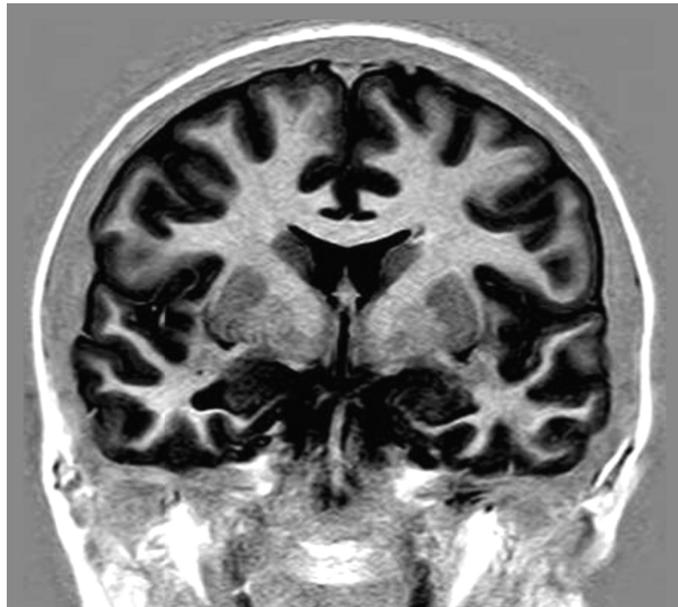


Diseño y presentación de informes y trabajos científicos
Facultad de Medicina y Odontología
Universidad de Valencia

Telencéfalo

el capitalismo anatómico



Alberto Jacobo Cunquero Tomás
Valencia
Junio 2008

A mis padres, familiares y amigos,
por llevarme siempre por el camino correcto



‘¿Ha intentado neurocopiar artículos? Es un proceso muy fácil y barato: se coloca la página en frente de los ojos y se deja pasar a través de ellos hasta el cerebro. Es mucho mejor que fotocopiar’

**Sidney Brenner (1927 -),
biólogo británico**



AGRADECIMIENTOS

Al Sr. D. Antonio Ten Ros, por la inestimable guía y tutela en la presentación del presente trabajo.

A la Sra. Da. Mercedes Zabaleta Merí, por proporcionar todos los elementos necesarios para la confección científica, literaria e iconográfica de esta obra.

A la Universidad de Valencia, por proporcionarme un espacio apto y útil para poder llevar a cabo proyectos de divulgación como el presente.



ÍNDICE

| | |
|---|----|
| ■ Hemisferios cerebrales: morfología externa y lóbulos de la corteza..... | 7 |
| ○ Introducción..... | 7 |
| ○ Lóbulos telencefálico..... | 7 |
| ○ Surcos telencefálicos principales o primeros..... | 9 |
| ○ Surcos y circunvoluciones de los lóbulos telencefálicos..... | 10 |
| ▪ Lóbulo frontal..... | 10 |
| ▪ Lóbulo parietal..... | 11 |
| ▪ Lóbulo temporal..... | 12 |
| ▪ Lóbulo occipital..... | 12 |
| ▪ Lóbulo de la ínsula..... | 13 |
| ▪ Lóbulo límbico..... | 13 |
| ■ Áreas funcionales de la corteza..... | 16 |
| ○ Introducción..... | 16 |
| ○ Áreas de Brodmann del lóbulo frontal..... | 17 |
| ○ Áreas de Brodmann del lóbulo parietal..... | 18 |
| ○ Áreas de Brodmann del lóbulo temporal..... | 19 |
| ○ Áreas de Brodmann del lóbulo occipital..... | 20 |
| ○ Áreas de Brodmann del lóbulo límbico..... | 21 |

| | |
|--------------------------------|----|
| ■ Bibliografía..... | 24 |
| ■ Apéndice I. Léxico..... | 25 |
| ■ Apéndice II. Biográfico..... | 29 |
| ■ Apéndice III. Esquemas..... | 31 |
| ■ Índice analítico..... | 34 |
| ■ Índice Tesoros..... | 37 |



HEMISFERIOS CEREBRALES.

MORFOLOGÍA EXTERNA.

LÓBULOS DE LA CORTEZA

Introducción

Entendemos por hemisferio cerebral a la mitad derecha o izquierda del encéfalo visto en corte sagital

La porción correspondiente al isocórtex de cada hemisferio está muy replegada, formando una serie de relieves denominados giros o circunvoluciones. Además, el isocórtex presentara también una serie de depresiones denominadas surcos. Estas formaciones aumentan el área de la superficie del telencéfalo (*Haines, 2003, 236*).

Lóbulos telencefálicos

La neocorteza presenta unos surcos más marcados, denominados principales o primarios, que nos levan a dividir anatómicamente la corteza de cada uno de los dos hemisferios en seis lóbulos.

De estos seis lóbulos, todos salvo uno van a aparecer en las diferentes caras del hemisferio cerebral. El que no aparece es el lóbulo de la ínsula, que se trata de un lóbulo localizado en la profundidad del surco lateral o cisura de Silvio. Por otro lado, hay 4 de estos seis que se denominan según los huesos craneales bajo los que se ubican (*Snell, 2007, 274*).

Para enumerar estos seis lóbulos, lo haremos según la visión de los hemisferios que estemos estudiando.

En la cara lateral de los hemisferios (*Fig.-1*), observaremos los siguientes lóbulos, todos ellos situados bajo los huesos del mismo nombre, enunciados desde la parte anterosuperior a la posteroinferior (*Schünke et al, 2007, 199*):

1. Lóbulo frontal
2. Lóbulo parietal
3. Lóbulo temporal
4. Lóbulo occipital,

En una vista inferior (*Fig.-1*), y numerados de anterior a posterior, encontraremos (*Schünke et al, 2007, 199*):

1. Lóbulo frontal
2. Lóbulo temporal
3. Lóbulo occipital

En una visión medial de un hemisferio (Fig.-1), encontraremos, de rostral a caudal (Schünke et al, 2007, 199):

1. Lóbulo frontal
2. Lóbulo parietal
3. Lóbulo temporal
4. Lóbulo occipital
5. Lóbulo límbico, solo visible en esta visión. Forma parte del sistema límbico

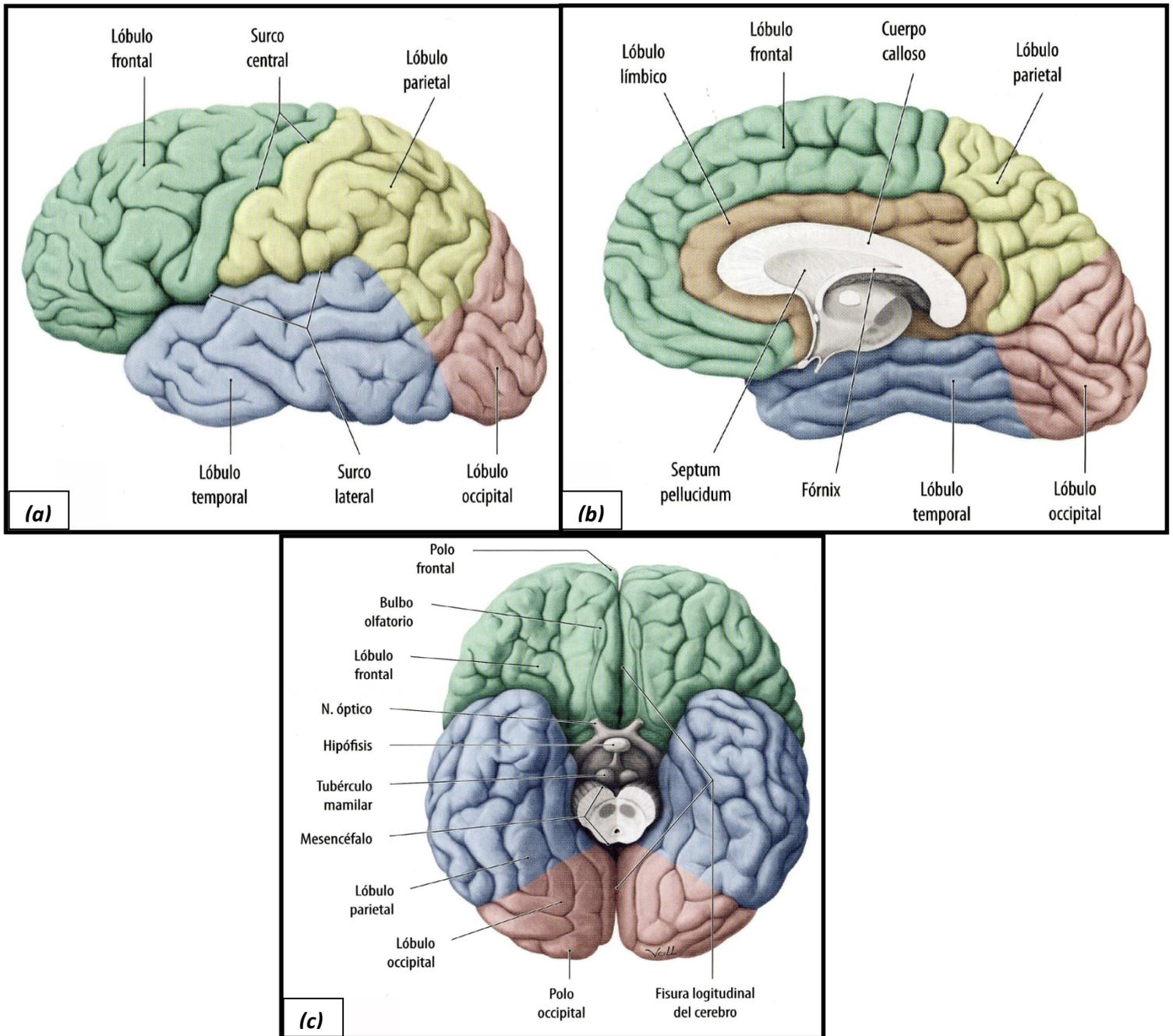


Fig.- 1 Hemisferios cerebrales. (a) Visión lateral. (b) Visión medial (c) Visión inferior. (Schünke et al, 2007, 199)

El sexto lóbulo es profundo, y se denomina lóbulo de la ínsula, o ínsula a secas. Debido al desarrollo embrionario, por ser lo primero que se forma, queda dispuesto en la profundidad de la cisura de Silvio o surco lateral, debido en parte al desarrollo telencefálico.

Para verlo, hay que separar los labios u opérculos que forman y delimitan la cisura lateral o de Silvio (Fig.-2). Para ello llevaremos hacia arriba los opérculos frontal y parietal, y deprimiremos el opérculo temporal, entendiendo por opérculo las porciones del córtex cerebral que cubren la corteza insular.

Además, este lóbulo de la ínsula quedará justamente por fuera del núcleo putamen (Haines, 2003, 239 – 241)

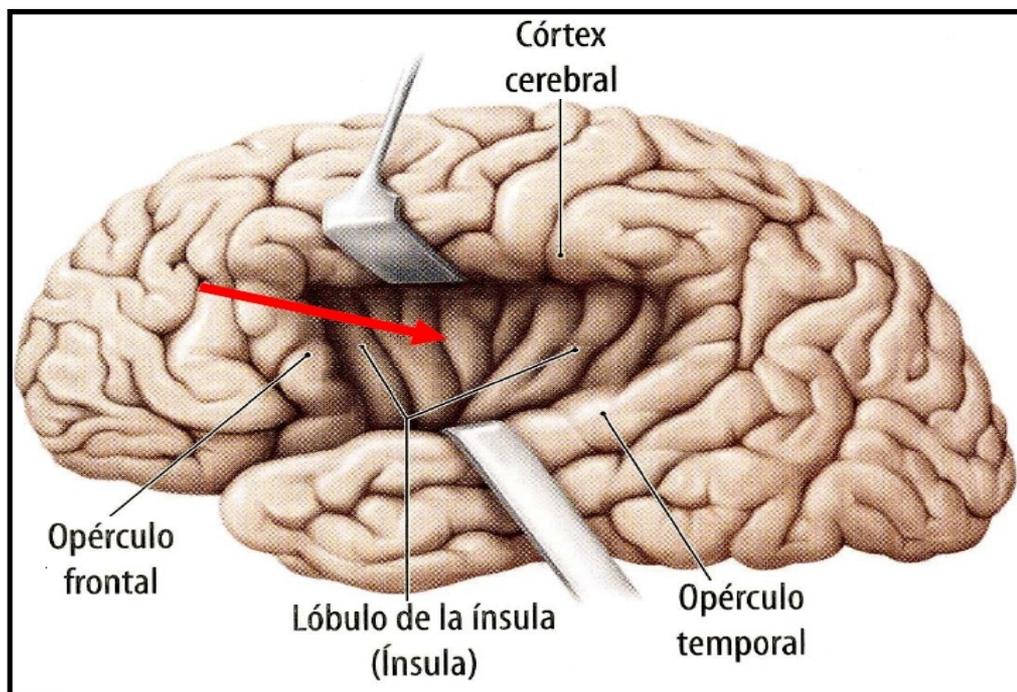


Fig.-2 Lóbulo de la ínsula (Schünke et al, 2007, 198)

Surcos telencefálicos principales o primarios

Estos surcos son los que separan o establecen los límites entre los diferentes lóbulos telencefálicos, ya antes mencionados y enumerados (Snell, 2007, 274).

En la cara lateral de los hemisferios veremos, en primer lugar, el surco lateral o cisura de Silvio, que es la más larga del telencéfalo. Tiene su origen en la cara inferior del hemisferio, externamente al espacio perforado anterior.

Luego se dirigirá lateralmente hacia fuera, separando el lóbulo frontal, que queda más rostral, del lóbulo temporal, que queda más caudal.

Después aparecerá en la cara lateral del hemisferio, donde separará el lóbulo frontal y parietal, que quedan por arriba, del lóbulo temporal, que queda por debajo. Si separamos los opérculos encontraremos el lóbulo de la ínsula.

El segundo de los surcos principales es el surco central o cisura de Rolando. Tiene su origen en la cara medial del hemisferio, para posteriormente aparecer en la cara lateral del mismo. Su importancia radica en que separa el lóbulo frontal, que queda por delante, del parietal, que queda por detrás. Consecuentemente, separa el área 4 (área motora primaria), que queda por delante en el lóbulo frontal, de las áreas 1, 2 y 3, que quedan por detrás, ya en el lóbulo parietal.

En esta misma cara lateral de los hemisferios encontraremos el tercero de los surcos, que es el surco parieto-occipital, que separa el lóbulo parietal del occipital. El cuarto y último surco primario de esta cara lateral será la denominada incisura preoccipital, que separa el lóbulo occipital del temporal, de tal forma que si trazamos una línea entre estos dos últimos surcos aisbamos el lóbulo occipital del resto del telencéfalo. (Snell, 2007, 274 – 275)

En la cara interna de los hemisferios encontraremos cuatro surcos primarios más. El primero de ellos es el surco parieto-occipital, el mismo que aparecía en la cara lateral del hemisferio.

Después encontraremos el surco cingular, que rodea a la circunvolución cingular del lóbulo límbico. Este surco separa la circunvolución cingular de la circunvolución frontal superior, y se denomina también surco caloso marginal.

El tercer surco será el surco o cisura calcarina, que aparece en la cara medial del lóbulo occipital, y su importancia radica en que a su alrededor se localiza el área visual primaria, que es la número 17 de las divisiones funcionales de la corteza cerebral.

El cuarto y último surco primario será el surco del cuerpo caloso, que separa el cuerpo caloso de la circunvolución cingular. (Haines, 2003, 238)

Surcos y circunvoluciones de los lóbulos telencefálicos

Dentro de cada lóbulo hay una serie de cisuras menos marcadas, que subdividen cada lóbulo en una serie de giros o circunvoluciones, y que denominaremos surcos secundarios (Snell, 2007, 275)

Lóbulo frontal

Es un lóbulo que se visualiza en las tres visiones telencefálicas antes mencionadas (Fig.-1). Su extremo más rostral es el denominado polo frontal.

Destacaremos tres surcos en su cara externa, uno vertical y dos horizontales. El primero de ellos, el vertical, es la llamada cisura precentral o prerrolándica, que es paralela al surco central o cisura de Rolando. (Haines, 2003, 238)

Esta cisura separa el área 4 de Brodmann del área 6 cortical, que es el área premotora. Los dos surcos transversales serán el frontal superior y el frontal inferior.

Estos tres surcos subdividen la cara externa (Fig.-3a) en varias circunvoluciones. La primera de ellas, y quizá la más importante, es la

circunvolución prerrolándica o precentral, que queda situada entre la cisura de Rolando y la cisura prerrolándica, y es funcionalmente el área 4 de Brodmann. Cuando esta circunvolución prerrolándica llegue al borde superior del hemisferio, se continuará con la circunvolución paracentral anterior, en la cara medial del hemisferio. Es justamente en esta circunvolución donde se representará el denominado homúnculo motor, reflejándose la pierna en la circunvolución paracentral anterior (*Haines, 2003, 239*).

Por delante de esos surcos encontraremos tres circunvoluciones más, la circunvolución frontal superior, que es la que aparece por encima del surco frontal superior y que se encuentra en la cara medial del hemisferio cerebral, además de en la lateral; la circunvolución frontal media, entre la cisura frontal superior e inferior, y la circunvolución frontal inferior, por debajo de la cisura frontal inferior (*Snell, 2007, 276*).

En la cara inferior o basal (*Fig.-4*) encontraremos también unos surcos que son, de medial a lateral: el surco orbitario interno, debido al bulbo y tracto olfatorio, que discurren por dicho surco; el surco en H; y por último el surco orbitario externo.

Estos surcos delimitan las circunvoluciones recta, que es medial al surco orbitario interno; y las tres circunvoluciones orbitarias, que están delimitadas por el resto de surcos antes mencionados en esta localización (*Schünke et al, 2007, 204*).

Lóbulo parietal

En este lóbulo, que aparece sólo en las visiones medial y lateral (*Fig.-1*), encontraremos varios surcos (*Schünke et al, 2007, 199*).

En la cara externa encontraremos un surco de dirección vertical, paralelo y posterior al surco central o cisura de Rolando, denominado surco postcentral o postrrolándico, situado por detrás de las áreas 1, 2 y 3.

El segundo surco es de dirección transversal y se denomina surco intraparietal; además, delimita con el surco anterior diversas circunvoluciones (*Haines, 2003, 239*).

La primera circunvolución es la circunvolución postrrolándica, circunvolución postcentral o circunvolución parietal ascendente, queda entre el surco de Rolando y surco postrrolándico, y se corresponde con el homúnculo sensitivo, que es la estructura donde están las áreas somato-sensoriales primarias 1, 2 y 3. Esta circunvolución se prolonga en la cara medial del lóbulo parietal, una vez rebasada la línea media superior, pasando a llamarse circunvolución paracentral posterior.

El surco intraparietal determinará la circunvolución parietal superior, por arriba del surco, que se continuará en la cara medial del hemisferio como circunvolución precuña; y la circunvolución parietal inferior, que queda por

debajo de este surco y está formada, a su vez, por dos circunvoluciones, la circunvolución supramarginal y la circunvolución angular, de disposición anterior y posterior, respectivamente (Snell, 2007, 276).

Lóbulo temporal

Este lóbulo lo veremos en cada una de las tres caras o visiones del hemisferio cerebral (Fig.-1). Tiene, al igual que el lóbulo frontal, un polo rostral, denominado polo temporal. Además, presenta varios surcos.

En la cara externa encontraremos dos surcos de dirección transversal, y paralelos al surco lateral, que denominaremos surco temporal superior y surco temporal medio, respectivamente. El surco temporal superior delimita las áreas 41 y 42, correspondientes a las áreas auditivas primarias (Haines, 2003, 239 – 241).

Por la cara inferior del lóbulo temporal aparecen otros surcos, el surco temporal inferior, el surco occípito-temporal y el surco paleoneocortical. Este último surco delimita el lóbulo temporal de la circunvolución hipocampal del lóbulo límbico, y se encuentra actualmente dividido en dos 'subsurcos', denominados, de más posterior a más anterior, surco colateral y surco rinalis, respectivamente. Estos dos subsurcos delimitan varias circunvoluciones.

En primer lugar, y por la cara externa (Fig.-3a), encontraremos la circunvolución temporal superior, que queda entre el surco lateral y el surco temporal superior, y que aloja el área auditiva primaria 41 y 42 de Brodmann. Por debajo de esta circunvolución tendremos la circunvolución temporal media, e inferiormente a esta, la circunvolución temporal inferior.

En la cara inferior de este lóbulo (Fig.-4) encontraremos, a ambos lados del surco occípito-temporal, la circunvolución occípito-temporal lateral y la circunvolución occípito-temporal medial, situadas ambas, de lateral a medial, respectivamente, al surco que las delimita.

Por dentro de la circunvolución occípito-temporal medial encontraremos la circunvolución parahipocampal (Schünke et al, 2007, 204).

Lóbulo occipital

Este lóbulo se visualiza en las tres caras de los hemisferios ya descritas. Como sus análogos temporal y frontal, el lóbulo occipital presenta un extremo más caudal, que denominaremos polo occipital. Por otra parte, en las diferentes caras hemisféricas encontraremos surcos que delimiten circunvoluciones.

Así, encontraremos, en la cara medial, la denominada cisura calcarina, de dirección transversal. Su importancia radica en que a su alrededor, concretamente en alrededor de sus labios superior e inferior, se sitúa el área visual primaria, número 17 de Brodmann. En la cara lateral encontraremos el surco occipital lateral, de dirección transversal (Schünke et al, 2007, 203).

En cuanto a las circunvoluciones delimitadas por estos dos surcos, encontraremos en primer lugar las generadas por el surco occipital lateral, que delimita en la cara lateral del hemisferio occipital (*Fig.-3*) las circunvoluciones occipitales superior e inferior, respectivamente, según queden arriba o debajo de esta cisura (*Zabaleta, 2008*).

En cuanto a la cara medial (*Fig.-3*), la cisura calcarina delimitará dos circunvoluciones: la circunvolución cuña, con forma triangular, y situada posterior a la circunvolución precuña; y la circunvolución lingual, situada por debajo de la cisura calcarina.

Lóbulo de la ínsula

Es el único lóbulo telencefálico profundo, pues está situado profundo en el surco lateral o cisura de Silvio, por lo que es necesario separar los opérculos respectivos para verlo (*Fig.-2*). Tiene una forma triangular, y queda por fuera del putamen.

Alrededor de este lóbulo encontraremos el surco circular, de disposición periférica, que separa la ínsula de los lóbulos adyacentes, que son el frontal, el parietal y el temporal.

Por otra parte, encontramos el surco central de la ínsula, que delimitará unas circunvoluciones cortas, de disposición superior; y otras largas de disposición inferior (*Fig.-2*).

Lóbulo límbico

Este lóbulo aparece solamente en la cara medial de los hemisferios cerebrales (*Fig.-1*), y tiene una forma de anillo; además, forma parte del sistema funcional denominado sistema límbico (*ver Apéndice I*).

Está formado este lóbulo por una serie de estructuras corticales (*Fig.-3b*), entre las que encontramos, de rostral a caudal: área subcallosa, situada bajo el pico del cuerpo calloso; la circunvolución cingular (*Snell, 2007, 276*); el istmo de la circunvolución cingular, que es una zona estrecha situada por detrás del esplenio del cuerpo calloso; la circunvolución parahipocampal o parahipocámpica; y ya el extremo más rostral de esta última circunvolución el uncus, que es una zona de corteza que en profundidad albergará la amígdala (*Schünke et al, 2007, 205*).

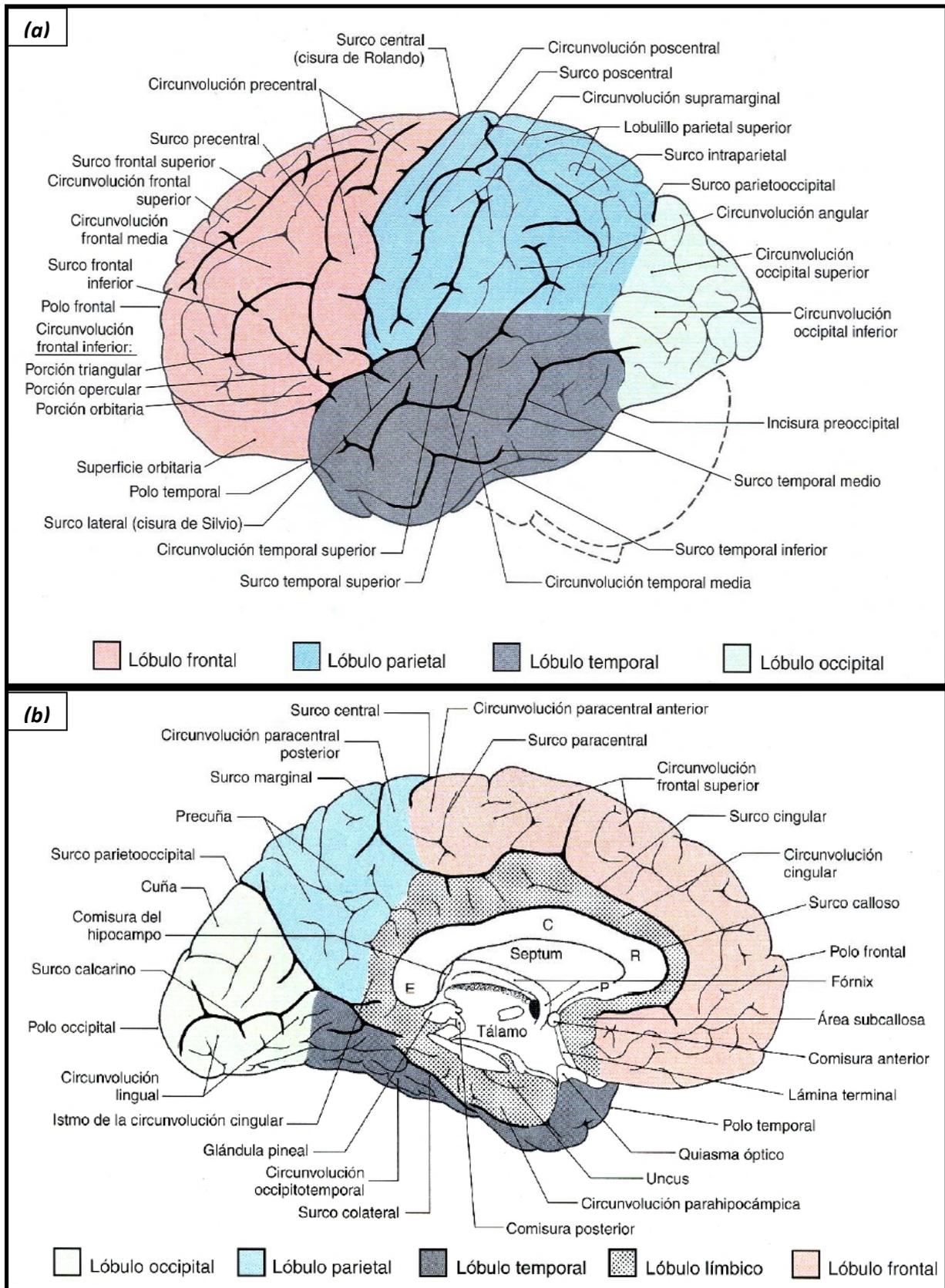


Fig.- 3 Accidentes telencefálicos. (a) Visión lateral. (b) Visión medial (Haines, 2003, 238 - 239)

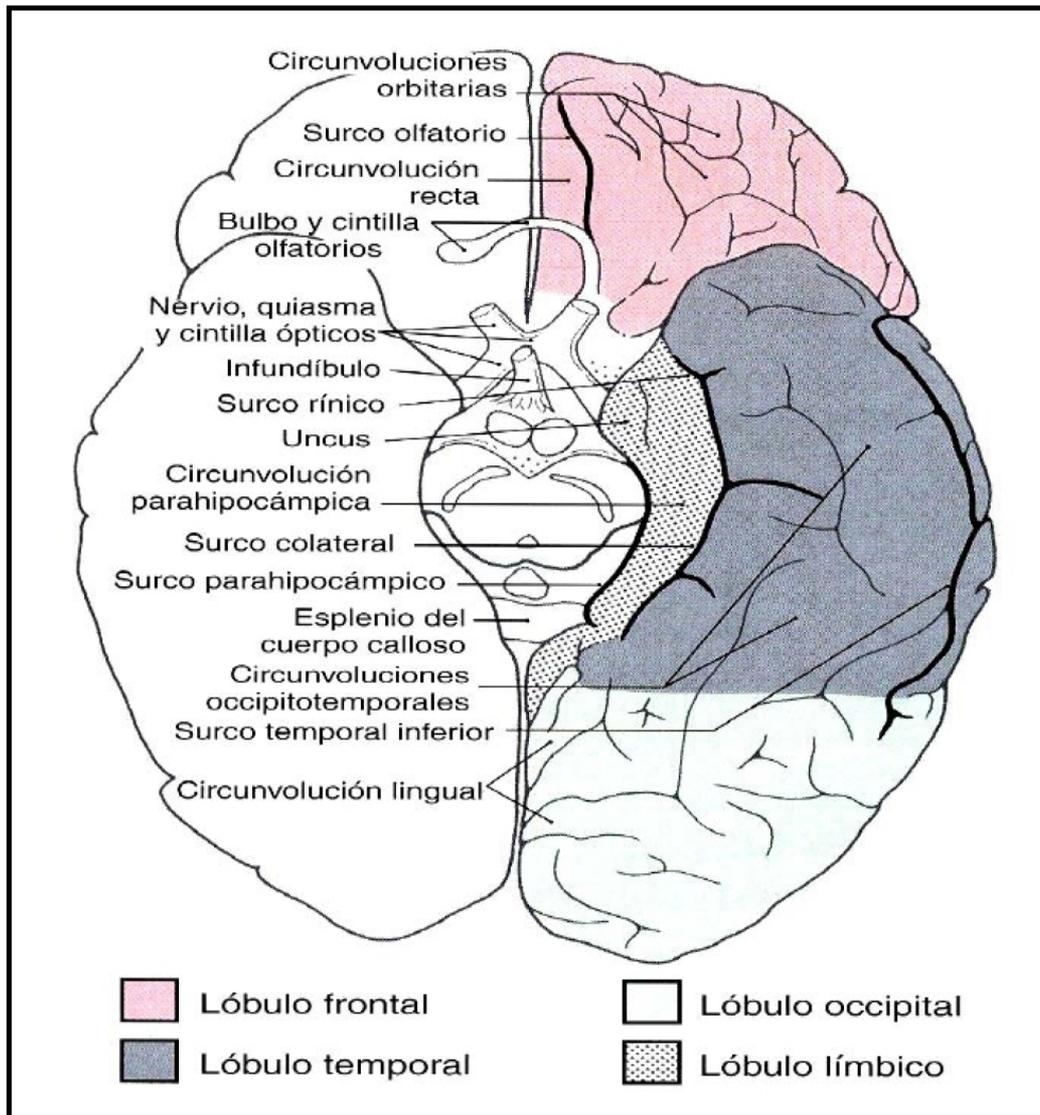


Fig.- 4 Accidentes telencefálicos. Visión inferior (*Haines, 2003, 241*)

ÁREAS FUNCIONALES DE LA CORTEZA CEREBRAL

Introducción

Sabemos que la corteza cerebral, concretamente el isocórtex de la misma, está formado por diferentes tipos de neuronas, destacando entre ellas las piramidales de Betz y las granulares o estrelladas.

Estas neuronas de la corteza cerebral se disponen formando seis capas horizontales, destacando entre ellas la capa IV o estrato receptor, rica en neuronas granulares grandes; y la capa V o estrato efector, rica en neuronas piramidales de Betz. El resto de capas sirven para interconexionar con fibras comisurales y de asociacion (*Schünke et al, 2007, 201*).

Como es lógico, estas seis capas corticales no son uniformes en las diversas porciones de la corteza cerebral (*Snell, 2007, 306 – 308*). Por ello, en base a su espesor y al tipo y tamaño de las neuronas que pueblen cada una de las zonas, Brodmann, a principios del s. XX, hizo un mapa citoarquitectónico de la corteza cerebral, distinguiendo 52 áreas cerebrales, y numerando las mismas. Estas 52 capas se han convertido, con el paso del tiempo, en áreas tanto funcionales como citoarquitectónicas (*Fig.-5 y 6*).

Brodman diferenció dos tipos diferentes de corteza en su estudio del isocórtex (*Snell, 2007, 308*).

En primer lugar, encontraremos *el isocórtex heterotípico*, que va a ser el que aparece en las áreas motoras y sensoriales primarias. A su vez, este isocórtex heterotípico se divide en isocórtex heterotípico agranular y en isocórtex heterotípico granular (*Schünke et al, 2007, 200*).

En el *isocórtex heterotípico agranular* predominan las neuronas piramidales de Betz, y por tanto, hallaremos más gruesa la capa V. Por todo ello, este tipo de isocórtex es de tipo motor, encontrando un gran ejemplo del mismo en el área motora primaria, que es el área 4 de Brodmann

En cambio, el *isocórtex heterotípico granular* predominan las neuronas granulares, hallándose por tanto la capa IV de este isocórtex más desarrollada. Además, como consecuencia de ello este tipo de áreas son de tipo sensorial, encontrando un ejemplo de ello en el área somato-sensorial primaria, correspondiente a las áreas 1, 2 y 3 de Brodmann.

El otro subtipo de isocórtex es el *isocórtex homotípico*, que se corresponde con las áreas asociativas. Estas áreas son las encargadas de interpretar la información recibida, y representan casi el 80% de toda la corteza cerebral (Schünke et al, 2007, 200).

Áreas de Brodmann del lóbulo frontal

El lóbulo frontal se encarga de la organización el movimiento, así que en él encontraremos mayor proporción de isocórtex heterotípico agranular (Schünke et al, 2007, 200).

En primer lugar encontramos el área motora más importante, el área motora primaria, que se corresponde con el *área 4 de Brodmann*. Esta área se sitúa en la circunvolución prerrolándica o precentral del lóbulo frontal, así como en la circunvolución paracentral anterior (Fig.- 5). Representa el origen de las fibras córtico-espinales y córtico-bulbares, presentando ambas una organización somatotópica, representada clásicamente por el homúnculo motor.

El área 4 es la responsable del control de los movimientos voluntarios y especializados en el lado contralateral del cuerpo. Así, sabemos que inicia el movimiento de manera burda, siendo el área 6 de Brodmann la que en realidad programa las acciones del área 4.

La lesión de este área 4 provoca el síndrome de la neurona motora superior, apareciendo un Babinski positivo, parálisis espástica, hiperreflexia e hipertonia (ver Apéndice I). (Zabaleta, 2008).

El *área 6 de Brodmann* se localiza por delante del área 4, también en el lóbulo frontal, situándose en la parte posterior de las circunvoluciones frontales superior, media e inferior (Fig.-5). Este área 6 se cree que actúa en la programación y la preparación del movimiento voluntario, así como en el control de la postura; ello lo hace actuando sobre el área 4, a la que influye mediante fibras de asociación cortas (Snell, 2007, 309 – 310).

La lesión del área 6 produce incapacidad para llevar a cabo un movimiento voluntario de forma correcta, lo que conocemos como apraxia (ver Apéndice I). (Zabaleta, 2008).

Aparte de estas áreas 4 y 6, también encontramos el área motora del lenguaje, denominada *área de Broca*, que se corresponde con el área 44 y 45 de Brodmann. Esta área está situada en la circunvolución frontal inferior, en el conocido como opérculo frontal (Fig.- 2). Además, cabe destacar que esta área tan solo aparece en el hemisferio dominante (ver Apéndice I)

En realidad, el área de Broca es la responsable de la producción de las palabras, tanto en el lenguaje hablado como en el escrito. Así, una lesión en esta área produce la afasia motora, que se caracteriza por la incapacidad de formular

palabras y, en definitiva, de expresarse verbalmente. [Recordemos que definimos afasia como trastorno del lenguaje]

A este tipo de afasia también se le denomina afasia expresiva (*ver Apéndice I*), pues el individuo afectado comprende el lenguaje, pero no puede expresarse verbalmente, estando la musculatura fonadora en perfecto estado (*Zabaleta, 2008*).

Otra de las áreas que encontramos en este lóbulo es el **área ocular frontal**, que se corresponde con el área 8 de Brodmann (*Fig.-5*). Esta área se localiza inmediatamente por delante del área 6, que recordemos es el área premotora, y queda englobada en las circunvoluciones frontales superior y media.

Esta área 8 recibe información de la corteza visual asociativa, del lóbulo occipital, del tálamo y de los ganglios basales; además conexas con los centros de la mirada conjugada y con el colículo superior (*Snell, 2007, 311*).

Su lesión produce, como consecuencia de sus conexiones, la desviación de los ojos hacia el lado contralateral al que se está fijando la mirada (*Zabaleta, 2008*).

Por último, encontramos la **corteza prefrontal**, que se corresponde con las áreas 9, 10, 11 y 12 de Brodmann, situándose por las tres circunvoluciones frontales, además de por las circunvoluciones orbitarias (*Fig.- 5 y 6*).

Esta área está muy desarrollada en el ser humano, y funcionalmente es una corteza relacionada con el juicio, el pensamiento, la planificación y el control de la conducta, el razonamiento y la resolución de problemas. Además, recibe, recibe conexiones del núcleo dorso-medial del tálamo; del hipotálamo; y del hipocampo y la amígdala, pertenecientes estos al sistema límbico (*Snell, 2007, 311*).

Su lesión provoca una incapacidad para tomar decisiones (*Zabaleta, 2008*).

Áreas de Brodmann del lóbulo parietal

En primer lugar, en este lóbulo encontramos el área **somato-sensorial primaria**, también conocida como área de la sensibilidad general, que se corresponde con las áreas 1, 2 y 3 de Brodmann. Esta área se halla situada por detrás del surco central o cisura de Rolando, por lo que se aloja en la circunvolución postcentral o postrolándica y en la circunvolución paracentral posterior (*Fig.-5 y 6*).

A esta área llegan una serie de sensibilidades procedentes del núcleo ventral posterior del tálamo en sus dos porciones, tanto ventral pósteromedial como ventral pósterolateral; por lo tanto, a esta zona de la corteza llegan las fibras del lemnisco trigeminal, del lemnisco medial y del SAL, previa sinapsis en el núcleo pósteromedial y en el núcleo pósterolateral, respectivamente (*Snell, 2007, 312*).

La lesión de esta área produce una pérdida de la sensibilidad táctil, termoalgésica y de presión (*Zabaleta, 2008*).

También encontramos en este lóbulo el área somato-sensorial asociativa o secundaria, formada por las áreas 5 y 7 de Brodmann. Esta área se aloja en las circunvoluciones parietales superior e inferior, por lo que queda por detrás de las áreas 1, 2 y 3 de la circunvolución postrolándica (*Fig.- 5 y 6*).

Esta área procesa la información que le llega, precisamente, del área somato-sensorial primaria, y también la que le llega del tálamo, para así poder procesar información táctil y visual; derivado de ello, apreciamos que este área participa en el reconocimiento de objetos y en la percepción de la imagen corporal (*Snell, 2007, 312*).

Una lesión en esta área provoca la incapacidad de reconocer objetos por el tacto (*Zabaleta, 2008*).

La siguiente área es el área gustativa primaria, que se corresponde con el área 43 de Brodmann, situándose en la zona del opérculo frontal y parietal (*Fig.-5 y 6*). Esta área recibe información del núcleo ventral pósteromedial del tálamo (*Snell, 2007, 313*).

Su lesión resulta en una pérdida del sentido del gusto, denominada clínicamente ageusia (*Zabaleta, 2008*).

Por último, encontramos dos áreas de Brodmann muy relacionadas con el área de Wernicke, y que son el área 40, que se corresponde con la circunvolución supramarginal (*Fig.-5*); y el área 39, correlacionada con la circunvolución angular (*Fig.-5*). Estas áreas, como ya hemos dicho, se relacionan con el área 22 de Brodmann, que es la denominada área de Wernicke

Áreas de Brodmann del lóbulo temporal

En este lóbulo hay que destacar, en primer lugar, el área auditiva primaria, que se corresponde con las áreas 41 y 42 de Brodmann. Esta área auditiva primaria se localiza en la circunvolución temporal superior, en la zona del opérculo temporal (*Fig.-5*), y es aquí donde terminan las radiaciones auditivas que proceden del núcleo geniculado medial del tálamo (*Snell, 2007, 313*).

Esta área se divide, por así decirlo, en dos regiones, según el procesado de los sonidos que recibe; así, los tonos graves están representados lateralmente en esta área, mientras que los agudos aparecerán en la zona medial (*Snell, 2007, 313*).

Su lesión provoca una pérdida de la audición, aunque esta es poco importante, debido a la bilateralidad la vía auditiva. No obstante, produce también problemas de ubicación e identificación de la dirección en el espacio del sonido percibido (*Zabaleta, 2008*).

Encontramos después el área auditiva asociativa, muy relacionada con el área anterior, y que se sitúa en la parte anterior del área 22, que rodea a su vez al área 41 y 42 (Fig.-5).

Esta área auditiva asociativa procesa la información auditiva que le llega de la corteza auditiva primaria y del tálamo. Desde aquí, la información pasa al área de Wernicke, que se sitúa en la parte posterior del área 22 de Brodmann; así, este área 22 será fundamental para la interpretación de los sonidos asociados a la comprensión del lenguaje hablado (Snell, 2007, 313).

El área de Wernicke es el área sensorial del lenguaje, o también denominada área receptiva del lenguaje, y se corresponde con la parte posterior del área 22 de Brodmann (Fig.-5). Situada en la circunvolución temporal superior, es el área responsable de la comprensión del lenguaje hablado y escrito, por lo que proyecta al área de Broca, recibiendo a su vez aferencias de las cortezas asociativas visual y auditiva (Snell, 2007, 313). Además, al igual que el área de Broca, esta área aparece desarrollada solo en el hemisferio dominante (ver Apéndice I).

La lesión del área de Wernicke produce la conocida como afasia sensitiva o receptiva (ver Apéndice I). En ella, el sujeto mezcla de las palabras, las confunde, produciendo frases sin sentido. Por ello, no comprende el lenguaje hablado y ni el escrito (Zabaleta, 2008).

Áreas de Brodmann del lóbulo occipital

Nos encontramos primero con el área visual primaria, que se corresponde con el área 17 de Brodmann, situándose alrededor de la fisura calcarina (Fig.-5). Por ello, decimos que se encuentra en la zona de la cuña y de la circunvolución lingual, además de en la superficie lateral del lóbulo occipital (Fig.-3).

Esta área 17 es la que recibe las radiaciones ópticas, que le llegan desde el núcleo geniculado lateral del tálamo (Snell, 2007, 312), generando su lesión déficits visuales, desde ceguera central hasta pérdida de visión, denominada hemianopsia (Zabaleta, 2008).

El área visual secundaria, por el contrario, es asociativa, y se corresponde con las áreas 18 y 19 de Brodmann, ocupando el resto del lóbulo occipital alrededor del área 17 (Fig.-3 y 4).

Esta área recibe información del tálamo y del área visual primaria, siendo importante en la percepción visual relacionada con el color, el movimiento y la dirección de los objetos (Snell, 2007, 313).

Su lesión produce incapacidad para reconocer colores y objetos (Zabaleta, 2008).

Áreas de Brodmann del lóbulo límbico

El área olfatoria primaria, que se corresponde con el área 34 de Brodmann, tiene una estrecha relación con el sistema límbico, y se corresponde con la corteza piriforme y la corteza entorrinal, ambas olfatorias, que se sitúan en la zona del uncus o gancho de la circunvolución parahipocampal (Fig.6).

El resto del lóbulo límbico forma lo que conocemos como área límbica, relacionada con los sentimientos, las emociones y los instintos, correspondiéndose con las áreas 23, 24, 26, 27, 28, la 29, y 30 de Brodmann.

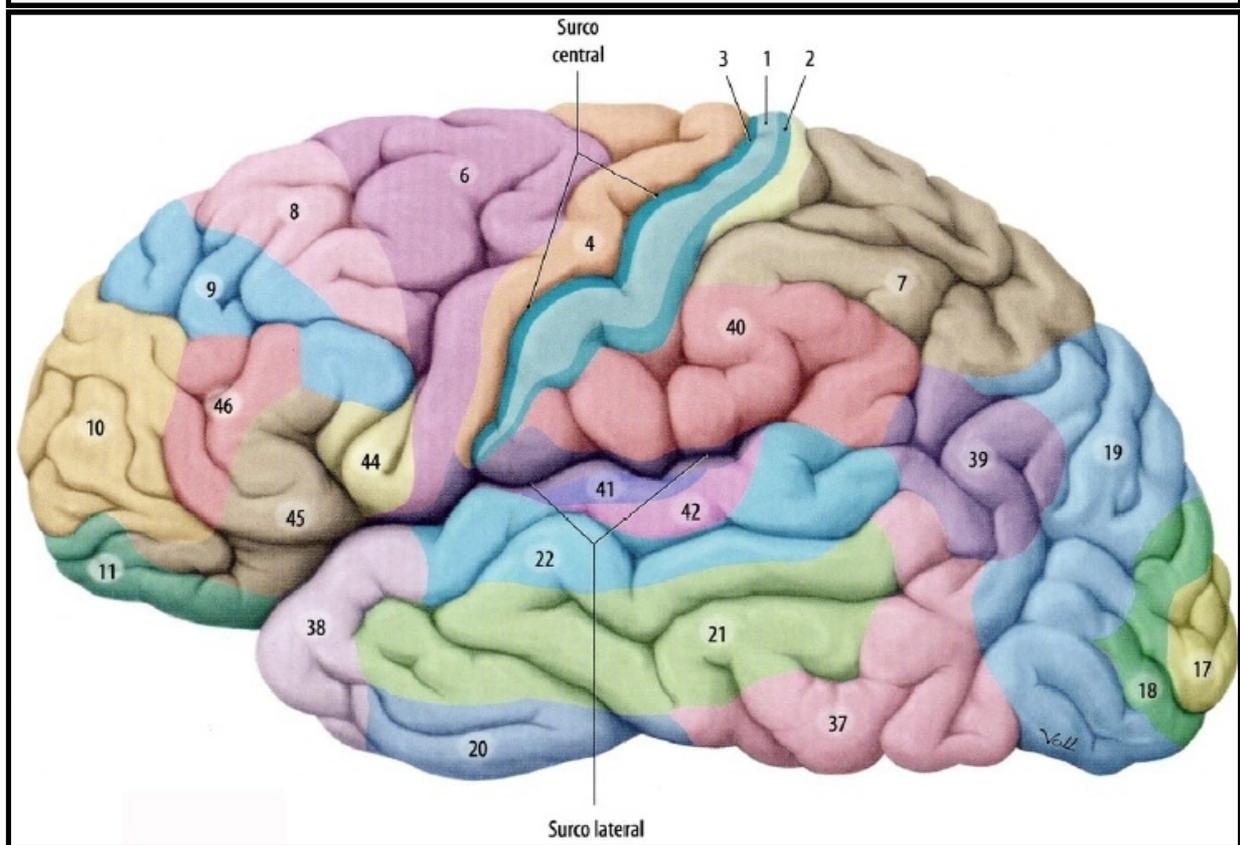
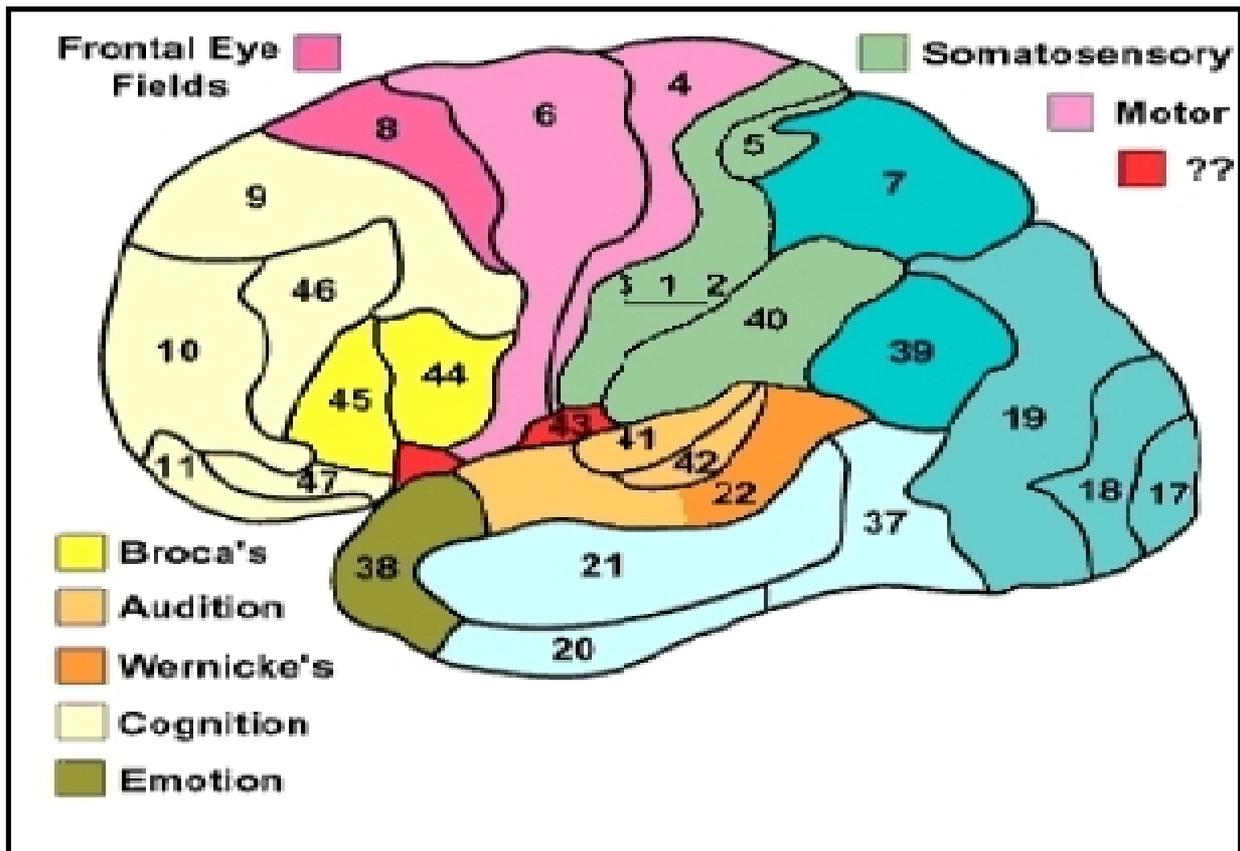


Fig.- 5 Áreas funcionales. (a) Visión lateral (<http://spot.colorado.edu/~dubin/talks/brodmann/brodmann.html>) (b) Visión lateral (Schünke et al, 2007,202)

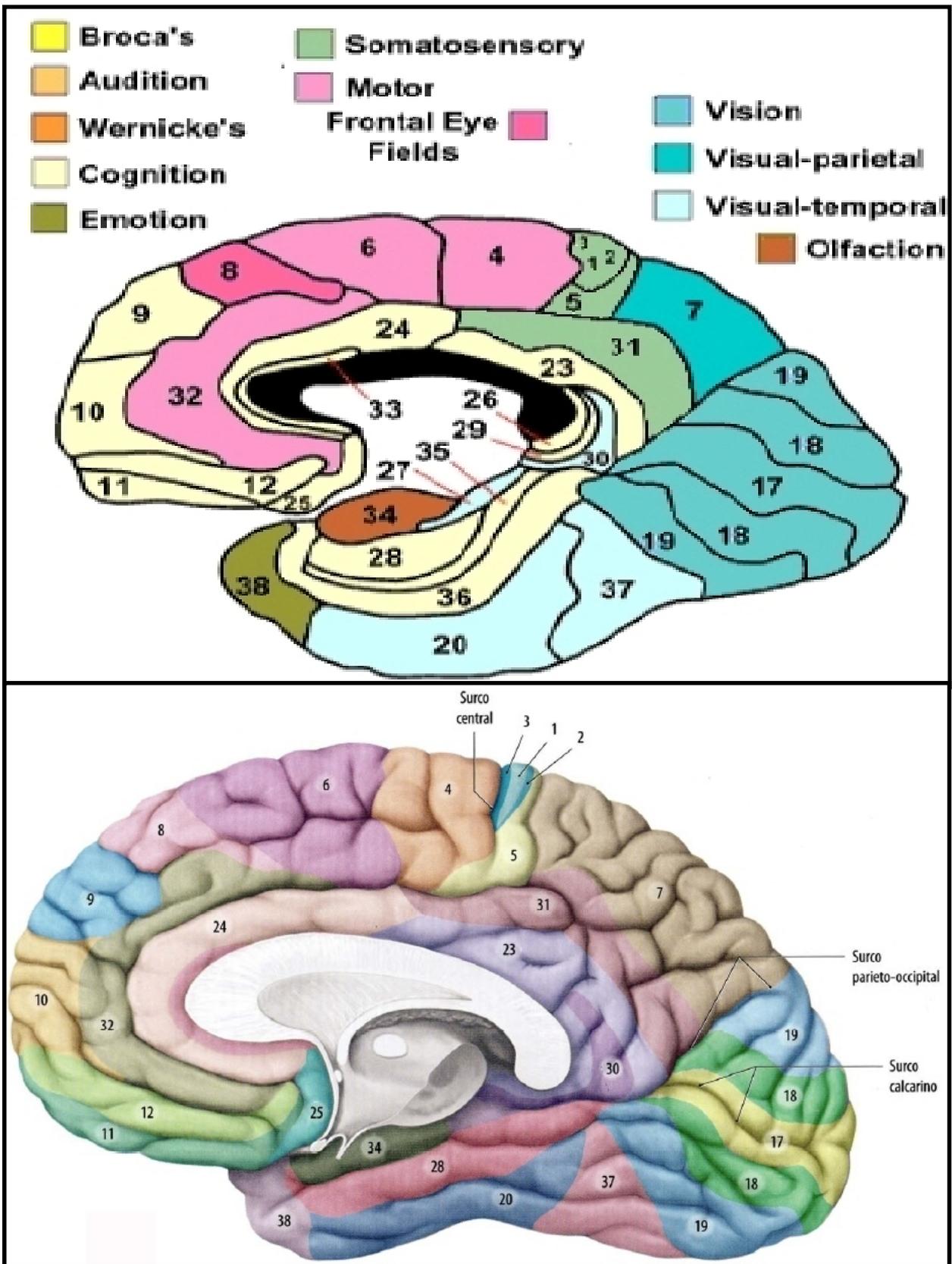


Fig.- 6 Áreas funcionales (a) Visión medial
 (<http://spot.colorado.edu/~dubin/talks/brodmann/brodmann.html>) (b) Visión lateral
 (Schünke et al, 2007, 202)

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía primaria

- Dubin, Mark
Sart of Brodmann (En línea)
University of Colorado
Disponible en:
<http://spot.colorado.edu/~dubin/talks/brodmann/brodmann.html>
- Haines, D. (ed.), (2003). Principios de Neurociencia. 2ª edición. Madrid: Elsevier.
- Schünke, M. et al (2007). Prometheus: texto y atlas de anatomía. Vol. III Madrid: Editorial Médica Panamericana
- Snell, R., (2007). Neuroanatomía Clínica. 6ª Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Zabaleta Merí. Telencéfalo. Universidad de Valencia. 2008.

Bibliografía complementaria

- Carpenter, M., (1999). Neuroanatomía: fundamentos. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Drake, R. (2005). Gray anatomía para estudiantes. Madrid: Elsevier.
- Kandel, R. (2005). Neurociencia y conducta. Madrid: Prentice Hall
- Moore, K., (2007). Anatomía con orientación clínica. México: Editorial Médica Panamericana.
- Netter, F. (2007). Atlas de anatomía humana. Barcelona: Masson
- Sobotta, J. (2004). Atlas de anatomía humana. Vol.I. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

APÉNDICE I. LÉXICO

Afasia

Defecto o pérdida de lenguaje como consecuencia de una lesión neurológica.

Afasia expresiva

Afasia que se caracteriza por la pérdida manifiesta de la fluidez del lenguaje, la presencia de esterotipias, el agramatismo y la anartria. Las lesiones se suelen situar en el área de Broca del hemisferio dominante.

Afasia receptiva

Forma de afasia que se caracteriza por el lenguaje fluido, con parafasias de distinto tipo y una severa afectación de la comprensión. Las lesiones causantes asientan en el área de Wernicke del hemisferio dominante.

Ageusia

Pérdida o disminución del sentido del gusto.

Amígdala

Centro nervioso formado por varios núcleos (por lo que frecuentemente recibe el nombre de complejo amigdalino), situado en el polo del lóbulo temporal. Interviene en el componente emocional de la conducta y en la memoria.

Apraxia

También llamada dispraxia, es una enfermedad neurológica caracterizada por la pérdida de la capacidad de llevar a cabo movimientos complejos de propósito, aprendidos y familiares, a pesar de tener la capacidad física (tono muscular y coordinación) y el deseo de realizarlos. Es decir, existe una disociación entre la idea (el paciente sabe lo que quiere hacer) y la ejecución motora (carece del control de acción).

Circunvolución telencefálica

Cada una de las ligeras prominencias que accidentan la superficie de la corteza cerebral. Recibe el nombre del lóbulo donde se encuentra y el número que de arriba abajo le corresponde: primera circunvolución frontal, tercera circunvolución temporal, etc. Algunas circunvoluciones tienen nombres propios, como la circunvolución precentral.

Colículo superior

Dícese del núcleo intercalar, perteneciente a los tubérculos cuadrigéminos, situado rostralmente en el mesencéfalo. Este complejo, de estructura laminar, constituye un centro importante de relevo del sistema visual

Córtex cerebral

Capa de sustancia gris que cubre el cerebro. Está accidentada por cisuras y surcos y, desde un punto de vista filogenético, se divide en arquicórtex, paleocórtex y neocórtex. Este último, el más reciente en la evolución animal, es el que alcanza mayor extensión en el hombre y posee la máxima complejidad citoarquitectónica. Atendiendo a la organización celular, diversos autores han dividido la corteza cerebral en áreas, siendo uno de los mapas corticales más conocidos el de Brodmann.

Hemianopsia

Pérdida absoluta de la visión en la mitad del campo visual.

Hemisferio dominante

Es aquel hemisferio que posee mayor destreza en el desarrollo de ciertas actividades, como el habla o la escritura. Se estima que el 90% de la población posee su hemisferio dominante en el lado izquierdo, por lo que son diestros de manejo; y viceversa con los zurdos.

Hiperreflexia

Aumento o exaltación de los reflejos. Se utiliza el término para referirse a la exaltación de los reflejos osteotendinosos o clínicomusculares.

Hipertonía

Dícese de un tono muscular aumentado, por encima del basal.

Hipocampo

Circunvolución del lóbulo temporal, que tiene la forma de un caballito de mar. Presenta una forma incurvada, con una cabeza en el extremo rostral y una cola. Se encuentra en la cara medial del lóbulo temporal. El surco del hipocampo hunde la corteza hipocámpica en el cuerno temporal del ventrículo lateral, formando una prominencia conocida como *asta de Ammón*. Además del *asta de Ammón*, el otro componente del hipocampo es la circunvolución dentada, formada. Es una pieza clave en el proceso de la memoria, ya que cuando se lesiona, bilateralmente, se pierde la memoria anterógrada declarativa.

Hipotálamo

Parte inferior del diencéfalo. Está formado por varios núcleos y su volumen es muy reducido. A pesar de su escaso volumen desempeña funciones vitales. Una de ellas es la regulación de la secreción de la hipófisis, mediante los factores liberadores. Otra función, más compleja, es la coordinación de la actividad conductual, pudiéndose hablar del centro hipotalámico de la micción, de la copulación, de la defecación, del sueño, del apetito, etc.

Homúnculo

Hombrecito deforme. Se utiliza esta denominación para designar la somatotopía en el área somestésica y en la motora de la corteza cerebral. Si se representan en estas áreas las distintas superficies del cuerpo, se obtiene un hombrecito con unas partes enormemente desarrolladas, mientras que otras son minúsculas.

Lóbulo telencefálico

Término referido a cada una de las divisiones de la superficie telencefálica. Así los lóbulos telencefálicos son el frontal, el parietal, el occipital, el temporal, el límbico y el de la ínsula

Neocórtex

Es la corteza cerebral más reciente en la escala filogenética y que, en la especie humana, alcanza el máximo desarrollo, ocupando la mayor parte de la superficie cerebral.

Opérculo

Dícese de las porciones de la corteza cerebral que cubren la corteza insular

Parálisis espástica

Parálisis de cualquier topografía asociada a espasticidad. Se observa en lesiones de la vía piramidal.

Putamen

Componente lateral y más amplio del núcleo lenticular. Es, junto con el núcleo caudado, el que forma el neoestriado.

Signo de Babinski

Extensión del primer dedo del pie, como consecuencia de la estimulación de la planta del pie, que se realiza durante la obtención del reflejo cutáneo plantar. Es significativo de una lesión de la vía córtico-espinal.

Síndrome de neurona motora superior

Conjunto de signos y síntomas asociados a una lesión en la primera neurona, situada en la corteza cerebral, de la vía piramidal o motora. Entre esos signos encontramos paresia muscular espástica, hiperreflexia, hipertonia y signo Babinski positivo, entre otros.

Sistema límbico

Es un sistema formado por varias estructuras cerebrales que gestiona respuestas fisiológicas ante estímulos emocionales. Está relacionado con la memoria, atención, emociones, personalidad y la conducta; y está formado por partes del tálamo, del hipotálamo, del hipocampo, de la amígdala cerebral, del cuerpo calloso, del séptum y el mesencéfalo.

Surco telencefálico

Dícese de la depresión lineal que aparece en la superficie telencefálica, y que tiende a dividir dicha superficie en diversos giros o circunvoluciones

Tálamo

Estructura neuronal del tamaño y forma de una lenteja y de origen diencefálico, siendo la estructura más voluminosa de esta zona. Se halla en el centro del cerebro, encima del hipotálamo y separado de éste por el surco hipotalámico de Monroe. Además, puede ser considerado como un conjunto de núcleos asociados, y recibe el paso de todo estímulo sensorial, a excepción del olfativo.

Telencéfalo

Estructura cerebral situada sobre el diencefalo, y que representa el nivel más alto de integración de somática y vegetativa. Además, se encuentra dividido en dos hemisferios cerebrales, y posee tanto sustancia blanca como sustancia gris, tanto cortical como subcortical.

APÉNDICE II. BIOGRÁFICO

Broca, Paul Pierre (1824 - 1880)

Médico, anatomista y antropólogo francés. Como neuroanatomista excelso, hizo importantes contribuciones al entendimiento del sistema límbico.

Sin embargo, el campo de estudio en el que Broca se hizo famoso y una piedra angular en la historia de la medicina y las neurociencias fue el descubrimiento del centro del habla (ahora conocido como el área de Broca, o tercera circunvolución del lóbulo frontal). Llegó a este descubrimiento estudiando los cerebros de pacientes afásicos (personas incapaces de hablar).

Dubois, Jacques; alias Sylvius o Silvio (Amiens, 1478-París, 1555)

Médico francés, fue profesor de anatomía y maestro de Vesalio, fue un acérrimo enemigo de las innovaciones introducidas por éste en el estudio de la anatomía.

Por otra parte, dio nombre a diversas estructuras anatómicas, como la cisura de Silvio, que separa los lóbulos frontal y parietal del temporal.

Magendie, François (Burdeos, 1783 - Sannois, 1855)

En su "haber" hay que contar la constatación de la existencia de un principio contagioso en la saliva de los perros rabiosos, la detención de los movimientos peristálticos del esófago tras la sección del nervio vago, la explicación de por qué el alimento no vuelve al esófago desde el estómago, el estudio de numerosos fenómenos fisiológicos y patológicos como la velocidad de circulación del quilo, la función de muchos nervios empleando el método de seccionarlos en perros, el flujo pulsátil de la sangre en las arterias inmediatas al corazón, las modificaciones de la tensión arterial, los órganos de absorción de los mamíferos, la mecánica de la ventilación pulmonar, el vómito y los fármacos que lo provocan o lo inhiben, el papel de la epiglotis en la deglución, las características del fondo de ojo, los cálculos de la vesícula, la tuberculosis, los efectos de la estricnina, el influjo de los movimientos respiratorios en la hemodinámica, el tímpano, los pares craneales, la quinina, los mecanismos y el tratamiento de la asfixia, los ruidos cardiacos, el líquido cefalorraquídeo, la glucemia basal, la sensibilidad recurrente, el calor animal, y un largo etcétera de fenómenos fisiológicos, patológicos, anatómicos y toxicológicos.

Existe incluso una estructura anatómica que lleva su nombre: el Agujero de Magendie, un orificio que comunica el IV ventrículo con el espacio subaracnoideo.

Rolando, Luigi (Turín, 1773- id., 1831)

Médico italiano, se especializó en el estudio del sistema nervioso central, del cual descubrió diversos detalles anatómicos.

Dio nombre a algunas estructuras, entre las que destacan la denominada *cisura de Rolando*, que divide los lóbulos cerebrales frontal y parietal; y la *sustancia gelatinosa de Rolando*, que se localiza junto a las astas posteriores de la médula.

Von Luschka, Hubert (1820 – 1875),

Anatomista alemán que dio nombre a varias estructuras, incluyendo el agujero de Luschka, las criptas de Luschka, las uniones de Luschka o los conductos de Luschka.

Además, promovió el uso de información anatómica en cirugía, por ejemplo, para manipular órganos internos usando largas agujas antes de proceder a la apertura de las estructuras suprayacentes. Además, fue el primero en llevar a cabo extensos estudios sobre cadáveres humanos sanos.

Wernicke, Carl (Tarnowitz, 1848-Thüringer Wald, 1905)

Neuropsiquiatra alemán. Sus trabajos sobre el complejo sintomático de la afasia y la descripción de una alteración de la percepción del lenguaje (denominada *afasia de Wernicke* o *sensorial*) fueron capitales para ulteriores investigaciones neurológicas de los trastornos del lenguaje.

Aplicó el modelo asociacionista, con lo que pudo establecer la existencia de ciertas afasias, como la de conducción, ignoradas hasta entonces.

APÉNDICE III. ESQUEMAS

Capítulo 1

■ Tendremos seis lóbulos telencefálicos

1. Lóbulo frontal
2. Lóbulo parietal
3. Lóbulo temporal
4. Lóbulo occipital
5. Lóbulo límbico
6. Lóbulo de la ínsula

■ Tendremos los siguientes surcos principales

1. En la cara lateral
 - a. Surco lateral o cisura de Silvio
 - b. Surco central o cisura de Rolando
 - c. Surco parieto-occipital
 - d. Incisura preoccipital
2. En la cara medial
 - a. Surco parieto-occipital
 - b. Surco cingular o surco calloso marginal
 - c. Cisura calcarina
 - d. Surco del cuerpo calloso

■ Encontraremos los siguientes surcos y circunvoluciones en el lóbulo frontal

1. Surcos de la cara lateral
 - a. Cisura precentral o prerrolándica
 - b. Surco frontal superior
 - c. Surco frontal inferior
2. Surcos de la cara inferior
 - a. Surco orbitario interno
 - b. Surco en H
 - c. Surco orbitario externo
3. Circunvoluciones de la cara lateral
 - a. Circunvolución prerrolándica o precentral
 - b. Circunvolución frontal superior
 - c. Circunvolución frontal inferior
4. Circunvoluciones de la cara medial
 - a. Circunvolución paracentral anterior
5. Circunvoluciones de la cara inferior
 - a. Circunvolución recta
 - b. Circunvoluciones orbitarias (son 3)

■ En el lóbulo parietal encontraremos los siguientes surcos y circunvoluciones:

1. Surcos de la cara lateral
 - a. Surco postrolándico o postcentral
 - b. Surco intraparietal
2. Circunvoluciones de la cara lateral
 - a. Circunvolución postrolándica, postcentral o parietal ascendente
 - b. Circunvolución parietal superior
 - c. Circunvolución parietal inferior
 - i. Circunvolución supramarginal
 - ii. Circunvolución angular
3. Circunvoluciones de la cara medial
 - a. Circunvolución paracentral posterior
 - b. Circunvolución precuña

■ En el lóbulo temporal encontramos los siguientes surcos y circunvoluciones

- Surcos de la cara lateral
 - Surco temporal superior
 - Surco temporal medio
- Surcos de la cara inferior
 - Surco temporal inferior
 - Surco occípito-temporal
 - Surco paleoneocortical
 - i. Surco rinalis
 - ii. Surco colateral
- Circunvoluciones de la cara lateral
 - Circunvolución temporal superior
 - Circunvolución temporal media
 - Circunvolución temporal inferior
- Circunvoluciones de la cara inferior
 - Circunvolución occípito-temporal lateral
 - Circunvolución occípito-temporal medial
 - i. Circunvolución parahipocampal (por dentro)

■ En el lóbulo occipital encontraremos los siguientes surcos y circunvoluciones:

1. Surcos de la cara medial → cisura calcarina
2. Surcos de la cara lateral → surco occipital lateral
3. Circunvoluciones de la cara medial
 - a. Circunvolución cuña
 - b. Circunvolución lingual
4. Circunvoluciones de la cara lateral
 - a. Circunvolución occipital superior
 - b. Circunvolución occipital inferior

■ En el lóbulo de la ínsula encontraremos los siguientes surcos y circunvoluciones:

1. Surcos
 - a. Surco circular
 - b. Surco central de la ínsula
2. Circunvoluciones
 - a. Circunvoluciones cortas
 - b. Circunvoluciones largas

■ En el lóbulo límbico encontraremos las siguientes estructuras corticales

1. Área subcallosa
2. Circunvolución cingular + istmo de la circunvolución cingular
3. Circunvolución parahipocampal + uncus

Capítulo II

■ En el lóbulo frontal, encontraremos las siguientes áreas de Brodmann

1. Área 4 o área motora primaria
2. Área 6 o área premotora
3. Áreas 44 y 45 o área de Broca
4. Área 8 o área ocular frontal
5. Áreas 9, 10, 11 y 12 o corteza prefrontal

■ En el lóbulo parietal hallaremos las siguientes áreas

1. Áreas 1, 2 y 3 o área somato-sensorial primaria
2. Áreas 5 y 7 o área somato-sensitiva asociativa o secundaria
3. Área 43 o área gustativa primaria
4. Área 40 o área de Wernicke
5. Área 39

■ Encontraremos en el lóbulo temporal las áreas siguientes

1. Áreas 41 y 42 o área auditiva primaria
2. Área 22 o área auditiva secundaria
3. Área 22 o área de Wernicke

■ En el lóbulo occipital nos encontraremos con las siguientes áreas

1. Área 17 o área visual primaria
2. Áreas 18 y 19 o área visual secundaria o asociativa

■ En el lóbulo límbico, hallaremos las áreas de Brodmann

1. Área 34 o área olfatoria primaria
2. Áreas 23, 24, 26, 27, 28, 29 y 30, todas ellas en el lóbulo límbico.

ÍNDICE ANALÍTICO

- Brodmann, áreas de 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
 - Auditiva primaria 12, 19, 20
 - de Broca 17, 20
 - Corteza prefrontal 18
 - Gustativa primaria 19
 - Motora primaria 10, 17
 - Ocular frontal 18
 - Olfatoria primaria 21
 - Premotora 10, 18
 - Somato-sensitiva
 - Primaria 11, 16, 18, 19
 - Secundaria o asociativa 19
 - Visual
 - Primaria 10, 12, 20
 - Secundaria o asociativa 18
 - de Wernicke 19, 20

- Circunvolución
 - Angular 12, 19
 - Cingular 10, 13
 - Cortas 13
 - Cuña 13, 20
 - Frontal
 - Superior 10, 11
 - Inferior 11, 17
 - Largas 13
 - Lingual 13, 20
 - Occípito-temporal
 - Lateral 12
 - Medial 12
 - Orbitarias 11, 18
 - Paracentral
 - Anterior 11, 17
 - Posterior 11, 18
 - Parahipocampal 12, 13, 21
 - Parietal
 - Ascendente 11
 - Inferior 11
 - Superior 11

- Postcentral 11, 18
- Postrolándica 11, 19
- Precuña 11, 13
- Prerrolándica 11, 17
- Supramarginal 12, 19
- Temporal
 - Inferior 12
 - Medial 12
 - Superior 12, 19
- Cisura
 - Calcarina 10, 12, 13
 - Precentral 10
 - Prerrolándica 11
 - de Rolando 10, 11, 18
 - de Silvio 7, 9, 13
- Espacio perforado anterior 9
- Incisura preoccipital 10
- Lóbulo
 - Frontal 7, 8, 9, 10, 12, 17
 - de la Ínsula 7, 9, 13
 - Límbico 8, 10, 12, 13, 21
 - Occipital 7, 8, 10, 12, 18, 20
 - Parietal 7, 8, 10, 11, 18
 - Temporal 7, 8, 9, 12, 19
- Opérculo 9, 17, 19
 - Frontal 17, 19
- Polo 10, 12
 - Frontal 10
 - Occipital 12
 - Temporal 12
- Surco
 - Calloso-marginal 10
 - Central de la ínsula 13
 - Cingular 16
 - Circular 13
 - Colateral 12

- del Cuerpo calloso 10
- Frontal superior 11
- en H 11
- Intraparietal 11
- Occipital lateral 12, 13
- Occípito- temporal 12
- Orbitario
 - Externo 11
 - Interno 11
- Parieto-occipital 10
- Postcentral 11
- Postrolándico 11
- Rinalis 12
- Temporal
 - Medio 12
 - Superior 12



ÍNDICE TESAUROS

- Frontal
 - Áreas de Brodmann
 - Circunvoluciones
 - Polo frontal
 - Surcos y cisuras
- Occipital
 - Áreas de Brodmann
 - Circunvoluciones
 - Polo occipital
 - Surcos y cisuras
- Parietal
 - Áreas de Brodmann
 - Circunvoluciones
 - Surcos y cisuras
- Rolando
 - Circunvolución prerrolándica o precentral
 - Circunvolución postrolándica o postcentral
 - Cisura de Rolando o central
 - Surco prerrolándico o precentral
 - Surco postrolándico o postcentral
- Temporal
 - Áreas de Brodmann
 - Circunvoluciones
 - Polo temporal
 - Surcos y cisuras

Acceso al trabajo en internet

<http://mural.uv.es/alcunto/trabajo.html>