

**FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MORFOLOGICAS
GUANTANAMO**

**SISTEMA LIMBICO.
¿ALGO MAS QUE OLFACION?**

Dra. Marisel García Collado¹, Dra. Yamila Elías Oquendo¹, Dra. Liany Romero Navarro¹, Dra. Berya Fernández Pereira¹, Dr. Darío Rubio Méndez², Noemí Bory Vargas³.

RESUMEN

En la mayoría de los textos de Anatomía es frecuente encontrar el término de rinencéfalo o cerebro olfatorio como sinónimo de sistema límbico. Esto contradice lo expresado por otros autores; por lo que se decide realizar una revisión bibliográfica con el objetivo de profundizar y aportar claridad sobre dicho tema. Los resultados dan a conocer que el rinencéfalo sólo constituye una pequeña porción del sistema límbico, y por ende, cambia por completo la manera de interpretar las lesiones ocurridas en esta estructura en la clínica, por lo que no se circunscribe sólo a afecciones olfatorias sino a otras actividades de la vida de relación, como son: las emociones, la conducta alimentaria y la actividad sexual, entre otras. Esto permite elevar la calidad del proceso docente educativo con temas de actualidad científica.

Palabras clave: SISTEMA LIMBICO; CEREBRO VISCERAL: CEREBRO EMOCIONAL.

INTRODUCCION

El funcionamiento cerebral está garantizado por cuatro grandes bloques estrechamente relacionados.^{1,2} Estos son:

1- La neocorteza: Ocupa cerca del 90 % del manto cerebral. Encargada de la actividad motora, es asiento de centros primarios y agnósticos de la visión,

¹ *Especialista de I Grado en Anatomía Humana.*

² *Especialista de II Grado en Anatomía Humana.*

³ *Estudiante de 6to. año de Medicina.*

audición y sensibilidad somática, así como los centros del lenguaje. En ella se realizan los complejos pensamientos abstractos, como también, los procesos que rigen la atención, la planificación, la organización y el aprendizaje.

2- Los ganglios basales: Constituyen los principales centros motores subcorticales. Rigen los movimientos automáticos y controlan, como el cerebelo y a través de centros talámicos, la actividad motora cortical.

3- La formación reticular: Actúa sobre los centros corticales y subcorticales, permite la vigilia, la atención, el aprendizaje y hace que el cerebro discrimine los estímulos, para dar preferencia a los de mayor relevancia.

4- El sistema límbico: Su composición y funcionamiento constituye el objetivo de nuestro trabajo.

DESARROLLO

DEFINICION.

Antiguamente el sistema límbico se conocía bajo la denominación de rinencéfalo o cerebro olfatorio porque mantiene estrechos vínculos filogenéticos con la olfacción³. Sin embargo, en la actualidad se conoce que sólo una pequeña parte de él está relacionada con el olfato.

La palabra límbico significa "relativo a borde" y dicho sistema está constituido por todos los circuitos neuronales que controlan la conducta emocional y los impulsos motivacionales.^{4,5} Se aplica a una parte del cerebro que contiene a una circunvolución de tejido cortical alrededor del hilio del hemisferio cerebral y un grupo de estructuras profundas asociadas: la amígdala, el hipocampo y los núcleos septales.⁶ Muchos autores denominan al sistema límbico: "cerebro visceral" o "cerebro emocional", por la íntima relación que guarda con el hipotálamo.^{3,7}

COMPOSICION.

El sistema límbico tiene componentes corticales y subcorticales.^{2,8} **Las estructuras corticales** ocupan la cara medial del cerebro (Figura 1) alrededor del cuerpo calloso y el diencefalo; están integradas por:

- a) **El giro del cíngulo** (antiguamente denominado circunvolución del cuerpo calloso^{7,9} y circunvolución crestada.⁹)
- b) **El istmo.**
- c) **El giro parahipocampal.**

De esta manera queda conformado el **giro arqueado** o **gran circunvolución límbica**.⁹⁻¹³

Guyton⁴ añade a la corteza límbica otras estructuras en su porción anterior (Figura 2), como son: el área orbitofrontal y la circunvolución subcallosa.^{4,7}

Concéntricamente y por dentro de las estructuras anteriores, formando un círculo completo e igualmente alrededor del hilio cerebral¹⁰, se hallan (Figura 1):

- a) **El indusium griseum:** Cubre a todo lo largo y ancho la cara dorsal del cuerpo calloso.
- b) **El giro fasciolar:** Ubicado por detrás del esplenio.
- c) **El giro dentado:** Colocado por dentro del hipocampo.
- d) **La cintilla del uncus,** continuación del giro dentado, rodea ventrocaudalmente la cara medial del Uncus.
- e) **La cintilla diagonal,** la cual cruza la sustancia perforada anterior para unirse con el siguiente elemento.
- f) **La circunvolución paraterminal,** ubicada rostralmente respecto a la lámina terminal.

Para completar el círculo, esta circunvolución se une por delante de la rodilla del cuerpo calloso con el indusium griseum.

Las estructuras subcorticales^{5,7,10} comprenden (Figura 2):

- a) **El área septal,** formada por un conjunto de núcleos ubicados por delante de la lámina terminal y por debajo de la rodilla del cuerpo calloso, algunos de ellos subyacentes a la circunvolución paraterminal.
- b) **El área paraolfatoria.**
- c) **El hipotálamo,** una de las áreas más importantes del sistema límbico.
- d) **El epitálamo.**
- e) **Los núcleos anteriores del tálamo.**
- f) **El complejo amigdaloides o amígdala.**
- g) **Parte de los ganglios basales.**

Nauta, considera la región tegmentaria medial del mesencéfalo como parte del sistema límbico, debido a que las conexiones anatómicas, tanto ascendentes como descendentes, vinculan esta región con la formación del hipocampo y el complejo amigdaloides.

CONEXIONES AFERENTES Y EFERENTES.

Una característica del sistema límbico es la pobreza de conexiones que presenta con la neocorteza.⁶ Nauta ha precisado que "la neocorteza cabalga sobre el sistema límbico como un jinete sobre un caballo sin riendas." En realidad, hay unas cuantas riendas; existen fibras que van desde el lóbulo frontal a las estructuras límbicas adyacentes y, probablemente, existan algunas conexiones indirectas a través del tálamo.

Desde el punto de vista funcional, la actividad neocortical modifica la conducta emocional y viceversa. Sin embargo, una de las características de la emoción es que no puede iniciarse o suprimirse a voluntad.

Las principales conexiones del sistema límbico se muestran en la Figura 3. El trígono (fórnix) conecta al hipocampo con los cuerpos mamilares, los que, a su vez, están conectados con los núcleos anteriores del tálamo a través del fascículo mamilotalámico o de Vicq d'Azyr. Los núcleos anteriores del tálamo se proyectan a la corteza del cíngulo y, de ella, parten conexiones al hipocampo para completar un circuito cerrado complejo (circuito de Papez).

La amígdala⁴ recibe señales neuronales de todas las porciones de la corteza límbica, así como de la neocorteza de los lóbulos temporal, parietal y occipital, especialmente de las áreas de asociación auditiva y visual. Debido a estas múltiples conexiones, la amígdala se ha denominado la "ventana" a través de la cual el sistema límbico contempla la situación de la persona en el mundo. A su vez, la amígdala transmite señales de nuevo a las mismas áreas de la corteza, al hipocampo, al septum, al tálamo y, especialmente, al hipotálamo.

FUNCIONES LIMBICAS.

Los experimentos de estimulación y ablación indican que, además de su desempeño en la olfacción, el sistema límbico está encargado de la conducta alimentaria; junto con el hipotálamo, también está encargado de la conducta sexual, de las emociones de cólera y temor, y de la motivación.

RESPUESTA AUTONOMICA Y CONDUCTA ALIMENTARIA.

La estimulación límbica provoca efectos autonómicos, en particular, cambios de la presión arterial y de la respiración. Estas respuestas son desencadenadas desde muchas estructuras límbicas y existen pocas pruebas de una localización exacta.

La estimulación de los núcleos amigdaloides causa movimientos como los de masticación y lamido, así como otras actividades relativas a la alimentación. Las lesiones de la amígdala causan hiperfagia moderada, con ingestión indiscriminada de toda clase de alimentos.^{4,6}

CONDUCTA SEXUAL^{4,6}

El apareamiento es un fenómeno básico pero complejo, en el cual intervienen muchas partes del sistema nervioso. La cópula misma, está compuesta de una serie de reflejos que se integran en centros espinales y en la parte inferior del tronco encefálico, pero los componentes de conducta que la acompañan, la urgencia de copular y la sucesión coordinada de reacciones en el macho y en la hembra que conducen al embarazo, están regulados en alto grado por el sistema límbico y el hipotálamo.

Los gatos y monos con lesiones límbicas bilaterales localizadas en la corteza piriforme que cubre la amígdala, desarrollan una marcada intensificación de la actividad sexual. Estos animales, no sólo montan a las hembras adultas, sino también a las jóvenes inmaduras y a otros machos, e intentan copular con animales de otras especies y con objetos inanimados.

Es difícil determinar hasta dónde son aplicables en los seres humanos los hallazgos en los animales machos de experimentación con lesiones periamigdaloides, pero hay descripciones de hipersexualidad en hombres con lesiones bilaterales en, o cerca de los núcleos amigdaloides.

En las hembras, la extirpación de la neocorteza y de la corteza límbica anula la búsqueda activa del macho (reacciones de seducción) durante el estro, pero otros aspectos de la entrada en celo no se alteran. Las lesiones amigdaloides y periamigdaloides no provocan hipersexualidad como en el macho; sin embargo, las lesiones discretas del hipotálamo anterior anulan el calor sexual sin afectar el ciclo regular hipofisario ovárico.

TEMOR Y COLERA.

El temor y la cólera son, en algunos aspectos, emociones íntimamente relacionadas, ambas reacciones, y a veces mezclas de las dos, pueden ser reproducidas por estimulación hipotalámica.

Las reacciones de temor o miedo pueden ser provocadas en los animales conscientes por estimulación del hipotálamo y de los núcleos amigdaloides. Inversamente, la reacción de temor y sus manifestaciones autonómicas y endocrinas faltan en situaciones que normalmente serán evocadas cuando se destruyen las amígdalas. Un ejemplo espectacular es la reacción de los monos ante las serpientes. Los monos, normalmente, se aterrorizan frente a las serpientes, pero después de la lobectomía bilateral temporal se acercan a ellas sin temor, las levantan y hasta se las comen.

Se ha observado que en animales con ciertas lesiones del encéfalo se presentan episodios de irritación ante estímulos muy pequeños; sin embargo, otras lesiones provocan un estado en el cual los estímulos más traumáticos y provocadores de irritación fracasan para sacar al animal de su calma anormal.

Las respuestas de irritación a estímulos menores se observan después de la ablación de la neocorteza y de los núcleos del septum en animales con corteza cerebral intacta. Por otro lado, la destrucción bilateral de los núcleos amigdaloides causa en los monos un estado de placidez anormal, todo lo contrario a lo que ocurre en la destrucción de los núcleos ventromediales del hipotálamo.⁶ Se destaca que las lesiones hipotalámicas causan efectos opuestos a los provocados por su estimulación.⁴ Por tanto:

- ✍ La estimulación del núcleo ventromedial da lugar a una sensación de saciedad y a una gran tranquilidad.
- ✍ Las lesiones bilaterales del hipotálamo lateral disminuyen las ganas de beber y comer casi a cero y traen como consecuencia una gran pasividad; sin embargo, su estimulación causa sed y hambre e incrementa el grado de actividad del animal, hasta llevarlo a la irritación o a la lucha.

MOTIVACION.

Varias estructuras límbicas están especialmente implicadas en la naturaleza afectiva de las sensaciones; es decir, para saber si esas sensaciones son placenteras o desagradables. Estas cualidades afectivas se denominan, también, recompensa o satisfacción y castigo o aversión. La estimulación

eléctrica de ciertas áreas límbicas place o satisface al animal, mientras que la estimulación eléctrica de otras causa temor, dolor, miedo, reacciones de defensa, de herida, y todos los restantes elementos del castigo.

Se ha encontrado que los principales centros de la recompensa están situados en el núcleo lateral y ventromedial del hipotálamo. Se encuentran centros menos potentes de recompensa, que quizás son secundarios respecto a los principales del hipotálamo, en el septum, la amígdala, ciertas áreas del tálamo y de los ganglios basales, que se extienden hacia abajo al tegmento basal del mesencéfalo.

Los centros de castigo y de tendencia a la huida se han encontrado en la sustancia gris que rodea el acueducto del cerebro en el mesencéfalo y se extienden hacia arriba a las zonas periventriculares del hipotálamo y el tálamo. Áreas menos potentes de castigo se encuentran en algunas localizaciones de la amígdala y del hipocampo.

Tiene un interés especial, el hecho de que la estimulación de los centros de castigo puede inhibir por completo a los centros de recompensa y placer, lo que demuestra que el castigo y el miedo pueden predominar sobre el placer y la recompensa.

APRENDIZAJE.^{4,5,14}

El sistema límbico, como tratamiento de la epilepsia en unos pocos seres humanos, ha sido extirpado bilateralmente. Estas personas pueden recuperar de forma satisfactoria los recuerdos adquiridos previamente. Sin embargo, prácticamente les es imposible aprender información nueva. De hecho, son incapaces de aprender, incluso, los nombres de personas con los que entran diariamente en contacto.

La destrucción del hipocampo también causa cierto déficit de recuerdos adquiridos anteriormente. En fin, existe incapacidad de aprender. La amígdala y el hipocampo anterior están involucrados en la memoria, para cuya alteración es necesario que exista la lesión de ambas estructuras.¹⁰

FUNCION DE LA CORTEZA LIMBICA.^{4,5,14}

La porción menos conocida del sistema límbico es el anillo de la corteza cerebral, denominado corteza límbica, la cual funciona efectivamente como un área cerebral de asociación para el control de la conducta.

ABLACION DE LA CORTEZA TEMPORAL ANTERIOR.

Cuando se extirpa bilateralmente la corteza temporal anterior, invariablemente se daña también la amígdala y se provoca el síndrome de Küver-Bucy, caracterizado por que el animal:

1. Presenta una excesiva tendencia a examinar los objetos con la boca.
2. Pierde el miedo.
3. Disminuye la agresividad.
4. Se muestra manso.
5. Modifica los hábitos dietéticos, incluso, hasta el punto de convertirse en carnívoro si se trata de un animal herbívoro.
6. Presenta, a veces, ceguera psicógena.
7. Muestra frecuentemente un impulso sexual excesivo.

Aunque son raras las lesiones en los seres humanos, las personas afectadas responden de manera no excesivamente diferente de la de los monos.

ABLACION DE LA CORTEZA FRONTAL ORBITARIA POSTERIOR.

Su extirpación bilateral hace que el animal presente con frecuencia insomnio y una gran inquietud motora.

ABLACION DE LAS CIRCUNVOLUCIONES ANTERIORES DEL CUERPO CALLOSO Y LAS CIRCUNVOLUCIONES SUBCALLOSAS.

Su destrucción bilateral libera los centros de la irritación del septum y del hipotálamo, por tanto, el animal se vuelve resabioso y mucho más proclive a los accesos de irritación que en condiciones normales.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Nauta JH. Circuitous connections linking cerebral cortex, limbic system, and corpus striatum 1986.
2. Parra J. Anatomía dinámica y funcional del sistema nervioso y órganos de los sentidos, UCV 1993.
3. Estrada R, Pérez J. El rinencéfalo, sistema límbico o cerebro visceral. En: Neuroanatomía funcional. 3ra reimpresión. T-II. Cuba: Edición Revolucionaria 1977: 324-47.
4. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiología médica. 9na Ed México: Interamericana McGraw-Hill 1997:814-23.
5. Guyton AC, Hall IE. Tratado de fisiología médica. 10ma Ed México: Interamericana McGraw-Hill 2001:820-8.
6. Ganong WF. Bases morfofuncionales de la conducta instintiva y de las emociones. En: Fisiología médica. 15va Ed México: Editorial El manual moderno, CHA de C.V 1995:207-13.
7. Truex RC, Carpenter MB. Neuroanatomía humana. 3ra Ed Cuba: Ed revolucionaria 1971:463-7.
8. Aker K, Hummel P. Anatomía y fisiología del sistema límbico. Servicio científico Roche. 1963.
9. Testut L. Tratado de anatomía humana. 7ma Ed Tomo II. España: Casa Editorial P. Salvat 1922:915-6.
10. Parra J. Organización morfológica del sistema límbico. Rev. de la Soc Venezolana de Ciencias Morfológicas 1995 Oct; 1(2):102-16.
11. Prives M, Lisenkov N, Bushkovich V. Anatomía Humana 4ta Ed T II. Moscú: Edit MIR 1981:211-3.
12. Rouviere H. Anatomía humana descriptiva y topográfica. Suplemento del sistema nervioso central. Cuba: Ed revolucionaria 1968:676-7.
13. Sinelnikov RD. Atlas de anatomía humana. 2da Ed T III URSS: Edit MIR 1983:36-7.
14. Tresguerres IA, *et al.* Fisiología humana. 2da Ed. España: Interamericana McGraw-Hill 1999:173-88.

FIGURAS

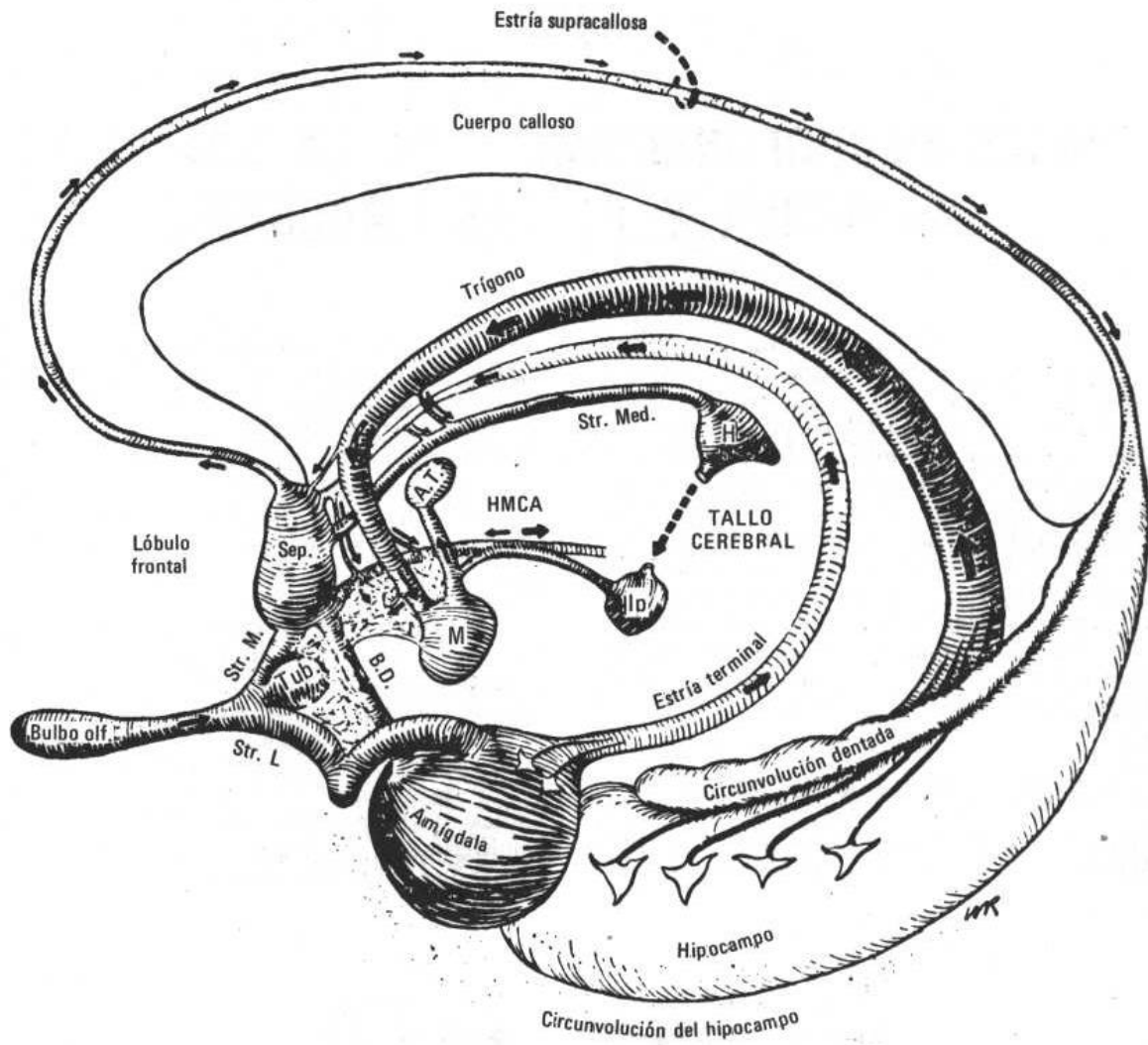


Figura 1. Estructuras corticales que ocupan la cara medial del cerebro.

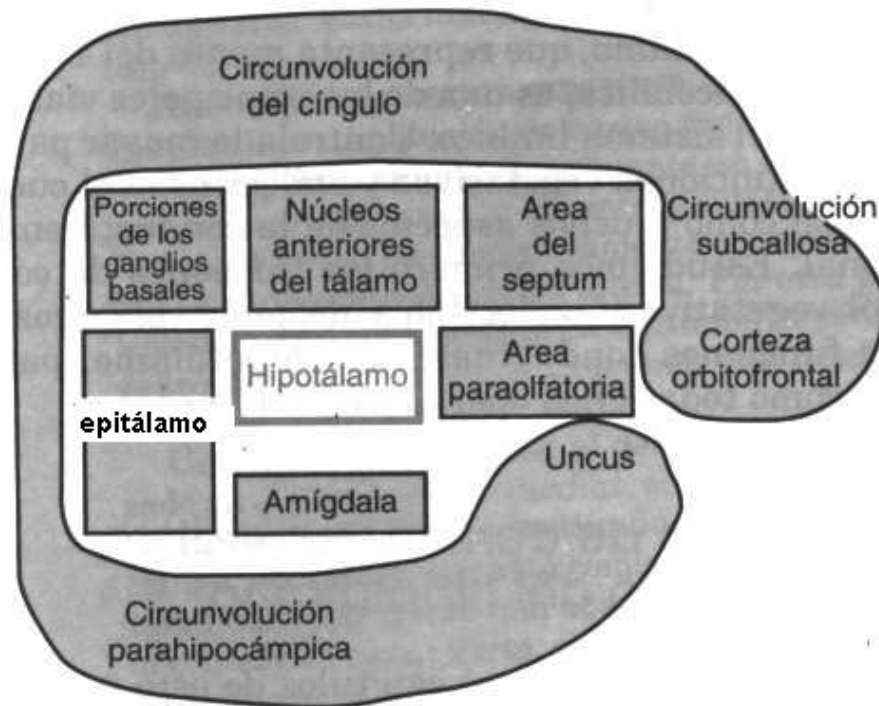


Figura 2. Estructuras corticales y subcorticales que conforman el sistema límbico.

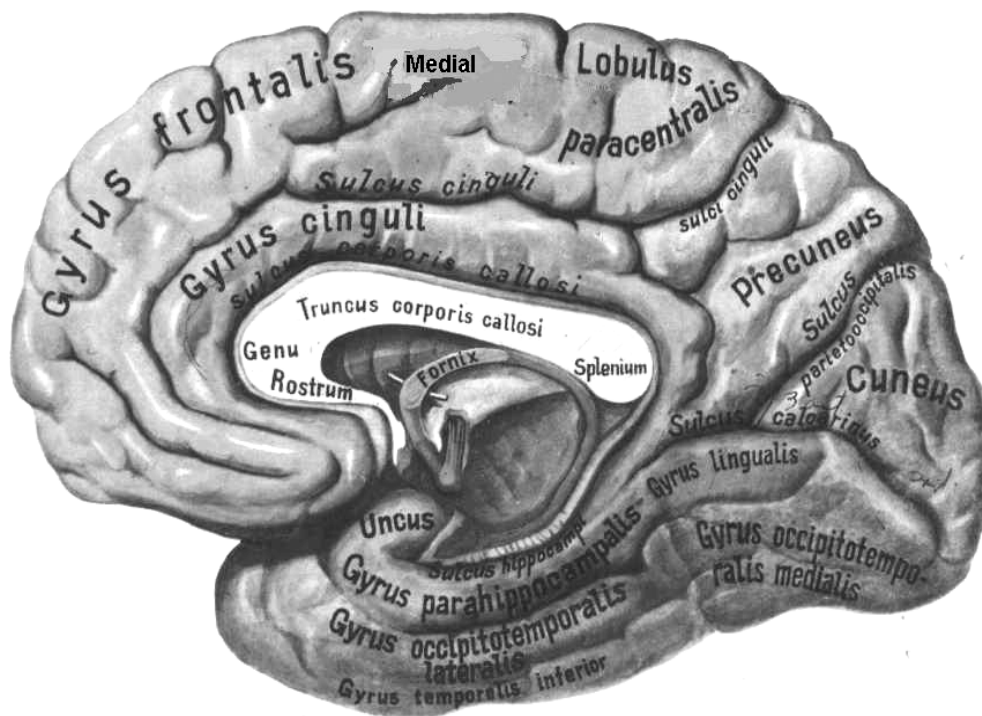


Figura 3. Cara medial de los hemisferios cerebrales.