alocorteza y la isocorteza. Contiene de tres a seis capas y se encuentra en áreas tales como la circunvolución del cíngulo y la ínsula.

### B. Capas

La isocorteza consiste en hasta seis capas bien definidas de células. La organización de estas capas se denomina **citoarquitectura** (figura 10-10).

La **capa molecular (I)** más externa contiene fibras aferentes no específicas que provienen del interior de la corteza o del tálamo.

La **capa granular externa (II)** es una capa bastante densa compuesta de células pequeñas.

La **capa piramidal externa (III)** contiene células piramidales, a menudo en formación de filas.

La **capa granular interna (IV)** suele ser una capa delgada con células similares a las de la capa granular externa.

Estas células reciben fibras aferentes específicas del tálamo. La **capa piramidal interna (V)** contiene, en la mayoría de las áreas, células piramidales menores en cantidad, pero mayores en tamaño, a las de la capa piramidal externa. Estas células envían proyecciones a estructuras distales (p. ej., tronco encefálico y médula espinal).

La **capa fusiforme (multiforme) (VI)** consiste en células fusiformes irregulares cuyos axones penetran en la sustancia blanca adyacente.

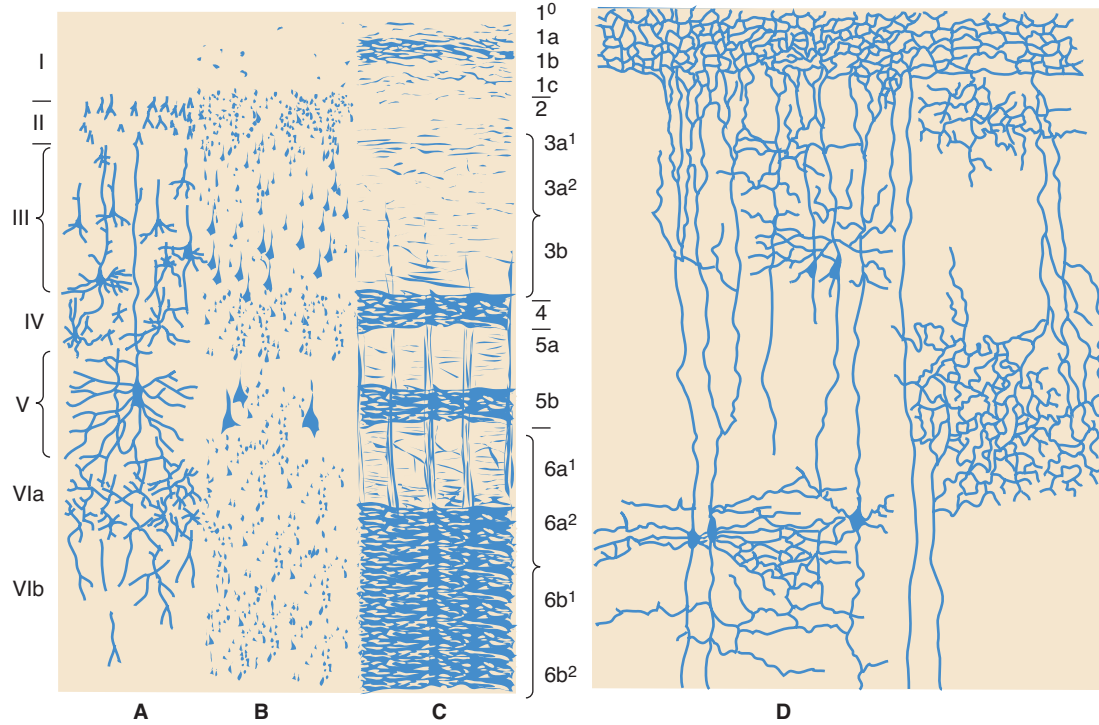
### C. Columnas

Aunque la corteza está dispuesta en capas, sus grupos constituyentes de neuronas con funciones similares se interconectan en **columnas** verticalmente orientadas de cerca de 30 a 100  $\mu\text{m}$  de diámetro. Cada columna parece ser una unidad funcional y consiste en células con propiedades relacionadas. Por ejemplo, en la corteza somatosensorial, todas las neuronas de una columna se activan por un solo tipo de receptor sensorial y todas reciben información entrante de una parte similar del cuerpo. Así también, dentro de la corteza visual, todas las células dentro de una columna reciben información de la misma parte de la retina (y, por ende, de la misma parte del mundo visual) y están adaptadas para responder a estímulos con orientaciones similares. Es el vasto número de circuitos locales de este tipo el que le da al cerebro sus funciones complejas.

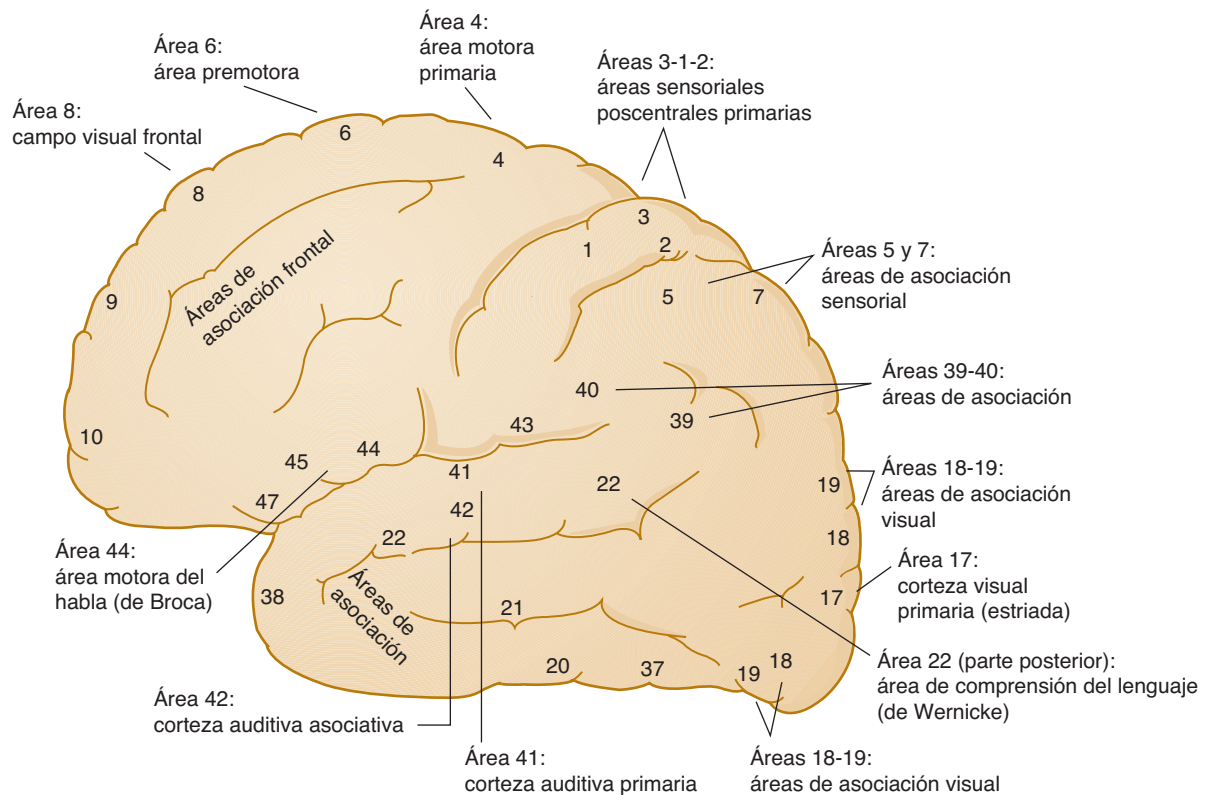
### D. Clasificación de las áreas principales

Diversos investigadores han intentado establecer una división y clasificación de la corteza cerebral. El sistema de clasificación más comúnmente utilizado es el de **Brodmann**, que se basa en la citoarquitectura y que utiliza números para designar las áreas individuales de la corteza que Brodmann creía se diferenciaban de otras (figuras 10-11 y 10-12). Estas áreas anatómicamente definidas se han utilizado como base de referencia para la localización de procesos fisiológicos y patológicos. Su ablación y estimulación ha conducido a localizaciones funcionales. De manera más reciente, las imágenes cerebrales funcionales (véase el capítulo 22) se han utilizado para atribuir diversas funciones a áreas corticales particulares. Algunas de las principales áreas corticales y sus correlaciones funcionales se muestran en las figuras 10-11 a 10-13. Algunas de las áreas corticales fundamentales se listan en el cuadro 10-1.

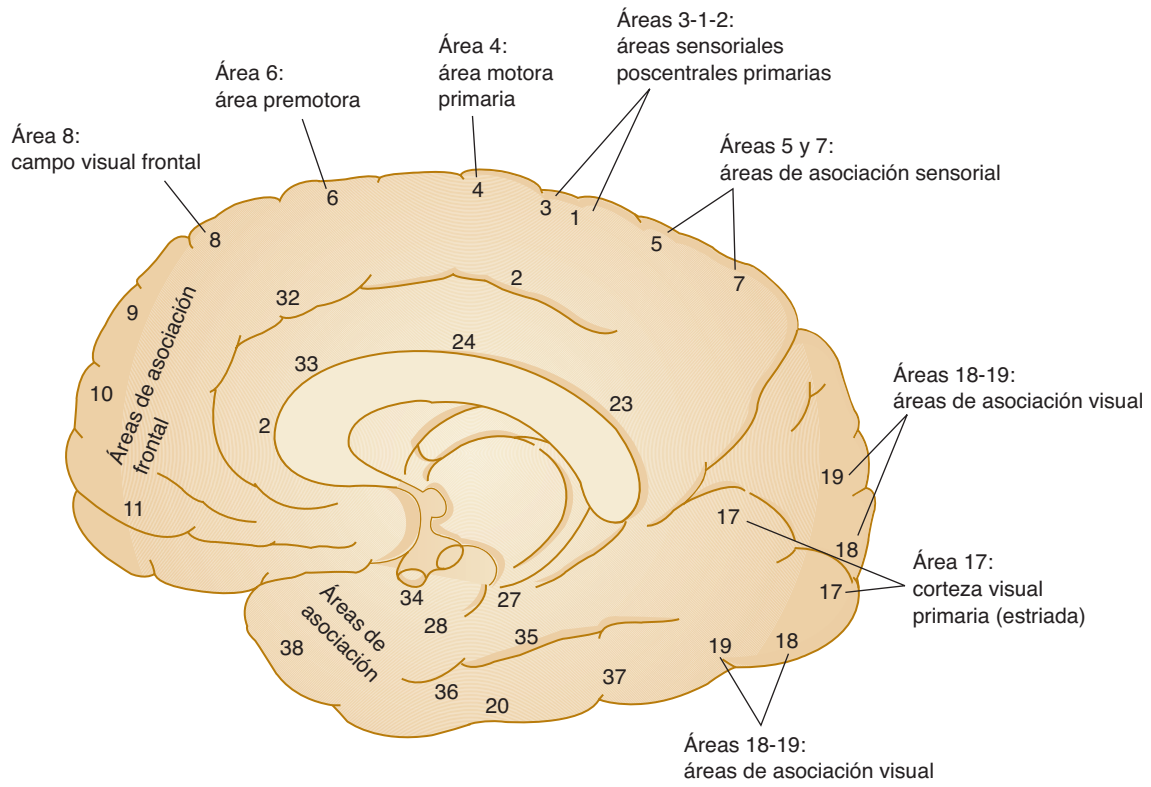
**1. Lóbulo frontal.** El **área 4** es el **área motora primaria** en el giro prefrontal. Las neuronas piramidales de gran tamaño (células de Betz) y neuronas más pequeñas dentro de esta área dan lugar a muchos (pero no a todos) de los axones que descienden como tracto corticoespinal. La corteza motora está organizada en sentido



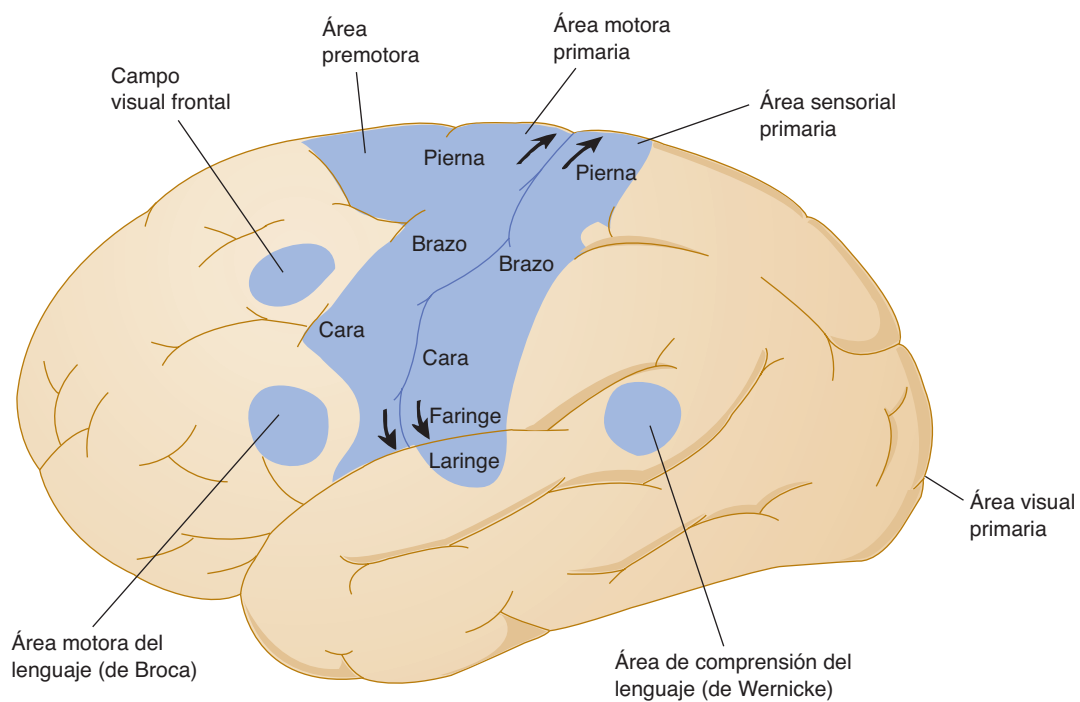
**FIGURA 10-10** Diagrama de la estructura de la corteza cerebral. **A:** Tinción neuronal de Golgi. **B:** Tinción celular de Nissl. **C:** Tinción de mielina de Weigart. **D:** Conexiones neuronales. Los números arábigos y romanos indican las capas de isocorteza (neocorteza); 4, línea externa de Baillarger (línea de Gennari en el lóbulo occipital); 5b, línea interna de Baillarger. (A, B y C reproducidas, con autorización, de Ranson SW, Clark SL: *The Anatomy of the Nervous System*, 10<sup>th</sup> ed. Saunders, 1959. D reproducida, con autorización, de Ganong, WF: *Review of Medical Physiology*, 22<sup>nd</sup> ed. Appleton & Lange, 2005.)



**FIGURA 10-11** Aspecto lateral del cerebro. Se muestran las áreas corticales según Brodmann con localizaciones funcionales.



**FIGURA 10-12** Aspecto medial del cerebro. Se muestran las áreas corticales según Brodmann con localizaciones funcionales.



**FIGURA 10-13** Vista lateral del hemisferio izquierdo donde se muestran las funciones de las áreas corticales.



**CUADRO 10-1 Áreas corticales especializadas.**

	Área de Brodmann	Nombre	Función	Conexiones
Lóbulo frontal:	4	Corteza motora primaria	Activación muscular voluntaria	Contribuye al tracto corticoespal
	6	Corteza premotora		
	8	Campo visual frontal	Movimientos oculares	Envía proyecciones al centro de mirada lateral (formación reticular pontina paramediana)
	44, 45	Área de Broca	Aspectos motores del habla	Se proyecta al área de Wernicke a través del fascículo arqueado
Lóbulo parietal:	3, 1, 2	Corteza sensorial primaria	Somatosensorial	Información entrante de los núcleos VPL, VPM
Lóbulo occipital:	17	Corteza estriada = corteza visual primaria	Procesamiento de estímulos visuales	Estimulación únicamente del geniculado lateral Se proyecta a las áreas 18, 19
	18, 19	Corteza extraestriada = corteza de asociación visual	Procesamiento de estímulos visuales	Estimulación del área 17
Lóbulo temporal:	41	Corteza auditiva primaria	Procesamiento de estímulos auditivos	Entrada de información del geniculado medial
	42	Corteza de asociación auditiva		
	22	Área de Wernicke	Comprensión del lenguaje	Entradas de la corteza de asociación auditiva, corteza de asociación visual, área de Broca (a través del fascículo arqueado)

somatotópico: los labios, lengua, rostro y manos se representan en orden dentro de un homúnculo tipo mapa en la parte inferior de la convexidad del hemisferio. Estas partes corporales tienen un tamaño magnificado en la forma en que se proyectan sobre la corteza, lo que refleja la gran cantidad de corteza dedicada al control digital fino y a los movimientos bucolinguales. El brazo, tronco y cadera se representan en orden en la parte superior de la convexidad; y el pie, parte inferior de la pierna y los genitales se encuentran dispuestos dentro de la cisura interhemisférica (figura 10-4).

El **área 6 (área premotora)** contiene un segundo mapa motor. Varias otras zonas motoras, incluyendo el **área motora complementaria** (localizada en el aspecto medial del hemisferio), se agrupan en la cercanía.

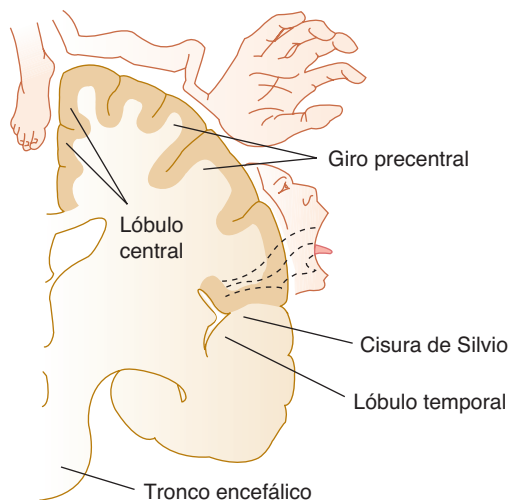
El **área 8 (campo visual frontal)** está implicada en los movimientos oculares.

Dentro del giro frontal inferior, las **áreas 44 y 45 (área de Broca)** se localizan en sentido anterior a la corteza motora que

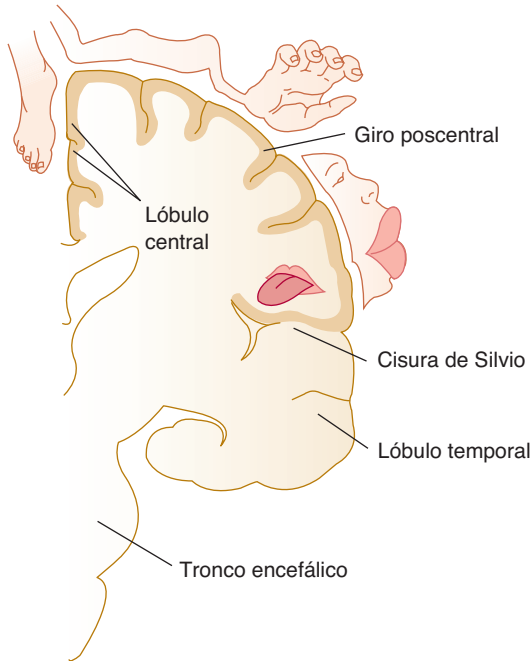
controla los labios y la lengua. El área de Broca es una zona importante para el habla.

Anterior a estas áreas, la **corteza prefrontal** tiene extensas conexiones recíprocas con el tálamo anterior dorsomedial y ventral y con el sistema límbico. Esta **área de asociación** recibe e integra la información de múltiples modalidades sensoriales. La corteza prefrontal desempeña un conjunto de funciones “ejecutivas”, planea e inicia acciones adaptativas e inhibe las desadaptativas; prioriza y secuencia acciones, e integra las funciones motoras y sensoriales elementales en un flujo coherente de conducta dirigido a metas. Diversos estudios indican que la corteza prefrontal, al igual que las cortezas motora y sensorial, está compartimentada en áreas que desempeñan funciones específicas.

Cuando las áreas prefrontales resultan dañadas (p. ej., a causa de tumores o traumatismos craneoencefálicos), los pacientes se tornan ya sea apáticos (en algunos casos, inmóviles y mudos) o desinhibidos y faltos de atención, con pérdida de modales y alteraciones de juicio.



**FIGURA 10-14** Homúnculo motor dibujado sobre un corte coronal a través del giro precentral. Se muestra la localización del control cortical de diversas partes del cuerpo.



**FIGURA 10-15** Homúnculo sensorial dibujado sobre un corte coronal a través del giro poscentral. Se muestra la localización de la representación cortical de diversas partes del cuerpo.

**2. Lóbulo parietal.** Las áreas 3, 1 y 2 son las áreas sensoriales primarias, que se representan en términos somatotípicos (de nuevo en forma de homúnculo) en el giro poscentral (figura 10-15). Esta área recibe entradas somatosensoriales de los núcleos ventral posterolateral (VPL) y ventral posteromedial (VPM) del tálamo. Las áreas restantes son asociativas sensoriales o multimodales.

**3. Lóbulo occipital.** El área 17 es la corteza —visual primaria— estriada. La radiación geniculocalcarina retransmite la información visual del geniculado lateral a la corteza estriada. Las partes superiores de la retina (partes bajas del campo visual) se representan en las partes superiores del área 17, y las porciones inferiores de la retina (partes superiores del campo visual) se representan en las porciones inferiores del área 17. Las áreas 18 y 19 son áreas de asociación visual dentro del lóbulo occipital. También existen mapas visuales dentro de los lóbulos temporal y parietal. Cada uno de estos mapas representa la totalidad del mundo visual, pero extrae información acerca de un aspecto particular del mismo (formas, colores, movimientos) de las señales visuales entrantes. (Esto se discute con mayor detalle en el capítulo 15.)

**4. Lóbulo temporal.** El área 41 es la corteza auditiva primaria; el área 42 es la corteza auditiva asociativa (secundaria). Juntas, estas áreas se denominan **circunvolución de Heschl**. Reciben información (a través de las radiaciones auditivas) del geniculado medial. La corteza temporal circundante (área 22) es la corteza de asociación auditiva. En la parte posterior del área 22 (en el tercio posterior del giro temporal superior), se encuentra el **área de Wernicke**, que representa un papel importante en la comprensión del lenguaje. Las áreas temporales restantes son áreas asociativas multimodales.

**5. Áreas de asociación multimodal.** Como se señaló antes, para cada modalidad sensorial existe una corteza sensorial primaria así como áreas de asociación específicas a la modalidad. Un número de **áreas de asociación multimodal** también recibe proyecciones convergentes de las distintas áreas de asociación específicas a la modalidad. Dentro de estas áreas asociativas multimodales, parece converger toda la información acerca de los distintos atributos de un estímulo (p. ej., la imagen visual de un perro, el sonido de su ladrido y la sensación de su pelaje), de modo que puede darse un procesamiento de información de orden superior. Se ha encontrado un área de asociación multimodal en el área temporoparietal dentro del lóbulo parietal inferior y en el área superior al surco temporal superior. Otra área de asociación multimodal se encuentra en la región prefrontal. A su vez, estas regiones asociativas multimodales derivan proyecciones a la corteza límbica.

## FISIOLOGÍA DE REGIONES CORTICALES ESPECIALIZADAS

Las funciones de la corteza olfatoria receptiva (corteza piriforme y entorrinal) y áreas relacionadas se discuten en el capítulo 19.

### Corteza motora primaria

#### A. Localización y función

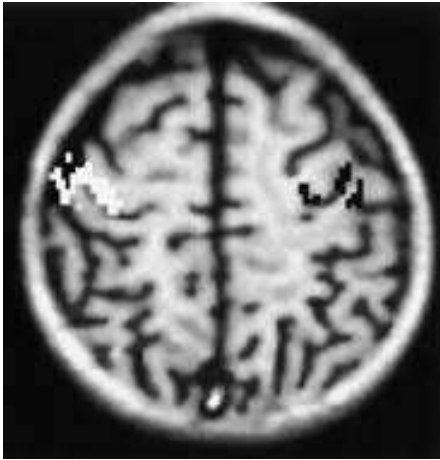
La corteza motora primaria de proyección (área 4; véase el capítulo 13) se localiza en la pared anterior de la cisura de Rolando y en la porción adyacente del giro precentral y corresponde, en términos generales, a la distribución de las células piramidales gigantes (de Betz). Estas neuronas controlan los movimientos voluntarios de la musculatura esquelética del lado opuesto del cuerpo y los impulsos viajan por sus axones en los tractos corticobulbar y corticoespinal hasta los núcleos eferentes branquiales y somáticos en el tronco encefálico y al asta ventral de la médula espinal.

En la figura 10-14 aparece una representación somatotópica dentro de las áreas motoras, mapeada por medio de estimulación eléctrica durante una cirugía del cerebro. Las áreas secundarias y terciarias de la función motora se pueden mapear alrededor de la corteza motora primaria. La desviación conjugada contralateral de la cabeza y los ojos se presenta al estimular la porción posterior del giro frontal medio (área 8), nombrada campos visuales frontales.

Un método alternativo para mapear la corteza se ofrece mediante las imágenes de resonancia magnética funcional y se describe en el capítulo 22. La figura 10-16 muestra la activación de la corteza motora asociada con apretar una pelota de hule con la mano contralateral.

#### B. Correlaciones clínicas

Las lesiones irritativas de los centros motores pueden ocasionar convulsiones que se inician como un crispamiento focal y se dispersan (en forma somatotópica, reflejando la organización del homúnculo) hasta afectar grupos musculares amplios (epilepsia jacksoniana). A medida que la descarga eléctrica anormal se extiende a lo largo de la corteza motora, la convulsión “marcha” a lo



**FIGURA 10-16** Actividad motora en la corteza cerebral, visualizada por medio de imágenes por resonancia magnética funcional. Los cambios en la intensidad de la señal, medidos con un método denominado imagenología por resonancia magnética ecoplanar, son el resultado de los cambios en el flujo, volumen y oxigenación de la sangre. Este estudio se realizó con un paciente varón de siete años de edad. El estímulo fue apretar una pelota de esponja de hule de manera repetida a una frecuencia de dos a cuatro apretones por segundo con la mano derecha o izquierda. Los cambios en la actividad cortical asociada con apretar la pelota con la mano derecha se muestran en negro. Los cambios en la actividad cortical asociada con apretar la pelota en la mano izquierda se muestran en blanco. (Datos de Novotny EJ, et al.: Functional magnetic resonance imaging (fMRI) in pediatric epilepsy. *Epilepsia* 1994;35 (Supp 8):36.)

largo del cuerpo. También puede presentarse una alteración de la conciencia y debilidad o parálisis posconvulsiva. Las lesiones destructivas de la corteza motora (área 4) producen paresias, o parálisis, flácidas de los grupos musculares afectados. Es más probable que se exhiba una espasticidad si también se realiza una ablación del área 6.

## Corteza sensorial primaria

### A. Localización y función

La corteza sensorial primaria de proyección para la información sensorial recibida de la piel, mucosas y otros tejidos del cuerpo y rostro se localiza en el giro poscentral y se denomina **área somatoestésica** (áreas 3, 1 y 2; figura 10-15). A partir de las radiaciones talámicas, esta área recibe fibras que comunican las sensaciones de tacto y propioceptivas (musculares, articulares y tendinosas) del lado opuesto del cuerpo (véase el capítulo 14).

Una porción relativamente amplia de los lóbulos frontal y parietal adyacentes se puede considerar como la corteza sensorial secundaria, ya que esta área también recibe estímulos sensoriales. Por tanto, se considera que el **área sensoriomotora primaria** es capaz de funcionar como corteza tanto sensorial como motora, con la porción de la corteza anterior a la cisura de Rolando predominantemente motora y la porción posterior de manera predominante sensorial.

El **área cortical del gusto** está localizada cerca del área sensorial facial y se extiende a la superficie opercular de la cisura de Silvio (véase la figura 8-18). Esta área cortical recibe información

gustativa, que se retransmite del núcleo solitario en el bulbo raquídeo a través del núcleo posteromedial ventral del tálamo.

### B. Correlaciones clínicas

Las lesiones irritativas de esta área producen **parestesias** (p. ej., insensibilidad, sensaciones anormales de cosquilleo, choques eléctricos u hormigueo) del lado opuesto del cuerpo. Las lesiones destructivas producen alteraciones subjetivas y objetivas en la sensibilidad, tales como el deterioro en la capacidad para localizar o medir la intensidad de estímulos dolorosos y una alteración en la percepción de diversas formas de sensación cutánea. Es inusual una anestesia total de base cortical.

## Corteza visual primaria y corteza visual de asociación

### A. Localización y función

La corteza visual primaria receptiva (estriada; área 17) se localiza en el lóbulo occipital. Se encuentra en la corteza de la cisura calcarina y porciones adyacentes del *cuneus* y del giro lingual.

En los primates, una extensa porción posterior del polo occipital se ocupa primordialmente de la visión macular de alta definición; las partes más anteriores de la corteza calcarina se ocupan de la visión periférica. La corteza visual del lóbulo occipital derecho recibe impulsos de la mitad derecha de cada retina, mientras que la corteza visual izquierda (área 17) recibe impulsos de la mitad izquierda de cada retina. La porción superior del área 17 representa la mitad superior de cada retina, y la porción inferior representa la mitad inferior. La asociación visual es una función de las áreas 18 y 19. El área 19 puede recibir estímulos de la totalidad de la corteza cerebral; el área 18 los recibe principalmente del área 17 (véase el capítulo 15).

### B. Correlaciones clínicas

Las lesiones irritativas del área 17 pueden producir alucinaciones visuales tales como destellos de luz, arco iris, estrellas brillantes o líneas brillantes. Las lesiones destructivas pueden ocasionar defectos contralaterales homónimos en los campos visuales. Esto puede suceder sin la destrucción de la visión macular, fenómeno llamado "preservación macular". Las lesiones a las áreas 18 y 19 pueden producir una desorganización visual con defectos en la orientación espacial en las mitades homónimas del campo visual.

## Corteza receptiva auditiva primaria

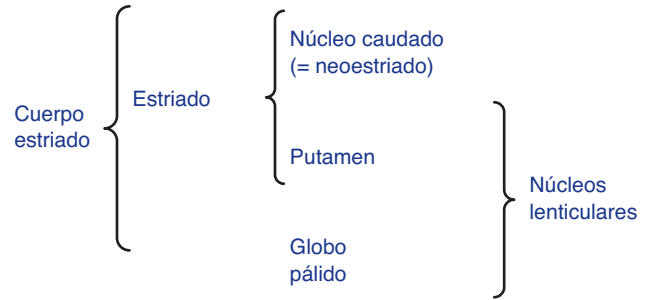
### A. Localización y función

El área receptiva auditiva primaria (41; véase el capítulo 16) se localiza en el giro temporal transversal, que se encuentra en el giro temporal superior hacia la cisura de Silvio. La corteza auditiva a cada lado recibe radiaciones auditivas de la cóclea de ambos oídos y existe una proyección punto a punto de la cóclea al área acústica (tonotopía). En los seres humanos, los tonos bajos se proyectan o representan en la porción frontolateral y los altos en la porción occipitomedial del área 41. Los tonos bajos se detectan cerca del ápice de la cóclea y los tonos altos cerca de su base. El área 22, que incluye el área de Wernicke (en el tercio posterior del giro temporal superior en el hemisferio dominante, generalmente izquierdo),

está implicada en la discriminación auditiva de orden superior y en la comprensión del lenguaje.

**B. Correlaciones clínicas**

La irritación de la región dentro o cerca del área de recepción auditiva en los seres humanos ocasiona sensaciones de zumbido o rugido. Una lesión unilateral en esta área puede ocasionar sólo una pérdida auditiva leve, pero las bilaterales pueden provocar sordera. El daño al área 22 en el hemisferio dominante produce un síndrome de sordera verbal pura (en el que no se pueden comprender las palabras aunque la audición permanece intacta), también conocida como afasia de Wernicke.



**FIGURA 10-17** Núcleos principales de los ganglios basales.

**GANGLIOS BASALES**

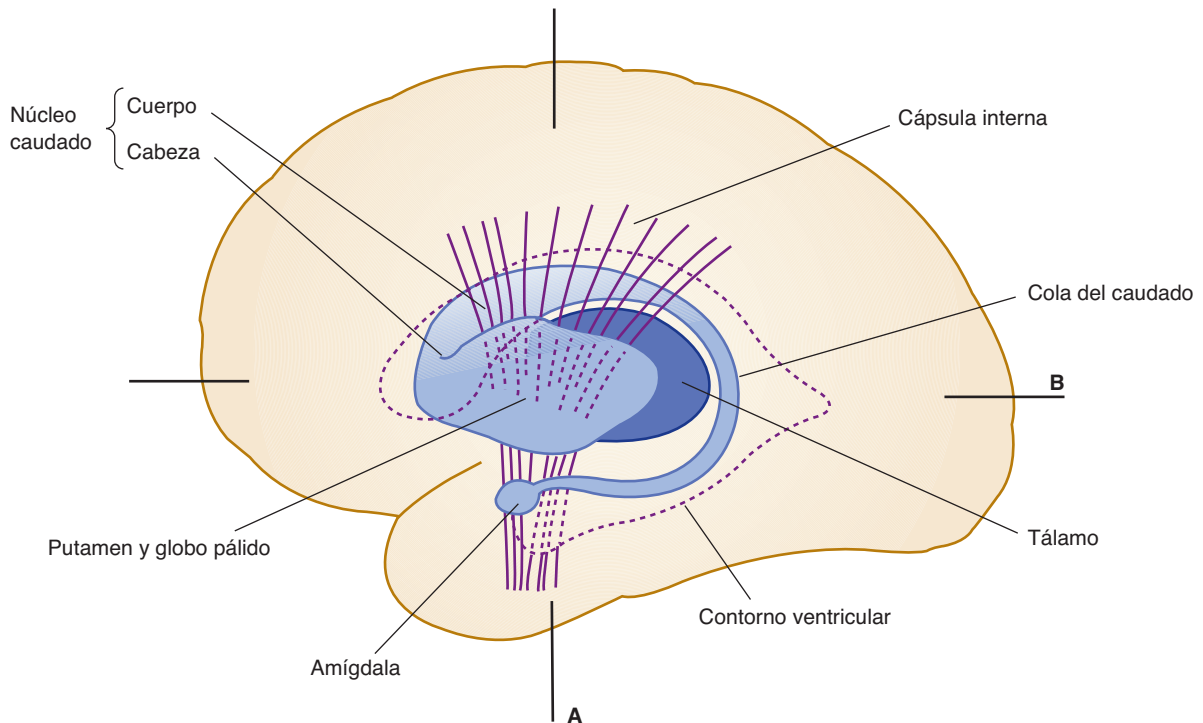
El término *ganglios basales* se refiere a masas de sustancia gris que se encuentran a profundidad dentro de los hemisferios cerebrales. Se puede debatir el término “ganglios basales” porque estas masas son núcleos y no ganglios y algunos de ellos no son basales, pero ese término sigue utilizándose con amplitud. Al margen de su nombre, los ganglios basales representan un papel funcional esencial en el control motor. Desde el punto de vista anatómico, los ganglios basales incluyen el **núcleo caudado**, el **putamen** y el **globo pálido**.

La terminología que se utiliza para describir los ganglios basales se resume en la figura 10-17. Existen hojas de fibras mielinizadas, incluyendo la **cápsula interna**, que corren entre los núcleos que comprenden los ganglios basales, lo que les da una apariencia surcada (figuras 10-18 y 10-19). Así, los neuroanatomistas clásicos llamaron **cuerpo estriado** al conjunto del núcleo

caudado, putamen y globo pálido. El núcleo caudado y el putamen se desarrollan juntos y contienen células similares y, en conjunto, se denominan el **estriado**. Lateral a la cápsula interna, el putamen y el globo pálido lindan entre sí para formar una masa en forma de lente denominada el **núcleo lenticular**. En términos funcionales, los ganglios basales y sus interconexiones y neurotransmisores forman el **sistema extrapiramidal**, que incluye núcleos mesencefálicos tales como la sustancia negra y los núcleos subtalámicos (véase el capítulo 13).

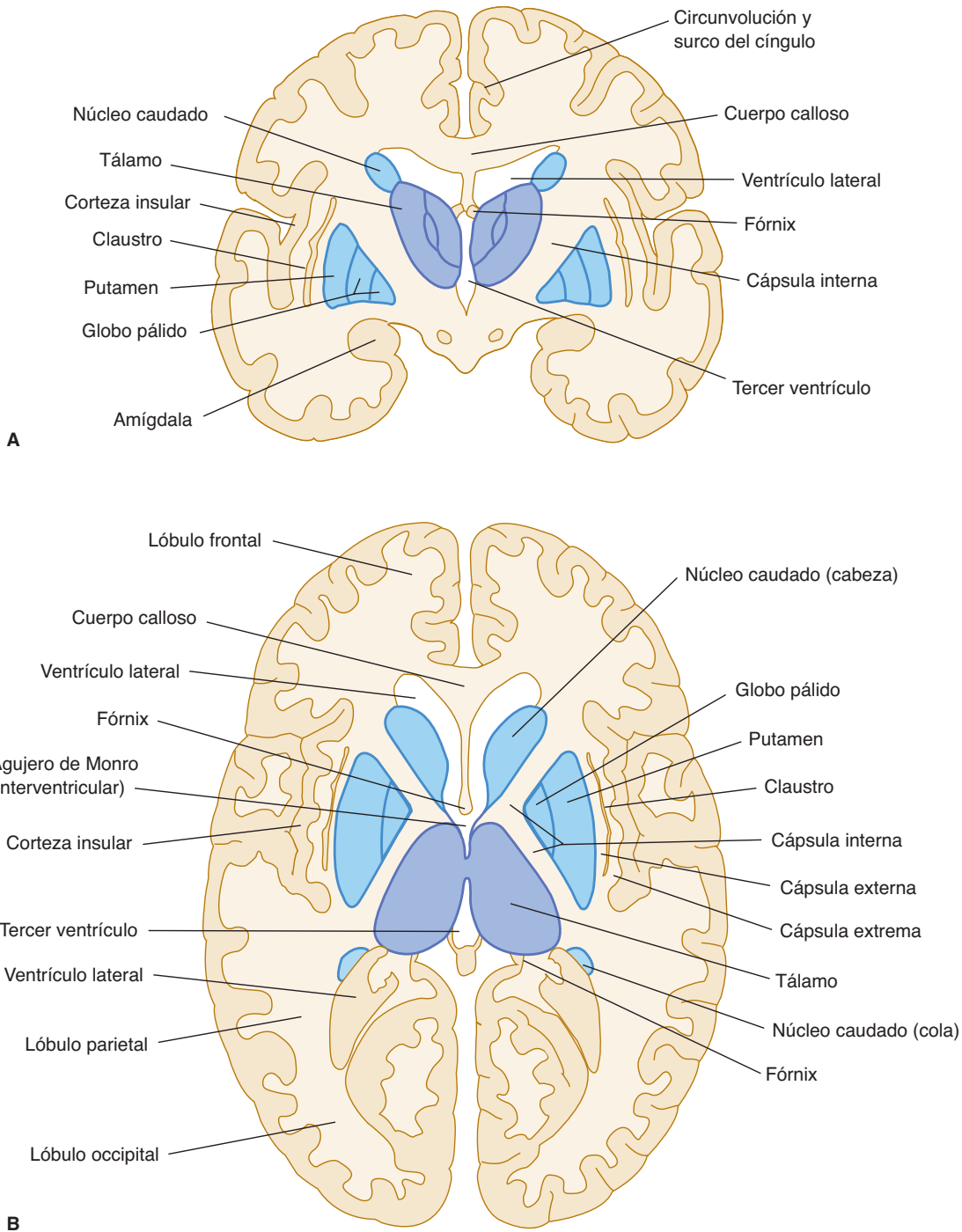
**Núcleo caudado**

El núcleo caudado, una masa gris alargada cuya cabeza en forma de pera es continua con el putamen, se encuentra adyacente al borde inferior del asta anterior del ventrículo lateral. El extremo delgado se curva hacia atrás y abajo, formando la cola; ingresa al techo del asta temporal del ventrículo lateral y se reduce de tamaño



**FIGURA 10-18** Relaciones espaciales entre los ganglios basales, el tálamo y la cápsula interna, vistos desde el lado izquierdo. Los cortes transversales de los planos **A** y **B** se muestran en las figuras 10-19A y B.





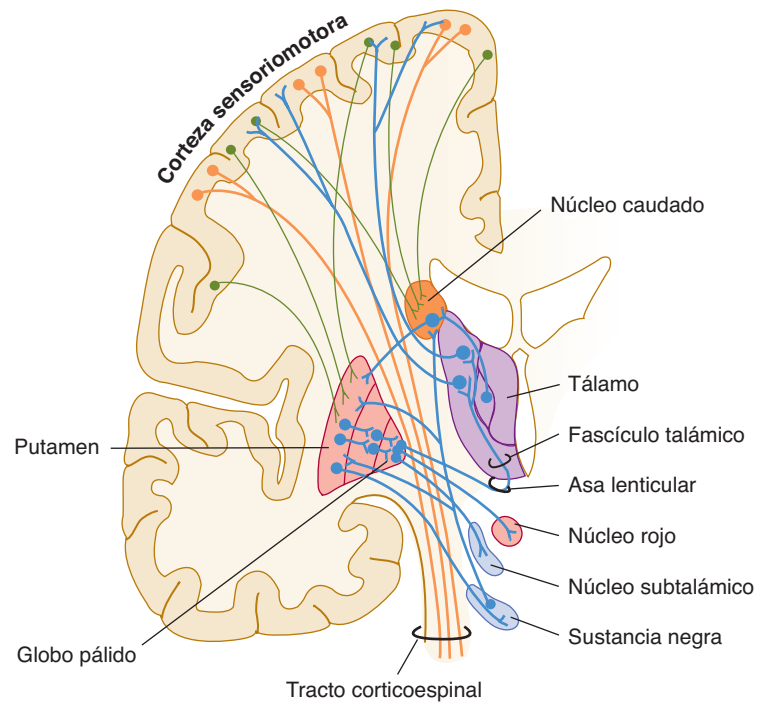
**FIGURA 10-19** Corte frontal a través de los hemisferios cerebrales que muestra los ganglios basales y el tálamo. **B:** Corte horizontal que atraviesa los hemisferios cerebrales.

al nivel de la amígdala. El núcleo caudado y putamen (estriado) constituyen el sitio primordial de entrada de información a los ganglios basales; los circuitos se describen en el capítulo 13.

### Núcleo lenticular

El núcleo lenticular se localiza entre la ínsula y la cápsula interna. La lámina medular externa divide al núcleo en dos partes: el putamen y el globo pálido. El putamen es la masa gris, convexa,

de mayor tamaño que está dispuesta en forma lateral e inmediatamente inferior a la corteza insular. La apariencia surcada del cuerpo estriado es el resultado de los fascículos blancos de la cápsula interna que están situados entre el putamen y el núcleo caudado. El globo pálido es la zona medial triangular más pequeña cuyas numerosas fibras mielinizadas la hacen parecer de color más claro. Una lámina medular divide al globo pálido en dos porciones. El globo pálido es el núcleo principal de salida de información de los ganglios basales.



**FIGURA 10-20** Conexiones entre los ganglios basales, el tálamo y la corteza.

## Claustro y cápsula externa

El claustro es una capa delgada de sustancia gris situada justo por debajo de la corteza insular. Está separada del putamen más medial por la delgada lámina de sustancia blanca conocida como **cápsula externa**.

## Conexiones fibrosas

La mayoría de las porciones de los ganglios basales están interconectadas por sistemas de fibras bidireccionales (figura 10-20). El núcleo caudado envía muchas fibras al putamen, que a su vez envía fibras cortas al globo pálido. El putamen y el globo pálido reciben algunas fibras de la sustancia negra y el tálamo envía fibras al núcleo caudado. Las fibras eferentes del cuerpo estriado salen a través del globo pálido. Algunas fibras pasan por la cápsula interna y forman un haz, el **fascículo lenticular**, del lado medial. Otras fibras recorren el borde medial de la cápsula interna para formar un aro, el **asa lenticular**. Estos dos conjuntos de fibras tienen algunas terminales en los núcleos subtalámico y rojo; otras continúan en forma ascendente hacia el tálamo a través del **fascículo talámico** (figura 10-20). Como se describe en el capítulo 13, el rico sistema de interconexiones forma una base para el control del movimiento y la postura.

## CÁPSULA INTERNA

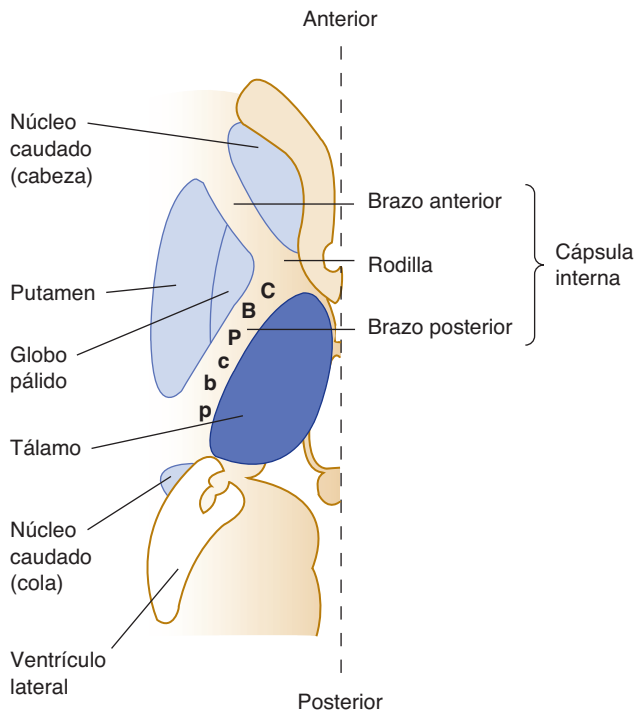
La cápsula interna es una banda pequeña, pero esencial, de fibras mielinizadas que separa al núcleo lenticular del núcleo caudado medial y el tálamo. Consiste en un brazo anterior y un brazo posterior. La cápsula no es uno de los ganglios basales, sino un haz de fibras que corre a través de los mismos. En un corte horizontal, presenta una apariencia en forma de **V**, donde la **rodilla** (ápice) apunta medialmente (figuras 10-21 y 10-22).

La cápsula interna contiene vías de importancia vital, como los tractos corticobulbar y corticoespinal. Así, las lesiones pequeñas dentro de la cápsula interna (que pueden suceder, por ejemplo, a causa de pequeños accidentes cerebrovasculares denominados infartos o *ictus lacunares*) pueden producir deficiencias clínicas devastadoras.

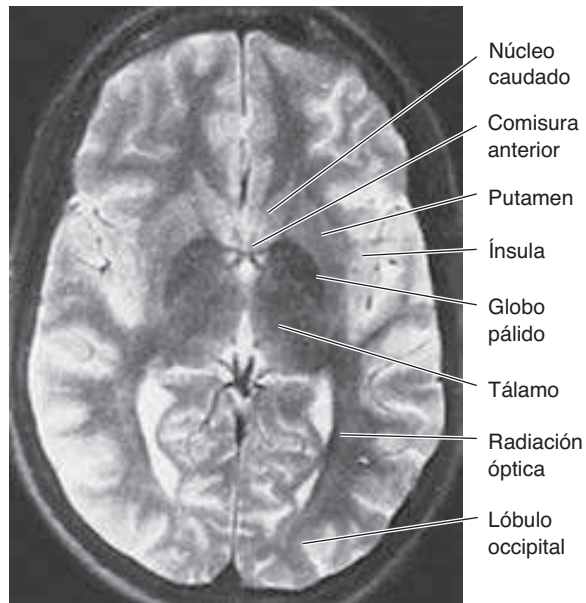
El **brazo anterior** de la cápsula interna separa al núcleo lenticular del núcleo caudado. Contiene fibras talamocorticales y corticotálamicas que unen al núcleo talámico lateral con la corteza del lóbulo frontal, tractos frontopontinos del lóbulo frontal al núcleo pontino y fibras que corren de manera transversal desde el núcleo caudado al putamen.

El **brazo posterior** de la cápsula interna, localizado entre el tálamo y el núcleo lenticular, contiene vías ascendentes y descendentes importantes. Los tractos corticobulbar y corticoespinal viajan en la mitad anterior del brazo posterior, *con las fibras a la cara y brazo* (figura 10-21, C, B) *frente a las fibras de la pierna* (figura 10-21, P). Las fibras corticorrubrales provenientes de la corteza del lóbulo frontal al núcleo rojo acompañan al tracto corticoespinal.

El tercio posterior del brazo posterior contiene fibras sensoriales de tercer orden del núcleo posterolateral del tálamo al giro poscentral. Como en el caso de las fibras corticoespinales y corticobulbares localizadas más anteriormente, existe una organización somatotópica de las fibras sensoriales del brazo posterior, con cara y brazo (c, b) ascendiendo delante de las fibras de la pierna (p) (figura 10-21). Como resultado de su organización ordenada, las lesiones pequeñas de la cápsula interna pueden comprometer la función motora y sensorial de forma selectiva. Por ejemplo, los infartos pequeños (llamados "lacunares") ocasionados por la oclusión de las pequeñas ramas arteriales penetrantes pueden comprometer selectivamente a la parte anterior del brazo posterior de la cápsula interna, produciendo hemiparesias "motoras puras". (Se muestra un ejemplo en la figura 10-23.)



**FIGURA 10-21** Relaciones entre la cápsula interna, ganglios basales y tálamo en corte horizontal. Obsérvese que las fibras motoras descendentes para la cara, brazo y pierna (C, B, P) viajan frente a las fibras sensoriales ascendentes (c, b, p) en el brazo posterior de la cápsula interna. (Modificada de Simon RP, Aminoff MJ, Greenberg DA: *Clinical Neurology*, 4<sup>th</sup> ed. Appleton y Lange, 1999.)



**FIGURA 10-22** Imagen por resonancia magnética de un corte horizontal de la cabeza.

### CASO 11

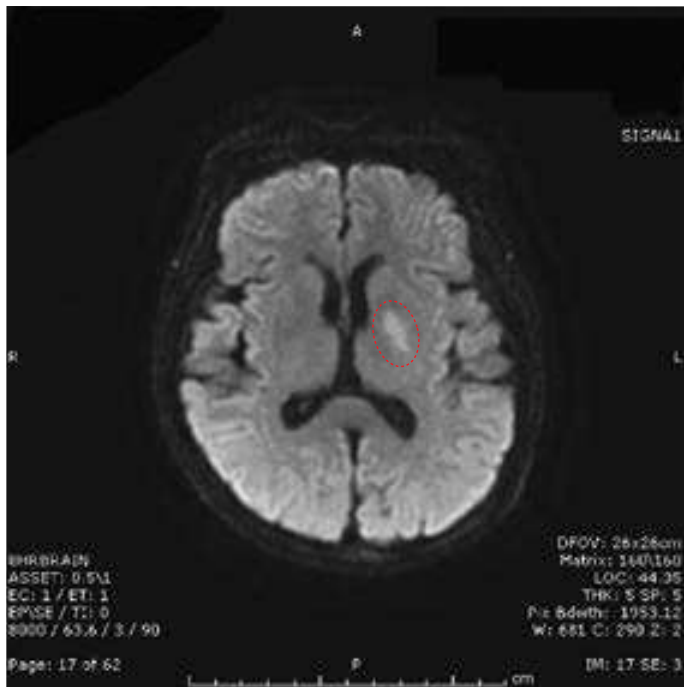
Una mujer de 44 años de edad es ingresada a la clínica por su marido, quien comunica sus antecedentes de desorientación, confusión, falta de atención y tendencia a olvidar las cosas. Estos síntomas se han agravado a lo largo de los últimos meses. Recientemente, la paciente se había empezado a quejar de dolores de cabeza y después de que había padecido un “ataque” su esposo había insistido en que acudiera al médico.

El examen neurológico reveló apatía y dificultad para centrar la atención, alteraciones de la memoria, papiledema lateral izquierdo, asimetría facial, falta de movimiento del lado derecho de la cara y debilidad generalizada pero con reflejos simétricos en el resto del cuerpo. Un electroencefalograma mostró un foco anormal de ondas lentas en el hemisferio izquierdo. Las imágenes mostraron una masa multifocal calcificada en la región frontoparietal izquierda.

¿Cuál es el diagnóstico diferencial con base en estos hallazgos?

Se llevó a cabo una biopsia cerebral y se estableció el diagnóstico. Para el día siguiente, la paciente había entrado en coma con dilatación pupilar fija y murió poco tiempo después. En la autopsia, los hallazgos incluyeron pequeñas hemorragias en el tronco encefálico y cambios patológicos extensos en el prosencéfalo.

¿Qué sucedió después de la biopsia de cerebro? ¿Cuál es el diagnóstico más probable?



**FIGURA 10-23** Imagen por resonancia magnética que muestra un infarto en el brazo posterior de la cápsula interna izquierda, mismo que produjo una “hemiparesia motora pura” en una mujer de 83 años de edad. La paciente presentaba un inicio agudo de debilidad en la cara, brazo y pierna derechos. (Cortesía de Joseph Schindler, M.D., Facultad de Medicina de Yale.)

## CASO 12

Una niña de 12 años de edad empezó a experimentar dolores graves de oído y fiebre. Unos cuantos días después, la madre notó una supuración proveniente del oído izquierdo y llevó a la niña con el médico familiar. El médico le recetó antibióticos. Una semana después, la niña tenía un dolor de cabeza frontal izquierdo constante y extremo. La semana siguiente, presentaba debilidad facial del lado izquierdo.

¿Cuál es el diagnóstico diferencial en este punto?

La niña fue canalizada a un neurólogo. Al momento de su hospitalización, estaba letárgica y confusa, hablaba de manera ininteligible, exhibía conductas pueriles y tenía una temperatura de 37.8°C (100°F). El examen neurológico descu-

bró que confundía sucesos presentes y pasados, tenía dificultades graves para nombrar objetos, papiledema bilateral, movimientos extraoculares normales, parálisis facial periférica izquierda leve y disminución auditiva del oído izquierdo. La paciente se resistió a la flexión pasiva del cuello. Un electroencefalograma mostró actividad de ondas cortas en el hemisferio izquierdo, en especial en la región frontotemporal. Una tomografía computarizada reveló una lesión en el área frontotemporal izquierda.

¿Cuál es el diagnóstico más probable?

*Los casos se discuten con mayor detalle en el capítulo 25.*

## REFERENCIAS

- Alexander GE, Crutcher MD: Functional architecture of basal ganglia circuits. *Trends Neurosci* 1990;13:266.
- Barbas H, Zikopoulos B: The prefrontal cortex and flexible behavior. *Neuroscientist* 2007;13:532–545.
- Casagrande V, Guillery R, Sherman S (editors): *Cortical Function: A View from the Thalamus*. Elsevier, 2005.
- Freund H: Abnormalities of motor behavior after cortical lesions in humans. Pages 763–810 in: *The Nervous System*, vol V, part 2. *Higher Functions of the Brain*. Plum F (editor). American Physiology Society, 1987.
- Gilbert C, Hirsch JA, Wiesel TN: Lateral interactions in the visual cortex. *Cold Spring Harb Symp Quant Biol* 1990;55:663.
- Gross CG, Graziano MS: Multiple representations of space in the brain. *Neuroscientist* 1995;1:43.
- Hubel DH: *Eye, Brain, and Vision*. Scientific American Library, 1988.
- Jones EG: The anatomy of sensory relay functions in the thalamus. Pages 29–53 in: *Role of the Forebrain in Sensation and Behavior*. Holstege E (editor). Elsevier, 1991.
- Mountcastle VB: Central nervous mechanisms in mechanoreceptive sensibility. Page 789 in: *The Nervous System*, vol III. *Sensory Processes*. Darian-Smith I (editor). American Physiology Society, 1984.
- Rakic P: Development of the cerebral cortex. Pages 9–31 in: *Child and Adolescent Psychiatry*. Lewis M (editor). Williams & Wilkins, 1996.
- Sanes JR, Donaghue JP, Thangaraj V, Edelman RR, Warach S: Shared neural substrates controlling hand movements in human motor cortex. *Science* 1995;268:1775.
- Schieber MH: Rethinking the motor cortex. *Neurology* 1999;52:445.
- Schmitt FO et al: *The Organization of the Cerebral Cortex*. MIT Press, 1981.
- Strick PL: Anatomical organization of motor areas in the frontal lobe. Pages 293–312 in: *Functional Recovery in Neurological Disease*. Waxman SG (editor). Raven, 1988.