



7. PROCESADOR CENTRAL: EL CEREBRO

Apuntes de Clase

Conocimiento Corporal II


Por:

Gustavo Ramón S.*

* Doctor en *Nuevas Perspectivas en la Investigación en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*
(Universidad de Granada).

Docente - Investigador del Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de
Antioquia (Colombia).

Correo: gusramon2000@yahoo.es



7. PROCESADOR CENTRAL: EL CEREBRO

Apuntes de la asignatura Conocimiento Corporal II.
Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia.
Medellín, Colombia.
Actualización: mayo de 2008

Por

Gustavo Ramón Suárez

gusramon2000@yahoo.es

Constituye la parte anterior y superior de cavidad craneana. A él llegan todas las impresiones conscientes de la periferia a través de los nervios sensitivos y de él parten todas las incitaciones motoras voluntarias hacia los músculos. Además de la función motriz, el cerebro es asiento de todas las facultades mentales e integrador de todas las funciones del organismo.

2.4.1. Anatomía macroscópica:

El cerebro está constituido por dos hemisferios laterales y una gran comisura que une los dos hemisferios denominada el cuerpo calloso. El cerebro externamente posee una cara externa, una cara interna y una cara inferior.

La cara externa (Figura 1) posee dos grandes fisuras llamadas *cisura horizontal o de Silvio* y *una cisura perpendicular o de Rolando*. Una tercera fisura, imaginaria, va desde la prolongación de la cisura perpendicular interna (cara interna) hasta el borde externo del hemisferio llamada cisura perpendicular externa. Esta cisura es evidente en los simios pero no así en el hombre. Estas tres cisuras dividen la cara externa del cerebro en cuatro lóbulos:

1. Lóbulo frontal: desde el polo frontal hasta la cisura de Rolando.
2. Lóbulo parietal el cual tiene como límites por delante la cisura de Rolando, por detrás la cisura perpendicular externa, por debajo la cisura de Silvio.
3. El lóbulo temporal entre las cisura de Silvio y la Perpendicular externa.
4. El lóbulo Occipital por detrás de la cisura perpendicular externa.

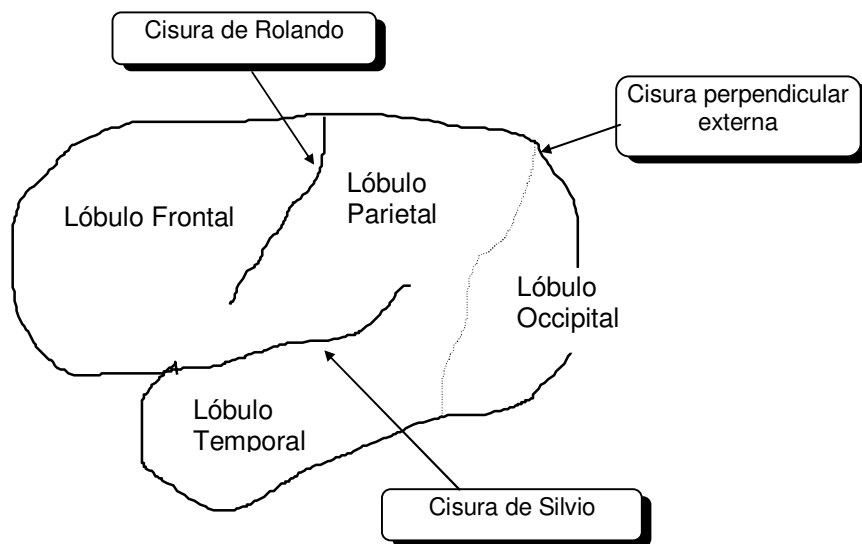


Figura 1. Accidentes anatómicos de la cara externa del cerebro.

A su vez, el lóbulo frontal está dividido por las cisuras la frontal superior y la inferior, en cuatro circunvoluciones (Figura 2) :

- La circunvolución frontal superior
- La circunvolución frontal media
- La circunvolución frontal inferior y
- La circunvolución frontal ascendente o Prerrolándica

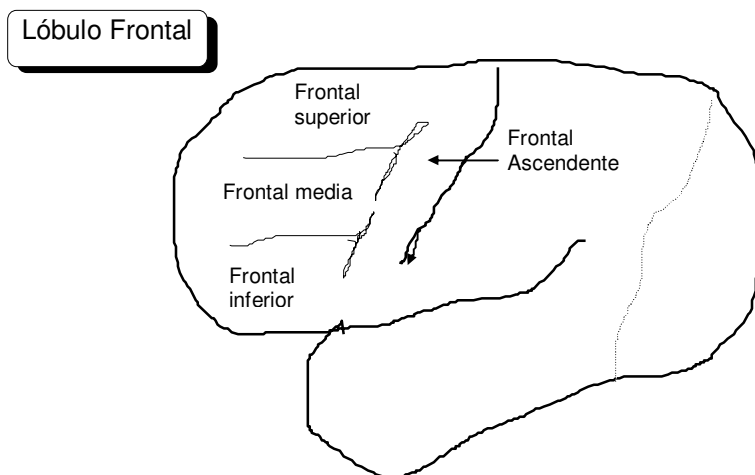


Figura 2. Accidentes anatómicos del lóbulo frontal.

En el lóbulo parietal se encuentra una fisura llamada interparietal que divide el lóbulo en tres circunvoluciones (Figura 3):

- circunvolución parietal superior

- circunvolución parietal inferior y
- circunvolución parietal ascendente o postrolándica

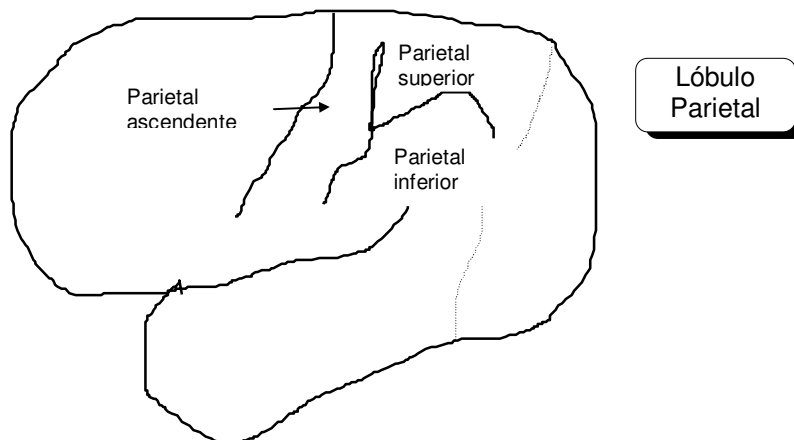


Figura 3. Divisiones anatómicas del lóbulo parietal.

El lóbulo temporal posee las cisuras temporal superior e inferior las cuales subdividen al lóbulo en tres circunvoluciones (Figura 4):

- circunvolución temporal superior
- circunvolución temporal media y
- circunvolución temporal inferior

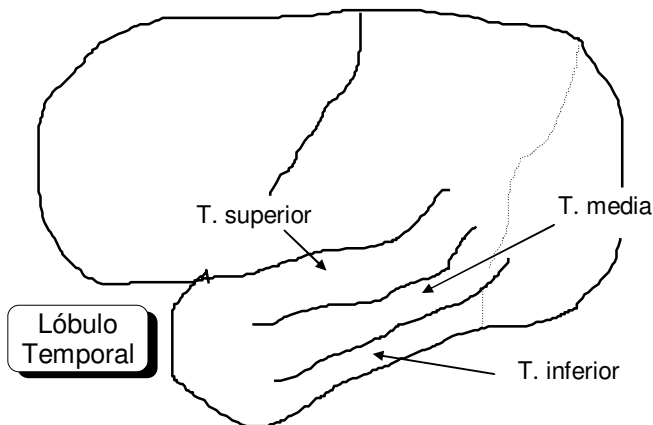


Figura 4. Divisiones anatómicas del lóbulo temporal.

El lóbulo occipital se encuentran generalmente los surcos superior e inferior que dividen al lóbulo en circunvoluciones (Figura 5) :

- primera circunvolución occipital
- segunda circunvolución occipital
- tercera circunvolución occipital.

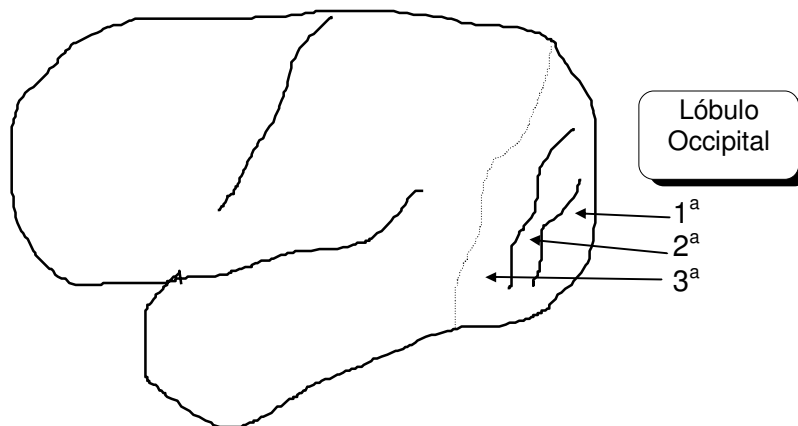


Figura 5. Divisiones anatómicas del lóbulo occipital.

La cara interna posee las cisuras callosomarginal, la calcarina y la perpendicular interna que la subdividen en (Figura 6):

- Circunvolución frontal interna
- Lóbulo paracentral
- Circunvolución del cuerpo caloso o cíngulo
- Lóbulo cuadrilátero o precuneus
- Lóbulo de la cuña o cuneus

En la esta cara también se puede distinguir el Cuerpo caloso, la comisura anterior (que une el núcleo amigdaloides con el área olfatoria), el quiasma óptico (unión de los nervios ópticos), la hipófisis, los cuerpos mamilares y la comisura posterior.

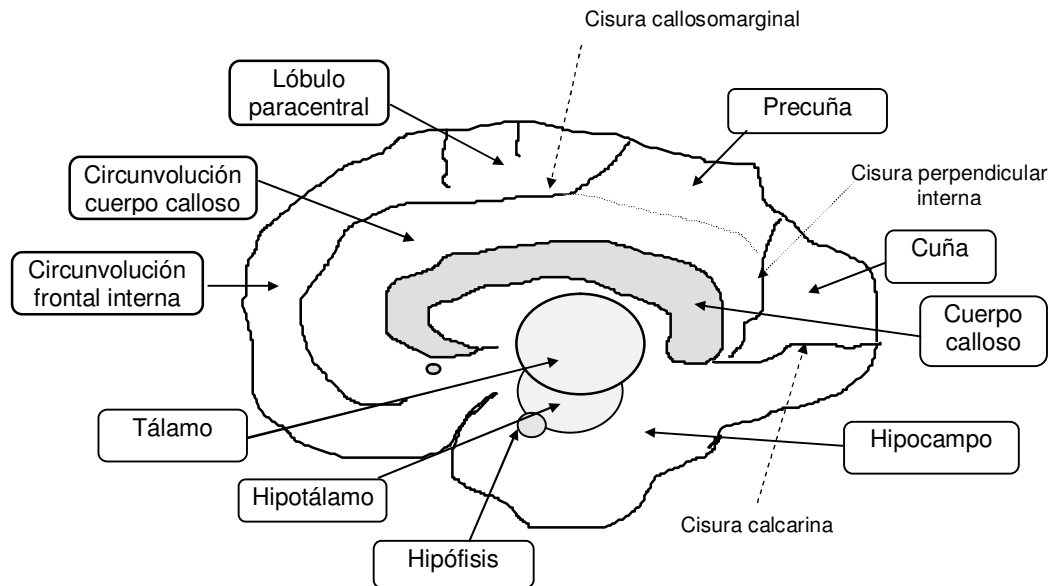


Figura 6. Divisiones anatómicas de la cara interna del cerebro.

La cara inferior presenta el inicio de la cisura de Silvio que divide la cara en dos lóbulos: el orbitario y el temporo-occipital.

El *lóbulo orbitario* presenta los surcos Interno (olfatorio), externo y el surco en H, los cuales lo subdividen en las circunvoluciones:

- Olfatoria interna
- Olfatoria externa
- Orbitaria externa
- Orbitarias medias

El *lóbulo temporo-occipital* presenta los surcos temporo-occipitales superior e inferior los cuales lo subdividen en las circunvoluciones:

- Superior o Fusiforme
- Inferior
- Hipocampo

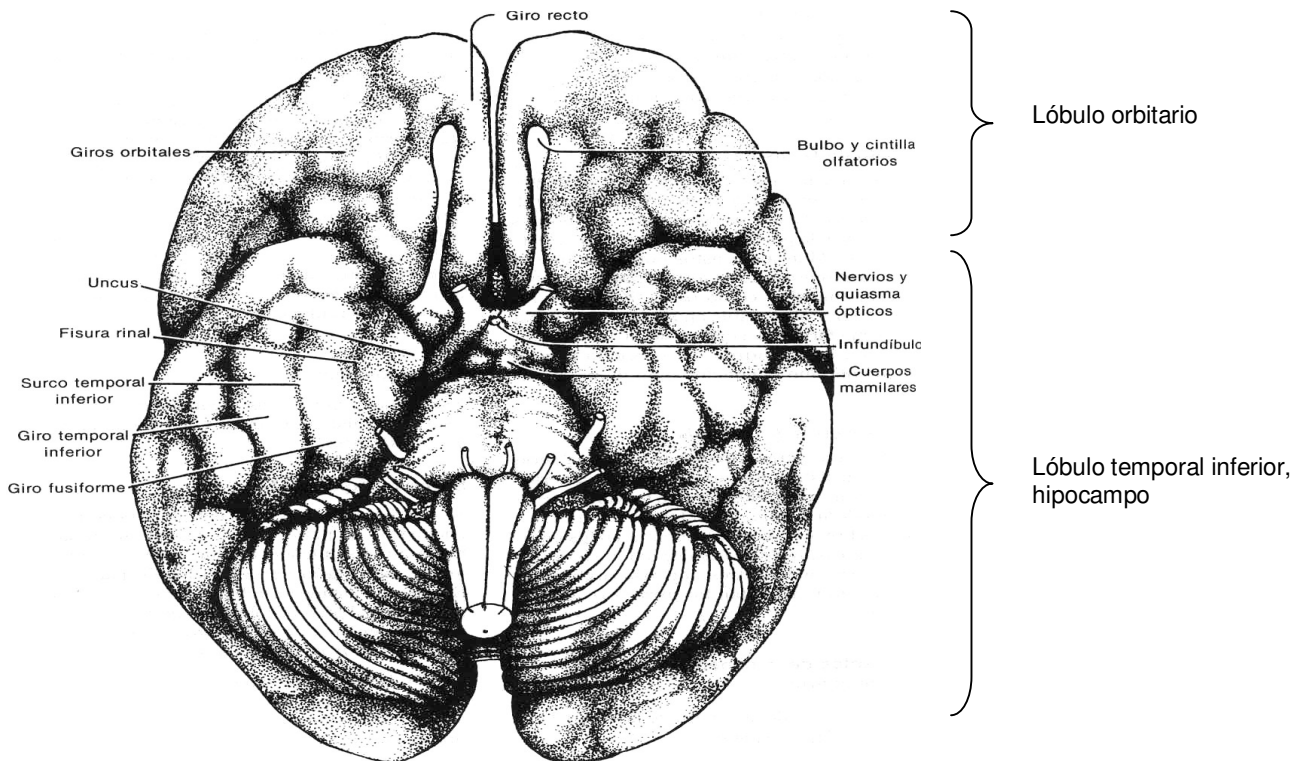


Figura 7. **Cara inferior del cerebro.**

2.4.2. Anatomía microscópica :

La corteza cerebral tiene un espesor de 4 mm y está constituida por cinco tipos de neuronas que conforman seis capas, numeradas desde lo superficial hacia lo más interno o profundo, las cuales se esquematizan en la Figura 8:

- I Capa molecular: Constituida por células Horizontales de Cajal (con el número 8 en la figura 1), que generan una conexión horizontal entre células y áreas vecinas.
- II Capa granular externa: Células Granulares (con el número 6 en la figura 1), que sirven como receptoras de información de neuronas provenientes de otras partes del encéfalo más o menos distantes.
- III Capa de pequeñas células piramidales de 10 μ (con los números 1 y 2, en la figura 1). Dada su estructura, los axones de estas células son rutas de salida de información de la corteza.
- IV Capa granular interna: Células Granulares (6), es semejante a la capa II, solo que sirve de receptora de información de núcleos más profundos, especialmente del tálamo.
- V Capa de grandes células piramidales gigantes o células de Betz de 100 μ (con el número 4 en la figura 1) son la principal ruta de salida del cerebro y constituyen el sistema piramidal en la corteza frontal, específicamente en la circunvolución frontal ascendente.

- VI Capa de células fusiformes (con el número 9 en la figura 1) son origen de conexiones interhemisféricas y son el punto de partida del cuerpo calloso.

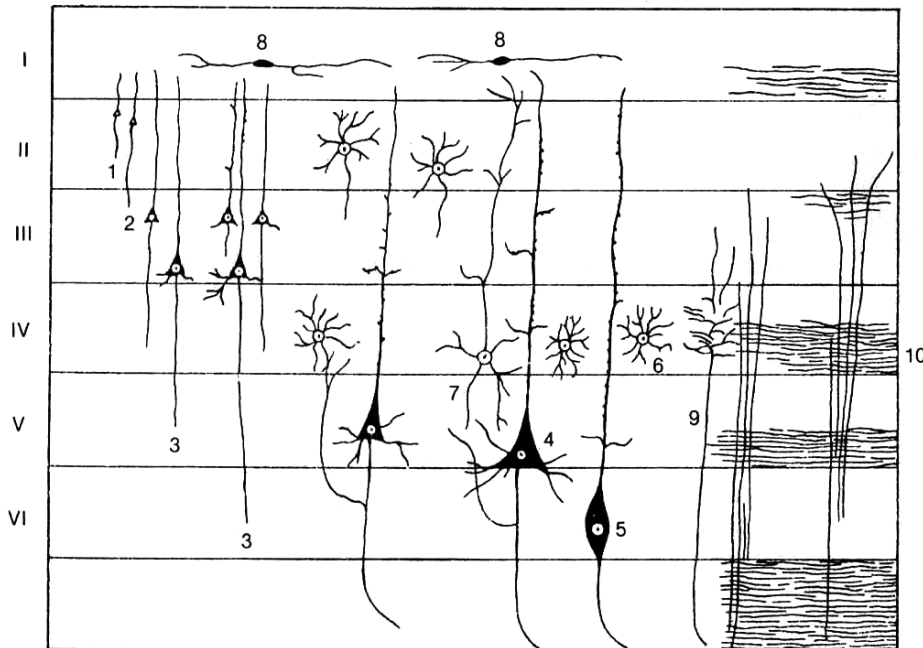


Figura 8. Células y capas de la corteza cerebral.

Maynert fue el primero en demostrar que existen ocho capas de células en la corteza visual de la cisura calcarina. Betz identificó en la circunvolución frontal ascendente las células que llevan su nombre y que sirvió para identificar el área motora.

Von Economo describió cinco áreas de la corteza: la piramidal, la frontal, la parietal, la polar y la granular. Brodman describió 52 áreas corticales. Basados en estas diferencias anatómicas se llegó a definir áreas funcionales del cerebro.

2.4.3. Fibras de asociación o intrahemisféricas:

Las fibras de asociación son axones de células que se proyectan sobre otras áreas corticales del mismo hemisferio, pudiendo ser intracorticales o subcorticales. Las fibras intracorticales son cortas y se limitan a las columnas verticales típicas de la corteza, teniendo una forma de "U" que pasan de una circunvolución a otra. Las fibras largas forman los fascículos :

- Longitudinal superior : interconecta la mayor parte del lóbulo frontal con los lóbulos parietal y occipital;
- Arqueado: es una extensión del anterior que penetra en el lóbulo temporal;
- Occipitofrontal inferior : interconecta la parte inferior del lóbulo frontal con los lóbulos temporal y occipital;
- Longitudinal inferior : interconecta el lóbulo temporal con el temporal;

- Uncinado : interconecta la corteza de la porción basal del lóbulo frontal con la del polo temporal y
- Occipital vertical : consta de fibras que conectan la porción inferior del lóbulo parietal y áreas adyacentes del occipital con porciones caudales de giros temporales y porciones adyacentes de la corteza occipital.

2.4.4. Fibras comisurales o interhemisféricas:

Las fibras comisurales son axones de células piramidales que generalmente interconectan el área de un hemisferio con el área correspondiente del hemisferio contralateral. Entre ellas se encuentran :

- El cuerpo calloso (Figura 9): es la mayor comisura; interconecta la mayor parte de las áreas neocorticales de un hemisferio con el otro. Estas fibras pueden tener muchas colaterales además de las que van a terminar a la corteza.
- La comisura anterior : interconecta los núcleos amigdaloides, los bulbos olfatorios y las substancia perforada anterior de ambos hemisferios.
- La comisura del fórnix : interconecta los hipocampos.

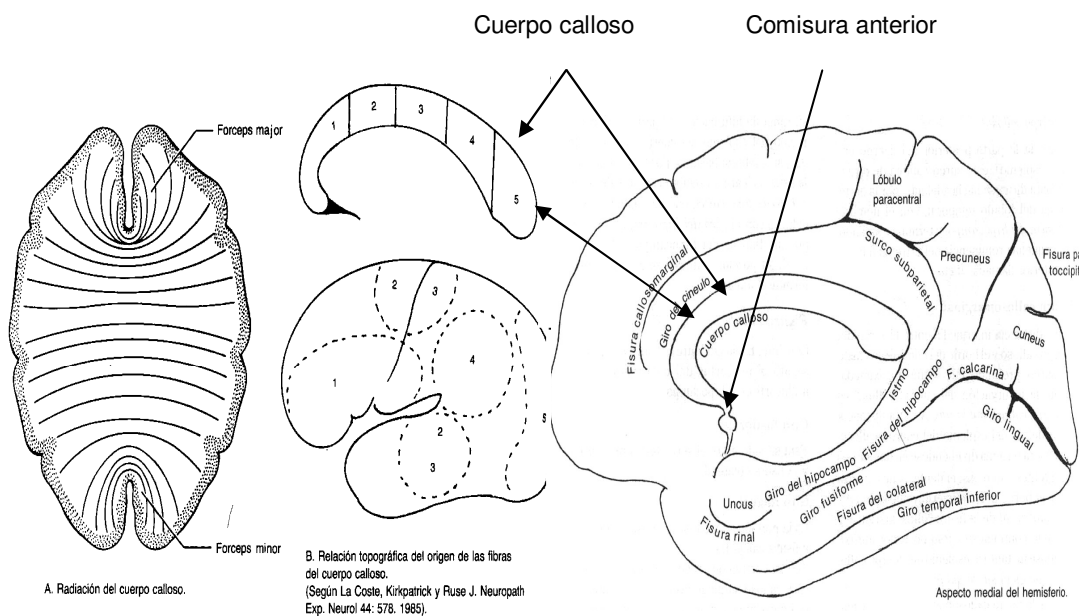


Figura 9. Cuerpo calloso y sus proyecciones.

2.4.5. Áreas funcionales de la corteza.

El estudio topográfico de las funciones de la corteza se inició a mediados del siglo pasado con las observaciones de Broca (1861) quién relacionó la afasia (imposibilidad para la expresión o comprensión de los símbolos verbales) que presentaban algunas personas con lesiones en la base de la circunvolución frontal inferior y con las observaciones de Jackson (1884) acerca de la existencia de lesiones en la región precentral en pacientes convulsivos.

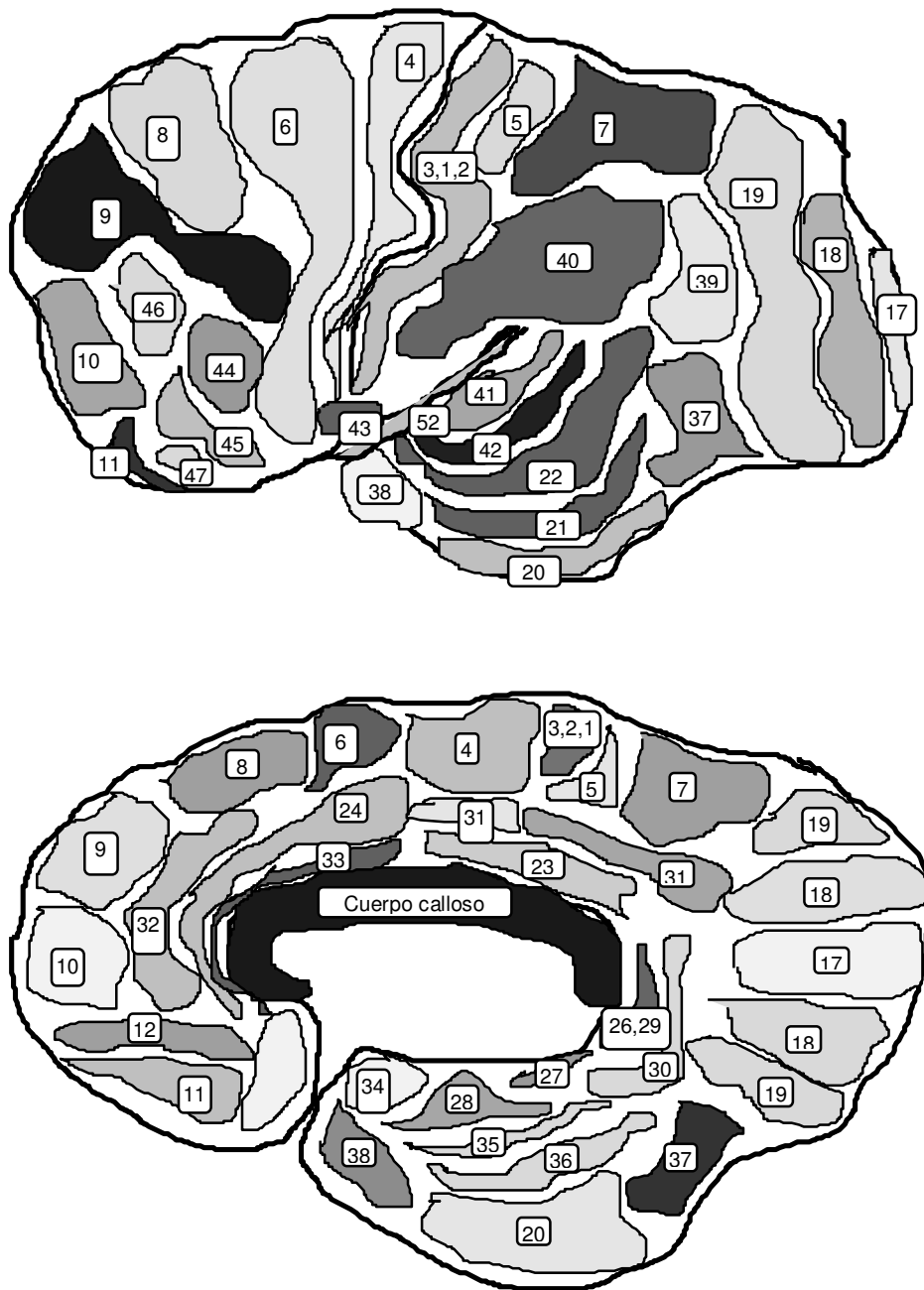


Figura 10. Áreas corticales funcionales según Broca. Arriba: cara externa; Abajo: Cara interna.

LOBULO FRONTAL:

Los lóbulos frontales representan un tercio de la corteza cerebral y son proporcionalmente de mayor tamaño y filogenéticamente más recientes en el ser humano que en cualquier otra especie inferior. Estas estructuras cumplen dos funciones principales: la ejecución de movimientos de destreza y la integración y expresión de la conducta emocional planificada. Las áreas corticales frontales se interconectan con todos los otros lóbulos de los hemisferios cerebrales.

Área 4 de Brodman o Motora Principal: corresponde a la parte de la circunvolución frontal ascendente o Prerolándica que está caracterizada por la presencia de células piramidales gigantes o de Betz. El estímulo eléctrico de esta área se traduce en movimientos de grupos musculares (más que de músculos aislados) del lado opuesto del cuerpo. Las distintas partes del cuerpo se encuentran representadas de una manera ordenada pero invertida con relación a la posición normal del cuerpo, es decir, la cabeza que normalmente se encuentra arriba, en esta área ocupa la parte más inferior. La parte de los miembros inferiores se encuentra por la cara interna o lóbulo precentral. A esta representación se le llama el Homúnculo Motor. En esta área, el volumen de los músculos no es proporcional a la cantidad de área, sino a la función e importancia que posee. Así, la mano ocupa la tercera parte de esta área, pues los movimientos de la mano es lo que ha garantizado la actividad prensil del hombre; de la misma manera, la motricidad de la cara ocupa otra tercera parte del área, hecho que garantiza la expresión facial.

Recibe conexiones del área premotora o área 6, de los núcleos del cerebelo, de los ganglios basales y del tálamo. El área 4 representa la orden de salida de los impulsos motores que corresponden a las principales fibras de proyección descendentes que constituyen el sistema piramidal.

Área 6 de Brodman o Premotora : corresponde al área de la circunvolución frontal ascendente que no posee células de Betz. Estímulos eléctricos sobre esta área producen movimientos menores que los que produce la estimulación del área 4. Cuando se hace un corte de separación entre el área 4 y la 6, la estimulación del área 6 no produce ningún movimiento, demostrando su influencia y dependencia con esa área. Si se extraen pequeñas superficies del área 6, la coordinación fina de los movimientos se altera, demostrando su papel en la programación de los movimientos, de donde deriva su nombre de premotora.

Recibe conexiones del tálamo, el cerebelo y de los ganglios de la base, le posibilita la coordinación de movimientos complejos, especialmente de los músculos axiales y proximales. En esta área se encuentran centros que regulan la fijación de los movimientos de los ojos, de los movimientos faríngeos y de la articulación del lenguaje, de la rotación del tronco y la cabeza.

Área 8 o Motriz Suplementaria: es la continuación del área 6 en el surco interhemisférico. Sus células entran en actividad, no solo cuando se requiere coordinación bimanual en las tareas, sino tan pronto como el sujeto piensa en el movimiento a realizar. Planifica programas en preacción dirigidos al área 4. La influencia de esta área sobre el movimiento se ejerce bilateralmente, más para la actividad manual que para los músculos proximales de la postura. Rolando (1980) ha demostrado la participación de esta área en la percepción del espacio extrapersonal, junto con las conexiones con el área sensitiva (3, 1, 2).

Area 6B o de coordinación óculo-motriz : ocupa la franja vertical media del lóbulo frontal, por delante del área 6. Contribuye a la orientación de los ojos, basada en las aferencias que recibe desde la corteza temporal (auditiva), occipital (visual) y somestésica (área 3-1-2 de Brodman).

Areas 9, 10 y 11 de Brodman o de la Atención y concentración: ocupan la parte anterior de lóbulo frontal. Reciben aferencias del tálamo (núcleo dorsomediano) y con el sistema límbico. Las lesiones de estas áreas se traducen en cambios de temperamento o del humor, apreciándose un estado de indiferencia, pérdida de interés por los actos sencillos como asearse, levantarse o alimentarse, déficit del pensamiento abstracto, pérdida de la atención y de la memoria.

Areas 44 y 45 o área de Broca: ubicada en la parte inferior de la circunvolución frontal ascendente y circunvolución frontal inferior (giros angular y opercular) controlan la musculatura asociada con el lenguaje como lo es la de la cara, la lengua, el paladar y las cuerdas vocales. Una lesión de esta área produce una afasia expresiva o sea una falla en la formulación del lenguaje con dificultad para la emisión y articulación del lenguaje.

LOBULO PARIETAL:

Los lóbulos parietales proporcionan los mecanismos corticales que perciben estímulos somatosensoriales y los integra con la memoria de experiencias pasadas y con otras percepciones sensoriales aferentes para generar el reconocimiento de parte del sujeto de los eventos somáticos y extracorporales. Contribuyen en la función de atención y determina el “mapa” mental que proporciona la conciencia del interior del cuerpo y del mundo que lo rodea.

Area 3-1-2 o Somatosensorial primaria : ubicada inmediatamente después de la cisura de Rolando, en la circunvolución parietal ascendente. Recibe información desde los núcleos talámicos del lado opuesto del cuerpo con un patrón somatotópico organizado que recibe el nombre de homúnculo sensitivo, el que, a semejanza del motor, también es proporcional a las sensaciones que codifica. Así, la mano, también tiene una gran área pues en ellas se encuentra un gran número de receptores sensoriales. Está asociada con el área motora principal y con las demás áreas corticales.

La información sensorial proveniente de los músculos y de las articulaciones, importante para la propiocepción de los miembros se proyecta al área 3a y la información proveniente de la piel, importante para el sentido del tacto, en el área 3b. El área 1 tiene como función básica procesar la información de la piel (área 3b) mientras que el área 2 combina la información proveniente de las áreas 3 y 1. Las representaciones del área 3 son sencillas, mientras que las de las áreas 1 y 2 son complejas. El área 1 proyecta a otras áreas del lóbulo parietal como la 5 y 7 que son áreas secundarias para facilitar el aprendizaje, configurar la imagen corporal y planificar los movimientos en el espacio extrapersonal.

El área somestésica (3-1-2) primaria recibe el nombre de corteza somatomotora porque el 80% de sus estimulaciones produce respuestas sensitivas mientras que el 20% evoca respuestas motoras.

Esta área provee las propiedades críticas para el reconocimiento de las partes del cuerpo en el espacio, identificar la posición de los estímulos, discriminar las diferencias de peso en los objetos levantados, discriminar entre múltiples estímulos sensoriales y abstraer la naturaleza de los objetos a partir de sus características táctiles.

Area 40 o área secundaria: su lesión causa pérdida bilateral de los aspectos sutiles y finos de la sensibilidad (asterognosia), pérdida del esquema corporal. La conciencia de varias modalidades sensoriales puede entrar en la esfera mental a través de centros subcorticales y de la corteza del giro postcentral o área 40.

Area 5 y 7 o Area asociativa sensorial: ubicada en la circunvolución parietal superior. En ellas ocurre la programación de actividades motrices, en particular aquellas que son necesarias para la proyección del brazo hacia un blanco visual y en toda manipulación. Elaboran un sistema de referencia espacial utilizado para conducir movimientos del cuerpo en combinación con las sensaciones visuales y somatosensitivas. Participan en la elaboración del esquema corporal.

LOBULO TEMPORAL:

Los lóbulos temporales actúan como áreas principales de convergencia para las señales provenientes de todas las partes de la corteza.

Areas 41 y 42: ubicadas en la circunvolución temporal superior. Estas áreas reciben información de los cuerpos geniculados medios y está organizada tonotópicamente. El área 41 (corteza primaria) permite la audición del sonido pero no su reconocimiento, que se obtiene por la acción del área 42 (corteza secundaria).

El área temporal 22 constituye la mayor parte del área de Wernicke y es esencial para la comprensión de las palabras oídas. Su lesión en el hemisferio dominante suprime el sentido de las palabras ya que el sujeto no comprende lo que oye, cometiendo muchas faltas al hablar porque no comprende lo que habla.

El área 39 situada en la parte posterior de la cisura de Rolando (gyrus angular); recibe información del área de asociación somestésica, visual y auditiva. Su destrucción supone la alexia (dificultad para leer), y la agrafia (dificultad para escribir).

Fuera de las áreas sensitivas, posee un área asociativa superior ligada a la audición y una inferior ligada a la visión. Esta parte inferotemporal, indispensable en la clasificación visual de las formas, favorece la utilización de los datos visuales en el aprendizaje y en la memoria (Levine, 1982). La parte posterosuperior forma en el hemisferio izquierdo, el área de Wernicke, asociada a la comprensión del lenguaje (Penfield, Roberts, 1959); la parte que corresponde al hemisferio derecho favorece la comprensión de los aspectos afectivos del lenguaje.

La parte del polo temporal ha sido llamada corteza síquica debido a las respuestas que se obtienen cuando es estimulada, la cual puede traer el recuerdo de objetos que se han visto o de música que se ha oído, alucinaciones visuales y auditivas, o ilusiones similares a lo ya visto, sentido u oído en la experiencia diaria.

LOBULO OCCIPITAL:

Área 17 o área visual primaria: es el área receptora primaria para los estímulos visuales que se originan en la retina y viajan por los nervios ópticos, cuerpo geniculado lateral y la radiación óptica del tálamo. Su pérdida origina ceguera completa, lo que indica que los centros subcorticales no son capaces de elevar sensaciones visuales hacia el nivel consciente. Su estimulación no provoca alucinaciones elaboradas sino manchas luminosas, sombras, colores, todo en movimiento, en el campo visual contralateral.

Áreas 18 y 19 o áreas de asociación visual : están al servicio de la interpretación visual o del reconocimiento de los estímulos visuales. Están conectadas con los núcleos pulvinar, lateral dorsal y posterior del tálamo. El área 18 a menudo se designa como área visual II (secundaria) y el área 19 como área visual III. Los objetos vistos por la corteza estriada se procesan y se hacen significativos en las áreas de asociación. Las lesiones de estas áreas asociativas ocasionan que la persona no pueda reconocer o nombrar un objeto, tiene dificultad para determinar su función o para apreciar su importancia por medio de la vista.

El siguiente cuadro resume las principales áreas sensoriales y de asociación de la corteza cerebral (según Kandel y col., 2003):

Denominación funcional	Lóbulo	Área de Brodman
Córtex sensorial primario		
Somatosensorial	Parietal	1,2,3
Visual	Occipital	17
Auditivo	Temporal	41, 42
Córtex sensorial secundario		
Somatosensorial II	Parietal	2
Visual II	Occipital	18
Visual III, IV y V	Occipital, Temporal	19
Área visual Inferotemporal	Temporal	21, 20
Córtex parietal posterior	Parietal	5, 7
Auditivo	Temporal	22
Córtex motor primario	Frontal	4
Córtex motor de nivel superior		
Área premotora incluyendo el área motora suplementaria	Frontal	6,8
Córtex de asociación		
Parieto-temporo-occipital (sensorial polimodal, lenguaje)	Parieto-temporal-occipital	39,40 y (19, 21, 22, 37)
Prefrontal (conducta cognitiva y planificación motora)	Frontal	6
Límbico (emoción y memoria)	Temporal, parietal y frontal	11, 23, 24, 28 y 38

2.4.6. Dominancia Cerebral :

La dominancia cerebral implica que el control de ciertas formas de conducta aprendidas por el hombre recae predominantemente en uno de los hemisferios cerebrales. El uso adecuado de sus manos, la percepción y emisión del lenguaje y la apreciación de relaciones especiales son, sino en todos, al menos en algunos individuos, expresiones de uno o de otro hemisferio.

Aproximadamente el 90% de los adultos son diestros (usan la mano derecha). En estas personas, el hemisferio cerebral dominante es el izquierdo, debido a que los centros motores de este lado controlan los movimientos de la mano derecha, mientras que se considera que en los zurdos, el hemisferio derecho es el dominante. En aproximadamente el 98% de los adultos, la comprensión de la palabra hablada y escrita y el control de la actividad motora para el lenguaje son expresiones del hemisferio cerebral izquierdo. Solamente alrededor del 2% de la población tiene su dominancia para el lenguaje en el hemisferio derecho.

Parece que la lateralización de los centros del lenguaje no está relacionada con la destreza motora de una mano. Un promedio del 90% de los diestros tiene dominancia del lenguaje en el hemisferio izquierdo mientras que el 10 % lo tienen en el derecho. Aproximadamente el 65% de los

zurdos tienen su dominancia para el lenguaje en el hemisferio izquierdo, 20 % en el derecho y un 15 % lo tienen en ambos hemisferios. Los individuos ambidiestros lo tienen como sigue: 60% en el hemisferio izquierdo, 10 % en el derecho y 30% en ambos hemisferios.

El hemisferio dominante o mayor también controla la habilidad verbal y analítica, tiene los substratos y contenidos memorísticos útiles para el pensamiento, el conocimiento expresado y simbolizado a través del lenguaje. No se conoce un substrato microscópico que sustente estas funciones. Solo se han encontrado diferencias en tamaño de algunas áreas pero esto no ha demostrado la diferencia funcional.

El niño de pocos meses es en cierto grado un sujeto con cerebros “separados”. Esto no se debe a deficiencias en las fibras de comunicación interhemisférica. Esta comunicación va aumentando con la edad y está aparentemente bien desarrollada alrededor del segundo o tercer año. La dominancia cerebral se desarrolla en forma gradual y alcanza su mayor fijación al final de la primera década de vida. Luego de los dos años, el niño pasa de ambidiestro a su dominancia definitiva. Aparentemente la capacidad para el lenguaje en los niños reside en ambos hemisferios como expresión de la tendencia de los hemisferios a evolucionar independientemente con un duplicado del otro. Esto explica porque algunos atletas que han sido entrenados durante su niñez son ambidiestros. De la misma manera, un niño zurdo que en esta época sufra alguna lesión puede ser entrenado como derecho o viceversa, hecho que no es fácil sino imposible de llevar a cabo en un adulto o en un anciano. Pero, según Sperry, la excelencia de un hemisferio tiende a interferir con el máximo de ejecución en el otro.

2.5. Eferencias o Sistema motor o de respuesta:

En este apartado se analizará el conjunto de neuronas que constituyen los tractos de salida o corticomedulares (desde la corteza cerebral a la médula espinal) que controlan los movimientos de respuesta ante los estímulos recibidos. Se estudiarán entonces el sistema piramidal y el extrapiramidal.

2.5.1. Sistema Cortico espinal o Piramidal (Figura 11):

El sistema piramidal representa el conjunto formado por todas las fibras que cruzan longitudinalmente las pirámides bulbares, cualesquiera que sea su lugar de origen (córtez) o de terminación (motoneuronas o interneuronas). La mayoría de sus fibras (60%) provienen del área 4 y 6, y un 40% provienen de las áreas 3-1-2, 5 y 7. Esta asociación entre los lóbulos frontales y parietales dan base de la interrelación entre las somestesia y el control de los movimientos. El relativo poco número de fibras (2 millones) hace que no se le pueda atribuir un papel capital en el control general de la motricidad.

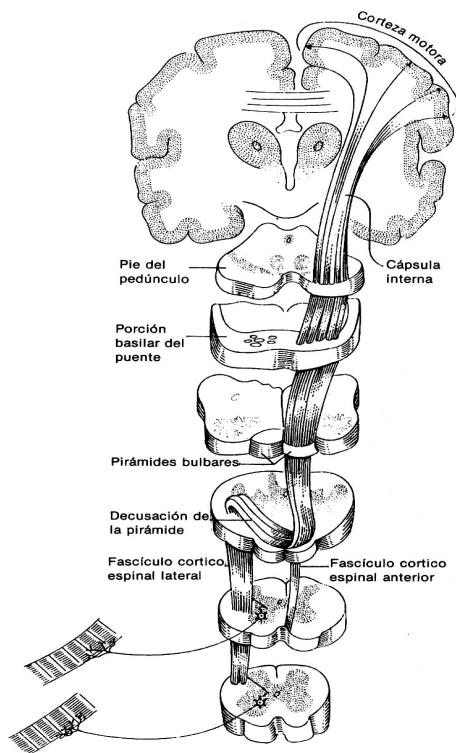


Figura 11. Representación esquemática del sistema piramidal y del sistema extrapiramidal.

La mayor parte de las fibras corticoespiniales cruzan la línea media después de las pirámides bulbares para formar el fascículo piramidal cruzado, localizado en el cordón lateral de la médula. Otras fibras del mismo lado (ipsilaterales) forman el fascículo longitudinal directo, localizado en el cordón anterior pero antes de terminar se cruzan al lado contrario. Las fibras de estos dos fascículos terminan haciendo sinápsis con las motoneuronas o las interneuronas de la médula.

Únicamente las fibras que inervan la musculatura distal (las extremidades de los miembros y la mano) tienen una terminación contralateral. Las demás fibras tienen una terminación bilateral.

El fascículo piramidal parece particularmente asociado al control de los músculos distales, especialmente los de la mano. La lesión de las vías piramidales ocasiona pocas modificaciones de la motricidad global disminuyendo el tono muscular, los reflejos cutáneos, exageración de los reflejos osteotendinosos y disminución de la destreza manual.

Las neuronas piramidales emiten colaterales importantes al núcleo rojo, así como a los ganglios de la base, el núcleo talámico ventrolateral, los núcleos del puente, la formación reticulada y la oliva bulbar. La vía rubroespinal (núcleo rojo-médula espinal) podría suplir el fallo de la vía piramidal. Por estos bucles internos circulan copias de eferencia que controlan inconscientemente una parte de nuestros movimientos.

Las aferencias que llegan al sistema piramidal provienen del núcleo ventrolateral del tálamo, de áreas corticales ipsilaterales por las vías de asociación y de las áreas corticales contralaterales por las comisuras.

Los músculos están representados en el córtex motor profundo por columnas de neuronas piramidales en las que la excitación provoca en particular movimientos precisos de las articulaciones digitales. Las neuronas piramidales reciben reafereencias ligadas a la contracción del músculo sobre el que mandan y es este bucle el que participa en el control de los actos motores (Wong, 1978; Kwan, 1978; Murphy, 1978).

Los impulsos nerviosos eferentes que emiten contienen las características de los parámetros del movimiento, esencialmente la fuerza (para una actitud igual, la descarga aumenta la fuerza que hay que vencer) y probablemente la dirección (célula activa para la extensión y no para la flexión) y la velocidad (relación entre la velocidad máxima del movimiento y la actividad máxima de la célula). La frecuencia y la sincronidad de los impulsos nerviosos determinan el número de unidades motoras activadas y su velocidad de contracción. Esta excitación se traduce por la coactivación de las motoneuronas alfa y gamma, es decir, por un control motor y sensitivo al mismo tiempo. Esto supone

la corrección inmediata del movimiento después del análisis de la señal del error con un aumento o disminución de la actividad de las neuronas piramidales según el frenado o la aceleración inesperados del movimiento. Las pequeñas células piramidales actúan sobre el tono muscular y las grandes participan en la actividad muscular fásica.

Solo una pequeña porción de las fibras corticoespinales terminan en las motoneuronas de la médula espinal. Una gran parte de estas fibras terminan a nivel del bulbo raquídeo y constituyen el tracto corticobulbar que controla las motoneuronas de los nervios craneales, especialmente los núcleos del motor ocular común, el motor ocular externo y del oblicuo mayor reciben inervación directa.

2.5.2. Sistema Extrapiramidal (Figura 11 A):

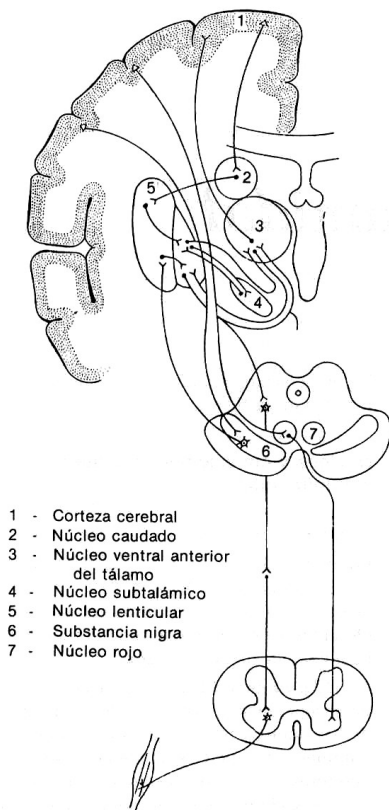


Figura 12 A. Sistema extrapiramidal

El sistema extrapiramidal incluye núcleos, vías y bucles de feedback que influyen la actividad voluntaria de los músculos por fuera de las vías piramidales. Su origen se encuentra en las vías corticales (áreas 6 , 4, 3-1-2, 5 y 7) como las de los núcleos subcorticales (núcleo caudado, putamen, globus pálido, núcleo dorsomediano del tálamo, núcleo subtalámico de Lowis, substancia nigra, núcleo rojo y la substancia reticulada).

Este sistema, filogenéticamente antiguo, está involucrado en la actividad motora estereotipada de naturaleza postural y refleja. Sus bien coordinadas expresiones motoras básicas se consideran como reacciones primitivas.

Este sistema proyecta estímulos descendentes que actúan sobre los núcleos de la médula espinal mediante estimulación subliminal continua (por facilitación), para mantener los actos reflejos espinales en un estado de alerta y listos para cualquier eventualidad. Además, este sistema proporciona una base o substrato que utiliza el sistema piramidal para expresar sus actividades. Muchos circuitos del sistema extrapiramidal están organizados como servomecanismos de la corteza cerebral.

Núcleos o Ganglios Basales:

El término “ganglios basales” se refería inicialmente a todas las masas de sustancia gris contenidas en el interior del cerebro e incluía: el putamen, el núcleo caudado, el globo pálido, la amígdala, el claustró y a veces el tálamo. Actualmente ya no se incluye la amígdala pues hace parte del sistema límbico, el claustró tiene una función en gran parte desconocida y el tálamo forma parte de multitud de vías. Los ganglios basales son entonces : *el putamen, el globo pálido, el núcleo subtalámico y la sustancia nigra*. El putamen y el globo pálido forma a su vez el *núcleo lenticular*; a la unión entre el núcleo caudado y el lenticular se denomina el *cuerpo estriado*.

Sólo debido a algunas patologías en donde se ha comprobado alguna anomalía de estos núcleos es que se conoce su función. Así por ejemplo, la degeneración del estriado (Caudado + putamen) produce la enfermedad de Huntington que se caracteriza por movimientos danzantes (Corea) involuntarios los cuales se van haciendo mas intensos con el tiempo. Esta enfermedad es de carácter hereditaria autosómica dominante. Otro trastorno de este núcleo es la atetosis que se caracteriza por movimientos involuntarios sin un fin determinado. La lesión del núcleo subtalámico produce el trastorno conocido como hemibalismo, el cual se caracteriza por movimientos bruscos de lanzamientos de los brazos o de las piernas. Otras de los trastornos mas frecuentes es la enfermedad de Parkinson la cual es producto del degeneramiento de la sustancia nigra del mesencéfalo.

De cualquier manera, la cantidad de características comunes al daño de los ganglios basales invitan a pensar que estas estructuras neurológicas forman un sistema perfectamente ajustado en el cual el mal funcionamiento de cualquier parte de ellos puede alterar todo el sistema motor.

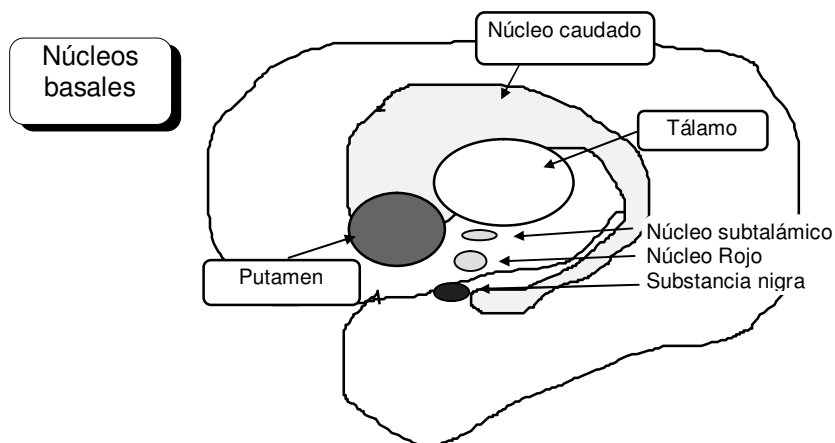


Figura 14. Núcleos basales.

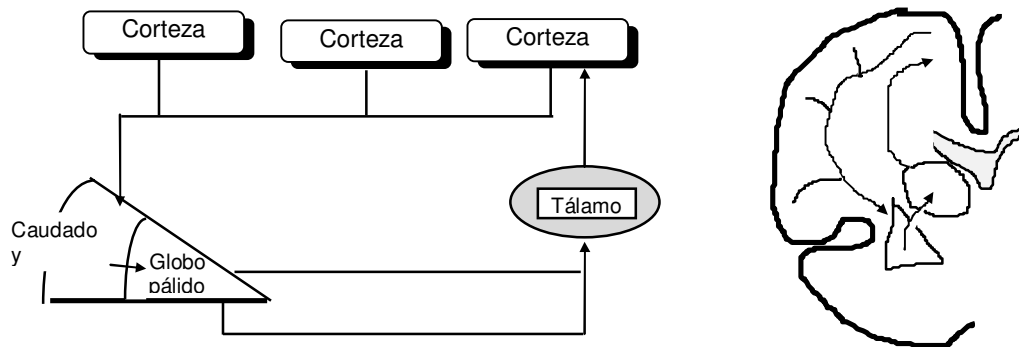


Figura 15. Conexiones de los núcleos basales y la corteza cerebral.

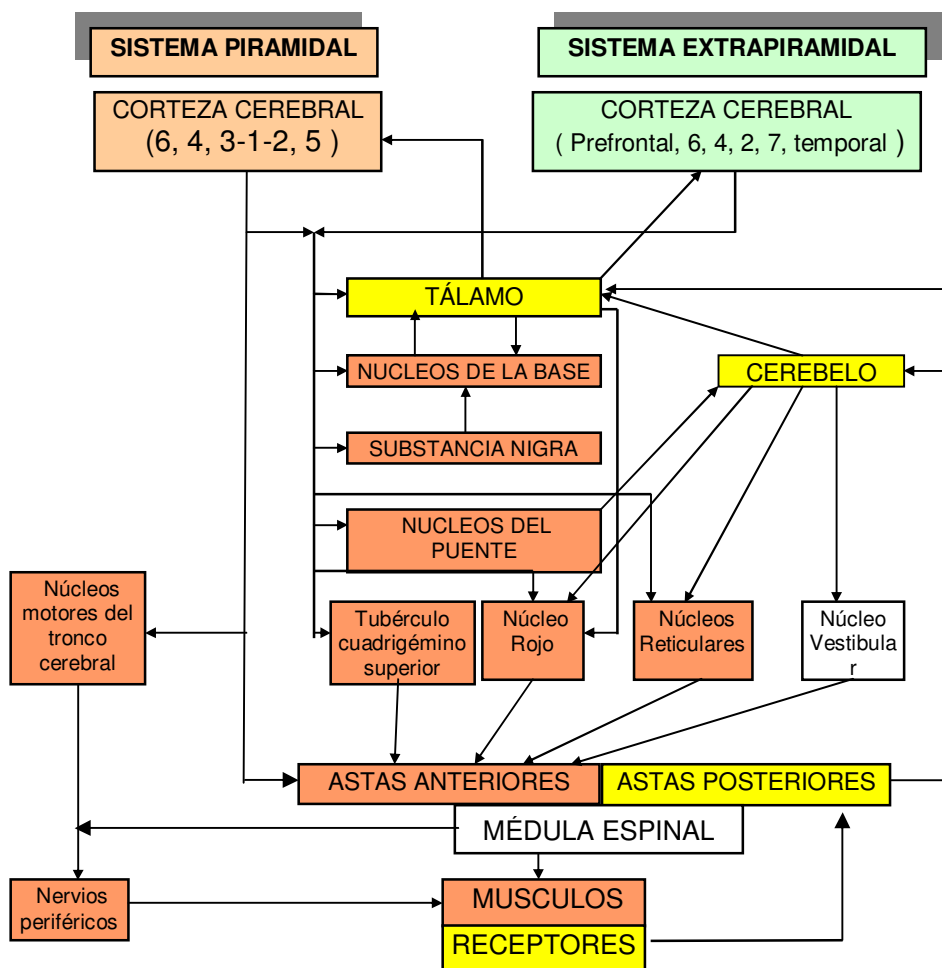


Figura 16. Esquema funcional de los sistemas piramidal y extrapiramidal.