

CAPITULO 9: CORTEZA CEREBRAL

La corteza cerebral se divide en **allocortex** (filogenéticamente más primitiva) y **neocortex** (esquema 63). El allocortex, posee 3 capas corticales: molecular, piramidal y polimorfa y puede ser separado en **archicortex** y **paleocortex**. El archicortex corresponde a la formación hipocampal, mientras que el paleocortex asienta en la corteza olfatoria. Existe una forma transicional de corteza entre el allo y el neocortex, y que tiene entre 3 a 6 capas, que es denominado **mesocortex**. Este está representado en la corteza cingulada y parahipocampal.

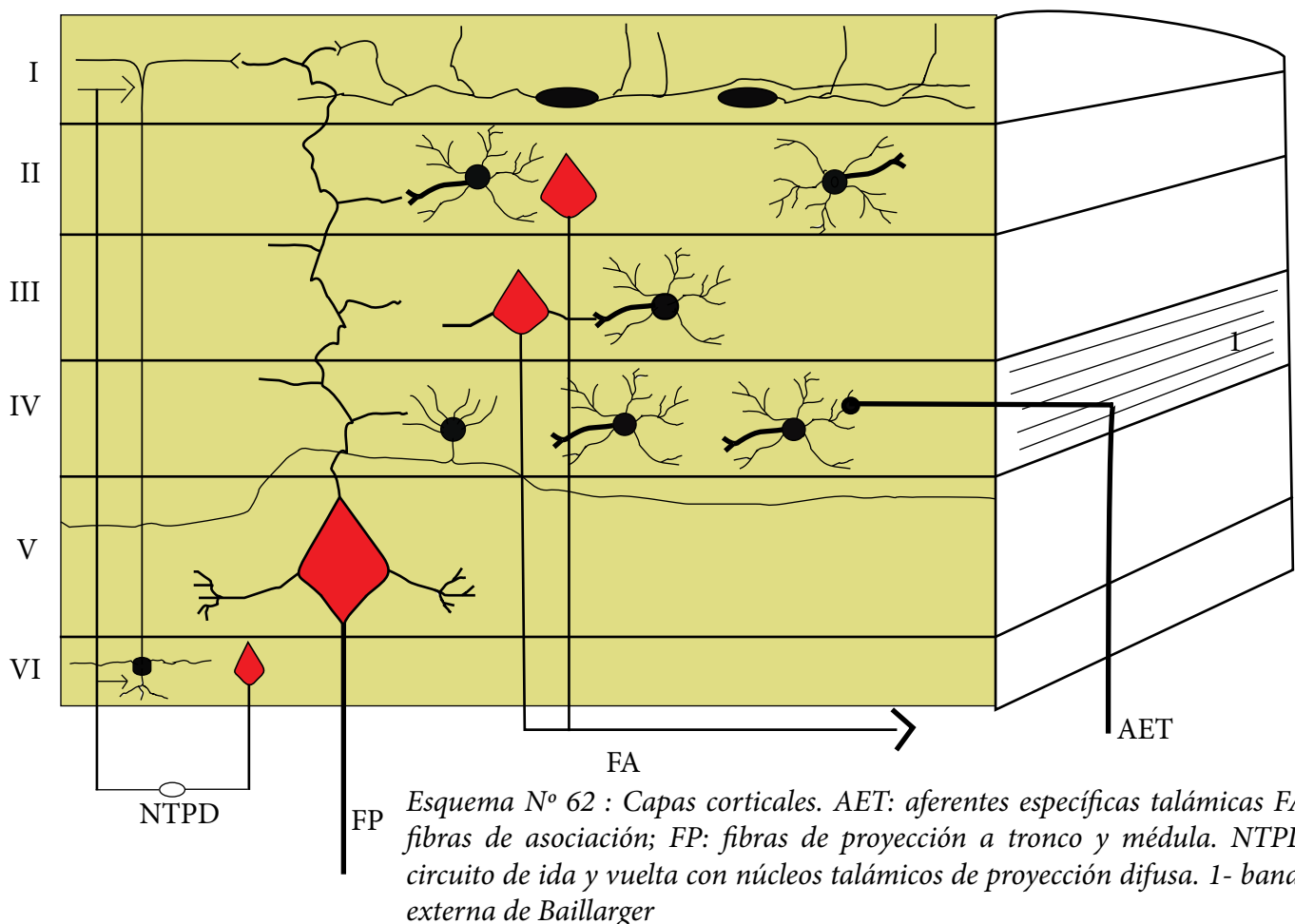
El neocortex, que representa el 90% de la corteza, está compuesto por 6 capas:

- I- Capa molecular
- II- Capa granular externa
- III- Capa piramidal externa: células piramidales pequeñas
- IV- Capa granular interna: células estrelladas
- V- Capa piramidal interna: células piramidales grandes

VI- Capa polimorfa

El neocortex puede dividirse en neo o **isocortex homotípico**, con sus 6 capas proporcionadas (esquema 62), o sea sin predominio de una capa sobre otra, como es el caso de las cortezas asociativas. En el **isocortex heterotípico** hay mayor desarrollo de una capa determinada, así si la capa IV es prominente se llamará granular (cortezas sensoriales) o bien agranular, en donde casi no existe la capa IV y predomina la V (ej: corteza motora).

La unidad funcional básica del cerebro es la **columna cortical**. Cada columna contiene entre 80 y 100 neuronas con un diámetro aproximado de hasta 40 micras. Un conjunto de columnas, entre 50 a 80, forman un **módulo cortical**. Cada columna representa agrupaciones verticales de neuronas, que responden a un mismo estímulo aferente y con un componente eferente común. El conjunto de columnas que forman un módulo se agrupan en un área de 200 a 500 micras de diámetro, ocupando todo el espesor de la corteza. Tres elementos caracterizan a una columna: 1- Sus componentes aferentes y eferentes 2- La presencia de células excitatorias e inhibitorias en su población celular y que cada columna contiene todos



los tipos de células corticales. 3- La presencia de circuitos internos dentro de la columna.

Existen 3 grupos de aferencias corticales:

- 1- Aferencias corticales específicas, de primer orden, de los llamados núcleos de relevo talámico, que alcanzan la capa IV
- 2- Aferencias de modulación difusa de núcleos talámicos de proyección difusa: desde núcleos intralaminares talámicos, el claustrum y de otras áreas que involucran un neurotransmisor determinado: Noradrenalina del locus coeruleus, dopamina de la sustancia negra y área tegmental ventral, serotonina de los núcleos del rafe, etc.
- 3- Aferencias córtico-corticales homo y contralaterales que provienen de las capas II y III e ingresan a la columna cortical por la capa IV.

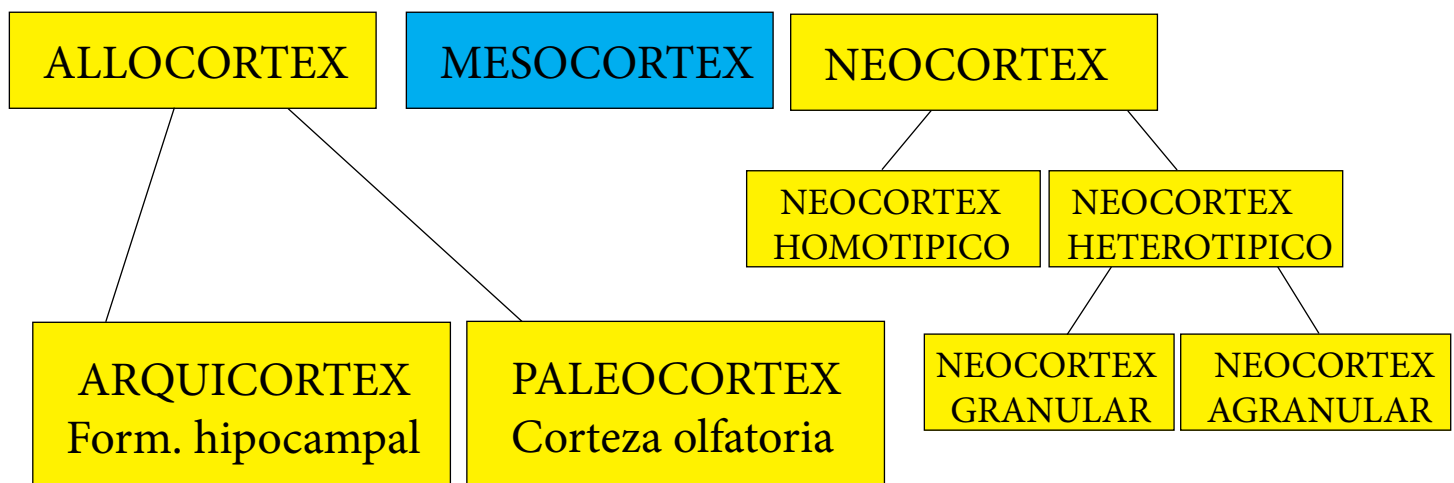
Los sistemas eferentes son de 3 tipos:

- 1- El más voluminoso, que nace en la capa V, como sistemas de proyección a estructuras subcorticales del tronco o la médula.
- 2- El segundo sistema, que parte desde las capas II-III son proyecciones de asociación cortico- corticales al mismo o al hemisferio opuesto, constituyendo así las vías de asociación intra o interhemisféricas.
- 3- Por último el tercer sistema parte de la capa VI, en un sistema de ida y vuelta con el tálamo.

La corteza está formada en primer lugar por una gran población de células principales, las piramidales y las células en grano o estrelladas. Estas neuronas usan un aminoácido excitatorio, el glutamato, que despolariza las membranas. Y en segundo lugar un grupo menor de interneuronas inhibitorias, gabaérgicas (se describen hasta 15 tipos diferentes), que conectan con las células piramidales y entre sí. En la corteza de 6 capas las neuronas piramidales, que representan el 80% del pool neuronal, son más numerosas en las capas II-III y V-VI.

Las principales interneuronas conocidas son:

- a) Células en cesta, cuyo axones se extienden horizontalmente hasta 1800 micras, contactando con los somas y dendritas proximales de células piramidales de módulos adyacentes. Este tipo de conexión inhibiría módulos adyacentes y focalizaría la respuesta en el módulo que se está activando.
- b) Células en candelabro, con un axón dividido en múltiples ramos verticales, con distribución sólo intramodular, que hace sinapsis con el segmento inicial del axón de las células piramidales de la capa III y IV. Su función sería inhibir la actividad excitatoria de las neuronas piramidales.
- c) Células de Cajal-Retzius, que se ubican, sólo en la capa I, con axones horizontales que conectan con las dendritas apicales de las células piramidales. Son esenciales en la organización laminar de la corteza cerebral mediante la secreción de una proteína llamada reelina. Se sabe también que las meninges, aparte de su rol protector, servirían para determinar la migración tangencial de las células de Cajal, mediante un factor producido por ellas, llamado quimiocina CXCL 12 y que actúa atrayendo y ordenando a las células de Cajal en la corteza.
- d) Células de Martinotti: predominan en la capa VI y sus axones, alcanzan la capa I contactando con las dendritas apicales de las neuronas piramidales. También secretan reelina y contribuyen a la laminación cortical. Tendrían una acción inhibitoria evitando la sobreexcitación de las neuronas piramidales. Se postula que la disminución o deficiencia en la



Esquema Nº 63 : Tipos de corteza. Ver explicación en el texto.

actividad de estas células se vincularía con la epilepsia.

- e) Células en doble bouquet y células bipolares: aquellas predominan en las capas II y III. Sus axones se disponen en forma perpendicular a las capas corticales, entrando en contacto con las espinas dendríticas de las ramas laterales de las neuronas piramidales de la capa III.

Las células en cesta y en candelabro tienen 2 tipos de sinapsis: la clásica sinapsis química y otra sinapsis eléctrica, mediada entre uniones estrechas entre dendritas, que permiten la sincronización de la respuesta eléctrica entre neuronas conocido como actividad oscilatoria (ej: EEG).

Las llamadas capas supragranulares I a III, integran los circuitos vinculados a las fibras de asociación tanto homo como contralaterales. La capa IV recibe proyecciones tálamo-corticales, sobre todo en áreas sensoriales. Las capas infragranulares V y VI conectan a la corteza con estructuras subcorticales. La V, con sus células piramidales gigantes, se vincula con el tronco cerebral, el tálamo y la médula, mientras que la VI envía eferencias al tálamo.

A nivel periventricular del cerebro embrionario se encuentran los neuroblastos, precursores de las neuronas corticales. Aquellos se multiplican por sucesivas divisiones mitóticas y luego van migrando hacia la superficie pial, usando una guía radial transitoria, de células gliales, (scalfold). Las neuronas se van apilando, a lo largo de dicha guía, como ladrillos en una pared. Así las células más recientes se ubican más cerca de la superficie pial. De esa manera, el aumento de la superficie cortical (plegamiento de la corteza) es debido al aumento del número de columnas a partir de los precursores embrionarios periventriculares.

Este plegamiento cortical es definido entre la 2da a 3era semana de la embriogénesis. Si bien el patrón de giros y cisuras se desarrolla en la vida fetal, el tamaño giral podría ser modulado en la vida post-natal. La girificación es influida por factores genéticos y epigenéticos y afectada por la citoarquitectura y la conectividad neural.

SURCOS Y CISURAS

El plegamiento mencionado genera la presencia de surcos y cisuras, cuya distribución es variable, pero guarda cierto ordenamiento básico.

Ono, quien hizo un estudio detallado, sobre la distribución de los surcos y cisuras del encéfalo, los clasifica en 3 grupos de acuerdo a su grado de continuidad:

- 1- Surco y/o cisura uniformemente continuo 100%: cisuras silviana, callosa y de Rolando. Cisura calcarina y parieto-occipital.
- 2- Surcos y cisuras con alto índice de continuidad (60 a 87%): postcentral, cingulado, intraparietal, temporal superior y colateral.

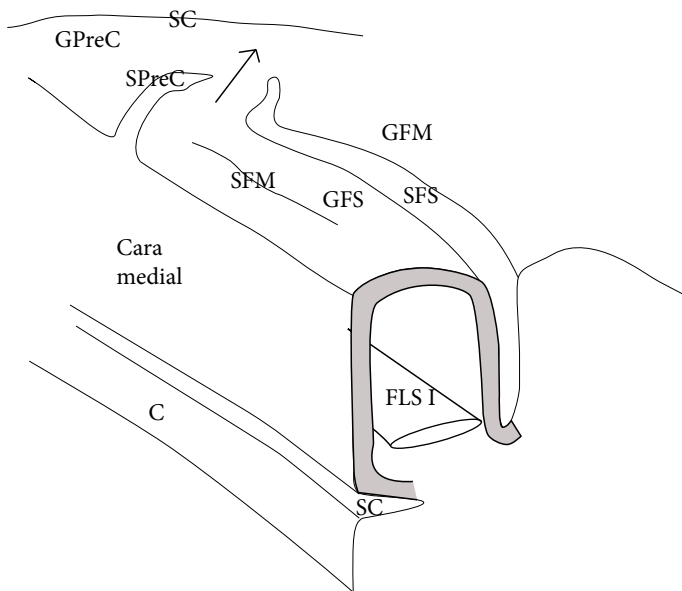
- 3- Surco comúnmente interrumpido (7-33%): frontal superior e inferior, pre-central, temporal inferior y occipito-temporal.

LOBULO FRONTAL

La **cisura silviana** constituye el límite más claro de delimitación del lóbulo frontal, dado que lo separa del lóbulo temporal (esquema 65). Esta cisura, emite hacia adelante un brazo horizontal y otro ascendente anterior, formando una V o Y, encerrando la **pars triangularis**. Por detrás del brazo ascendente, se distingue el brazo posterior de la misma. En su extremo posterior, dicho brazo se curva, introduciéndose en el lóbulo parietal, nominándose a este brazo ascendente posterior, el cual es rodeado por el **girus supramarginalis**, y otro brazo, más corto hacia el temporal, llamado descendente posterior. De la porción media del brazo principal emergen hacia arriba 2 surcos cortos, llamados surcos subcentral anterior y posterior y hacia abajo 2 o 3 pequeños surcos hacia el **giro temporal superior**, denominados surcos temporales transversos. El surco temporal transverso posterior, puede corresponder al brazo descendente posterior. El brazo ascendente posterior puede tener una dirección vertical o bien ser casi totalmente horizontal.

El límite posterior del lóbulo frontal, es tradicionalmente considerado a nivel de la **cisura de Rolando**. Los **surcos frontal superior e inferior**, generan 3 giros que son llamados de arriba-abajo F1, F2 y F3. El **giro frontal superior** o F1 es un giro rectilíneo (esquema 64), de 1 a 2 cms de ancho paralelo al borde superior del hemisferio. Se extiende desde el polo frontal, donde comunica con el **giro frontal medio**, el giro orbital y el giro recto. En ocasiones F1 está subdividido en 2 mitades, por un surco longitudinal discontinuo, llamado **surco frontal medial** (foto 9-1). Hacia atrás, F1 presenta constantemente un pliegue de paso, que lo une al **giro precentral**. El giro frontal superior corresponde a las áreas de Brodman 6, 8 y 9. El extremo anterior del surco frontal superior puede extenderse hacia adelante en mayor o menor medida, uniéndose o no con el **surco fronto-marginal**. El surco frontal superior en su parte posterior, se bifurca para formar la parte más alta del **surco pre-central**. La unión del surco frontal superior con el precentral, es considerado un reparo quirúrgico y se ubica a nivel del llamado **punto coronal posterior**, localizado 1,5 cm posterior al bregma y 3 cms lateral a la sutura sagital (ver puntos craneométricos). El **surco frontal inferior**, también se bifurca para constituir la porción inferior del surco pre-central. Este surco con la rama inferior del surco pre-central forman una especie de T acostada. El punto de reunión del surco frontal inferior con el precentral, tiene su proyección craneal, a la altura del **stefanion** (unión de la sutura coronal con la línea curva temporal superior) (ver puntos craneométricos). En cortes axiales el surco frontal superior se ubica a unos 2 cms de la línea media.

El **giro frontal medio** o F2 (áreas 6, 8, 9 y 10) es el mayor de los giros frontales de la convexidad (esquema 66). Tiene forma abollonada, como una cinta plegada sobre sí



Esquema N° 64 : El giro frontal superior (GFS) es rectilíneo. La flecha marca el pliegue de paso al giro precentral (GPreC). El surco frontal superior (SFS) separa al GFS del giro frontal medio (GFM). Un surco llamado surco frontal medial (SFM) puede dividir al GFS en 2 partes. El GFS forma la cara medial del hemisferio y el surco cingulado (SC) lo separa del cíngulo (C). En el seno de F1 va el fascículo longitudinal superior I (FLSI) SC: surco central

misma (fotos 9-2/3 y 9-10). Tiene también un pliegue de paso que lo une con el giro pre-central. Un inconstante y discontinuo **surco frontal intermedio** puede también dividir a este giro. En la porción posterior de este giro se ubica el **campo ocular frontal**, cuya estimulación genera desviación conjugada de la mirada hacia el lado opuesto. En la base de F2, involucrando el área 6 se ubica el **área de Exner**, que es la vía final donde los impulsos lingüísticos son transferidos a la escritura.

Debajo del surco frontal inferior se ubica el **giro frontal inferior** o F3 (foto 9-4/5). El surco fronto-marginal lo separa del polo frontal. Aquel puede nacer del surco frontal superior o bien ser independiente. F3 está dividido en 3 partes: una **pars orbital** (área 47), por delante de la

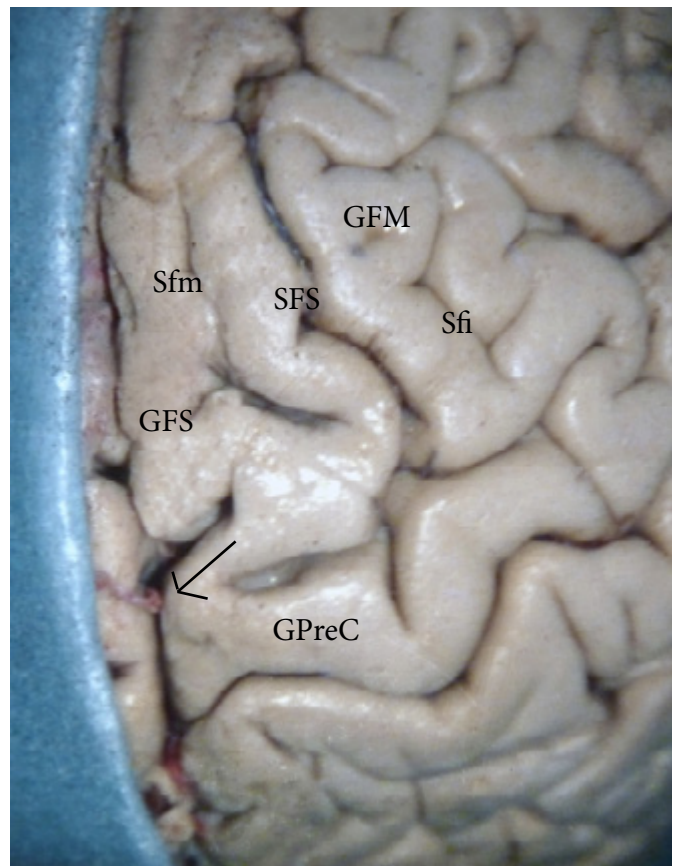
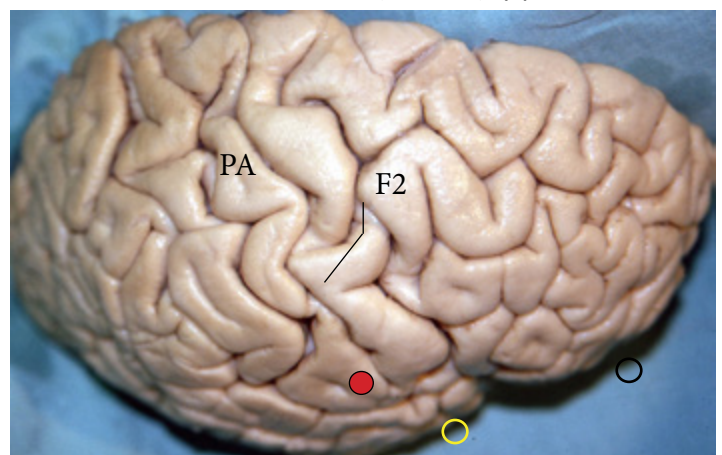
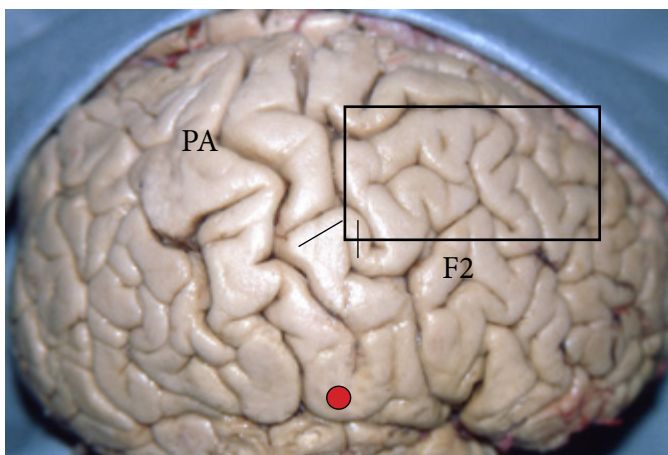


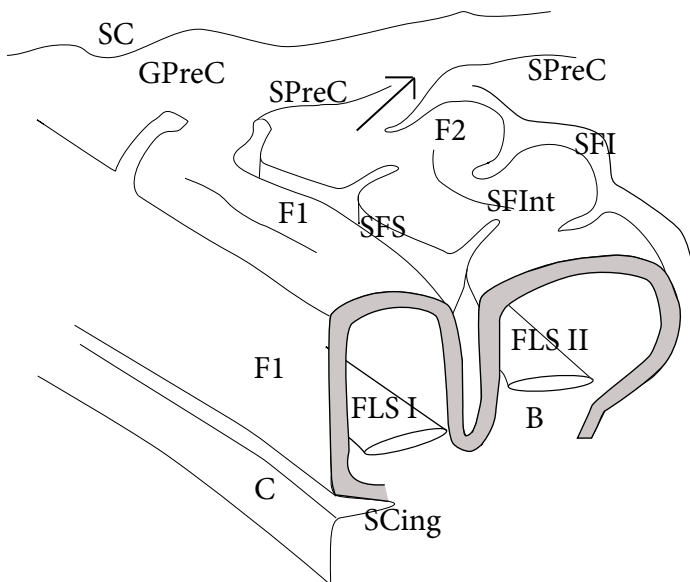
Foto N° 9-1 : GFS de aspecto rectilíneo y GFM con apariencia abollonada. Los separa el surco frontal superior (SFS) Tanto el GFS como el GFM tienen surco agregado: Sfm: surco frontal medial. Sfi: surco frontal intermedio. la flecha marca el pliegue de paso hacia F4

prolongación horizontal anterior de la cisura silviana, una **pars triangularis** (área 45) entre los brazos horizontal anterior y ascendente anterior de la cisura mencionada y la **pars opercularis** (área 44) por detrás de la prolongación ascendente anterior (foto 9-8). F3 tiene una forma someramente triangular o de M cerrada. La pars orbitalis limita con el giro orbital lateral. La pars triangularis puede tener pequeños surcos verticales, que dividen su base. La punta de la pars, donde se expresa el **punto silviano anterior**, marca superficialmente el sitio más ancho de la cisterna silviana (3-4 mm), y por ende el sitio



Fotos N° 9-2/3 : Cara externa del hemisferio. Nótese 2 configuraciones diferentes de las circunvoluciones frontales. Resalta en ambas imágenes el aspecto abollonado de F2 (rectángulo celeste). Se advierte una configuración diferente del pliegue de paso entre F2 y la frontal ascendente (líneas negras). También es diferente el extremo inferior del giro central (PA + FA) (punto rojo), dado que a la derecha está interrumpido.

El giro pre-central o frontal ascendente (FA), que se ubica por detrás del surco precentral (SPC), asciende



Esquema N° 66 : El giro frontal medio (GFM) o F2, tiene aspecto abollonado o de cinta plegada. Ocasionalmente tiene un surco que la divide llamado surco frontal intermedio (SFInt). La base del giro (B) es relativamente estrecha comparado con su superficie. Contiene el fascículo longitudinal superior II. SPreC: surco precentral SC: surco central o cisura de Rolando. GPreC: giro precentral. La flecha marca el pliegue de paso entre los giros precentral y frontal medio

oblicuamente y tiene conexiones con F1, F2 y F3 (foto 9-30). La más prominente de las conexiones o pliegues de paso, es la que se establece con el giro frontal medio, dividiendo así al giro pre-central en una porción superior y otra inferior. Es importante relacionar el SPC con la sutura coronal. Esta es perpendicular a la línea medio sagital entre el bregma y el stefanion, luego de lo cual se curva hacia adelante en dirección al **pterion**. En el extremo superior el surco pre-central se ubica entre 2,5 a 3 cms

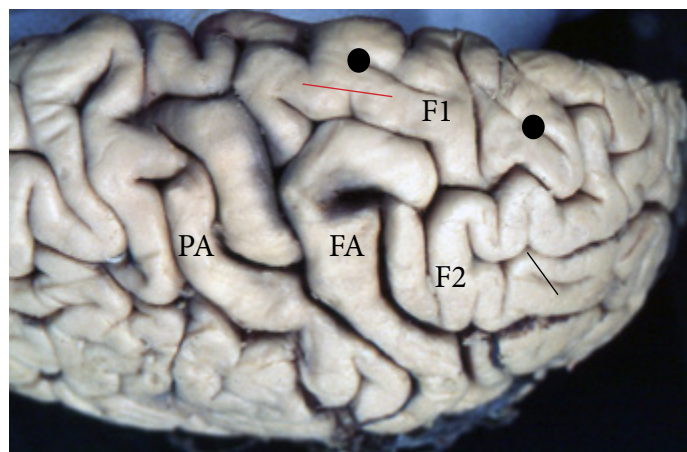
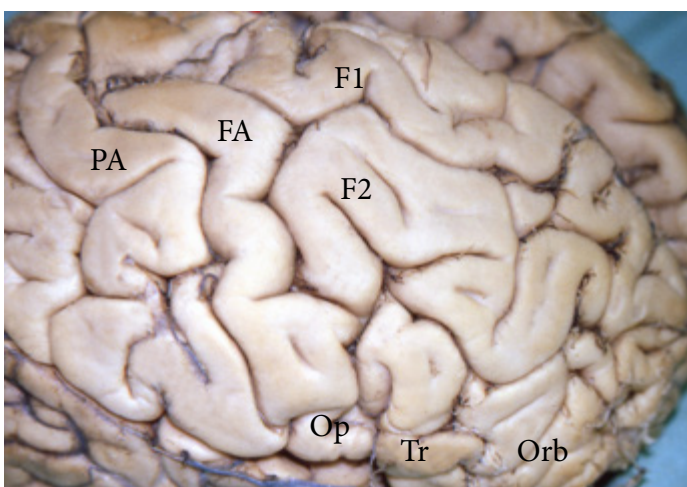
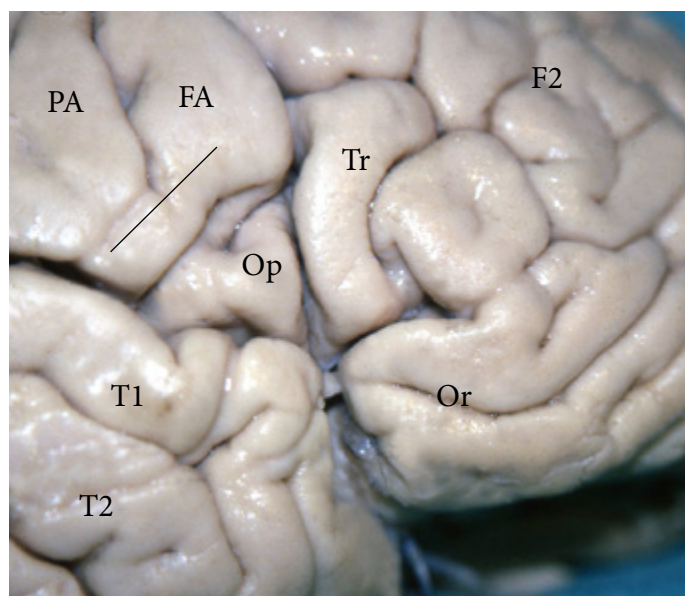


Foto N° 9-6: En este caso se observa un giro F1 prominente con un surco frontal medial (círculo negro) discontinuo, lo divide en 2. Un pliegue de paso prominente (línea roja) lo une con el frontal ascendente. F2 es también de tamaño marcado, plegado sobre si mismo, y con un surco intermedio (línea negra) bastante marcado. Nótese la configuración poco habitual del lóbulo central en su extremo superior.

posterior a la sutura coronal. El extremo superior del **surco central** o de **Rolando** se ubica a 5 cms, posterior, en cortes axiales, de la sutura coronal, (**punto rolándico superior**). Este surco, sigue el curso oblicuo del giro pre-central. En su extremo inferior, la cisura de Rolando, sólo en un 10 a 15% de los casos, se une con la cisura de Silvio, formándose allí, por este motivo, un pliegue de paso fronto-parietal, que es denominado **giro subcentral**. Este último se encuentra limitado adelante y atrás por 2 pequeños surcos, los llamados surcos subcentral anterior y posterior, ubicados a la altura del extremo inferior de los giros pre y post-central respectivamente. El surco central, tiene la forma de una M acostada con 2 convexidades hacia adelante y una concavidad, entre ambas (mirando desde occipital) En la concavidad, situada adonde parece



frontal ascendente (FA) y parietal ascendente (PA). A la derecha la configuración es algo diferente. F2 tiene el clásico aspecto de cinta plegada y entre frontal ascendente y parietal ascendente, el pliegue de paso está interrumpido.

Fotos N° 9-4/5 : a izquierda, configuración de F3, con sus porciones opercularis (Op), triangularis (Tr) y orbitalis (Or). Nótese (línea negra) el pliegue de paso entre

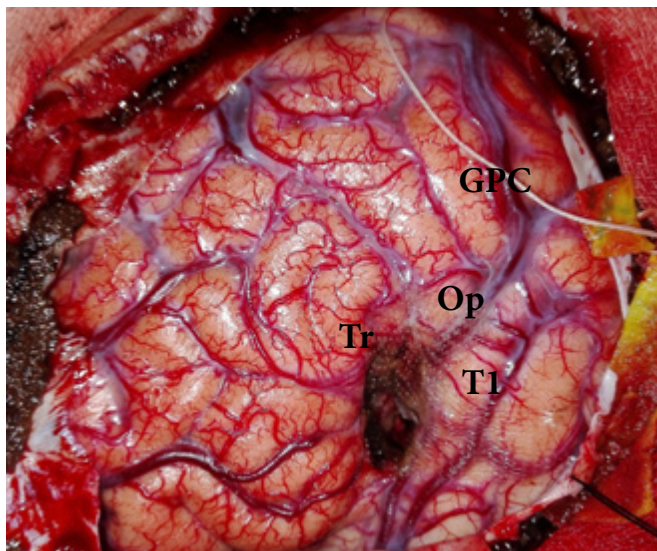


Foto N° 9-7 : Abordaje subpial por la cara superior del lóbulo temporal a una lesión del lóbulo temporal mesial. Se observa la boca de la corredera quirúrgica, efectuada a la altura de la pars triangularis (Tr). GPC: giro pre-central Op: pars opercularis.

apuntar el extremo posterior del surco frontal superior, se ubica el área motora de la mano. A la altura del extremo inferior del surco central, sobre la cisura silviana, se ubica el **punto rolándico inferior** (PRI), El PRI en relación a la superficie craneal se ubicaría 2,5 cms por detrás del pterion, midiendo sobre la sutura escamosa (ver puntos craneométricos al final del capítulo) El **giro post-central** es bastante más estrecho que el pre-central, pero se ensancha en su extremo inferior, y el surco subcentral posterior, que es más profundo y marcado que su homónimo anterior, le da una apariencia a dicho extremo inferior del giro post-central, como si fuera la pata de un perrito. La **pars marginalis** del **surco cingulado**, que separa el **giro paracentral** del **pre-cuneus**, sobre la cara medial del hemisferio, aparece en los cortes axiales, como una línea o muesca a ambos lados de la línea media,

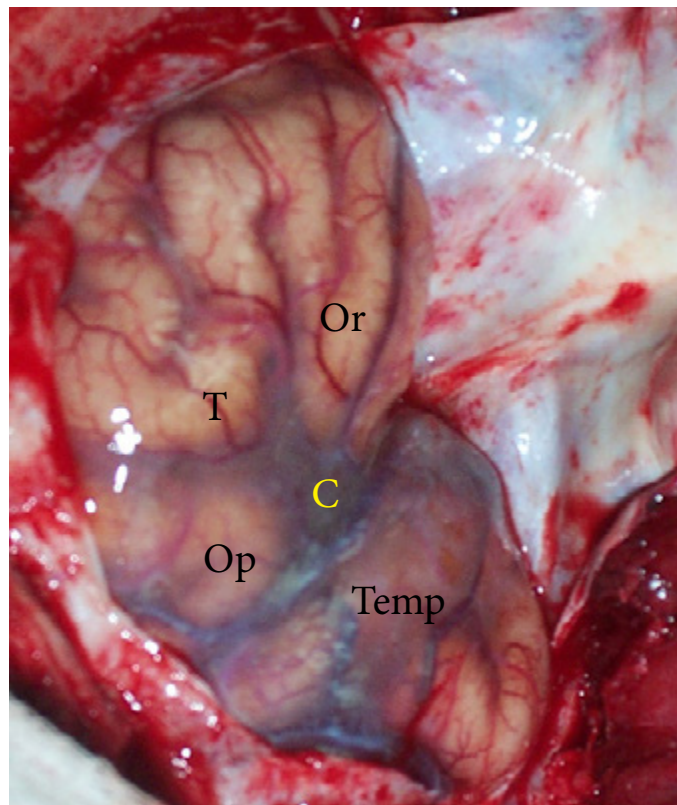


Foto N° 9-9 : La parte más accesible y amplia de la cisterna silviana (C) se encuentra frente a la pars triangularis (T)

unos 15 mms posterior al surco central. En el extremo lateral de la línea de la pars marginalis se ubica el extremo superior generalmente bifurcado del **surco post-central** (como abrazando a la pars marginalis).

Algunos autores consideran conjuntamente al cortex pre y postcentral, como un lóbulo y lo denominan lóbulo central, comprendiendo sobre la cara medial al **lobulillo paracentral** (LP). Este representa la proyección, sobre la cara medial del hemisferio, de los giros pre y post-central. El surco cingulado separa al lobulillo paracentral del **giro cingulado** y el ramo marginal, del mismo surco, lo separa por detrás, del pre-cuneus. Por delante, el límite del LP es, una línea trazada desde el extremo medial del surco precentral, al surco cingulado, o bien el eje vertical de la comisura anterior El LP es asiento de la corteza motora primaria para la pierna y el pie y para el control de la vejiga urinaria. Una lesión sagital que comprima ambos lóbulos paracentrales, puede generar una paraparesia, que sumado al trastorno esfinteriano, puede hacernos pensar erróneamente, en una patología del cordón espinal. Por delante del LP se localiza el giro frontal medial, el cual contiene el **área motora suplementaria**.

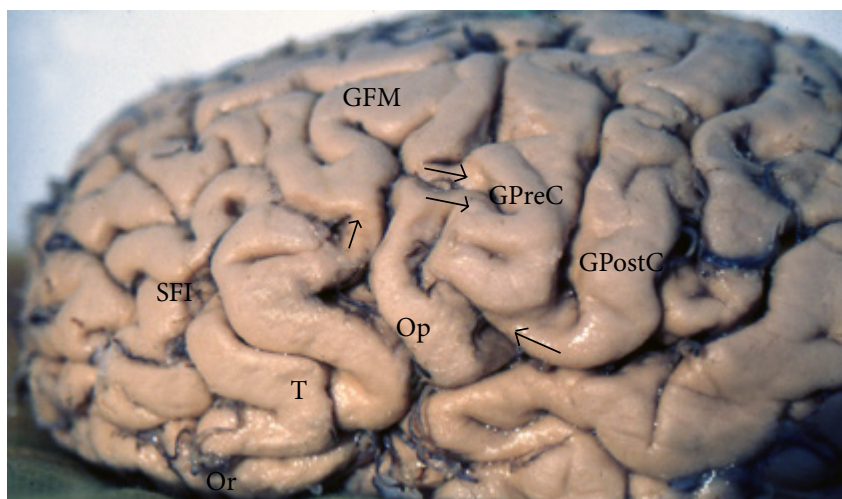


Foto N° 9-8 : F3 con sus porciones opercularis (Op), triangularis (T) y orbitalis (Or). Se observa el giro frontal medio (GFM) y el giro precentral (GPreC) o F4 y el giro parietal ascendente (Pa). Las flechas marcan los pliegues de paso entre giros adyacentes. SFI: surco frontal inferior. El círculo amarillo marca el punto silviano anterior y el negro el punto rolándico inferior.

La cara orbital del frontal (foto 9-31) está marcado por un surco en forma de H, X o K que divide a esta cara en 4 porciones, conocidas como **giros orbitales** anterior, posterior, medial y lateral. Medialmente al giro orbital medial se ubica el **giro rectus** separados

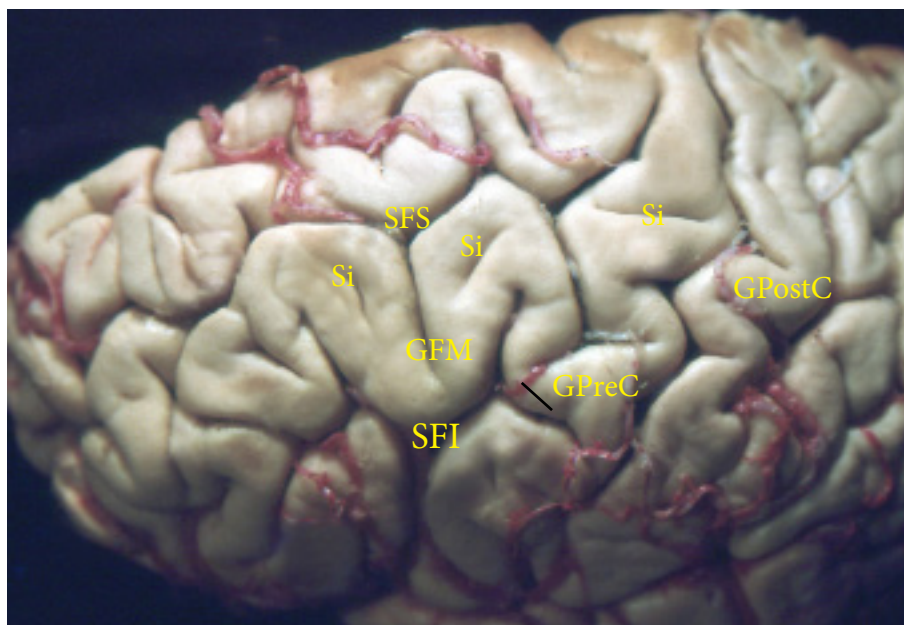


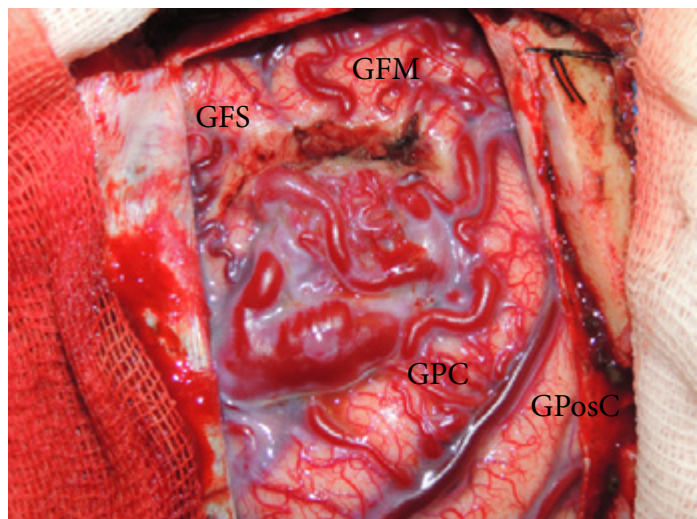
Foto N° 9-10 : el giro frontal medio (GFM), tiene una forma abollonada o como cinta plegada. está enmarcado por los surcos frontal superior (SFS) y frontal inferior (SFI). Obsérvese el pliegue de paso entre el giro frontal medio y el precentral (GPreC), que divide en general al surco precentral en 2 porciones. El surco intermedio (Si) es poco marcado y dividido en 3 porciones. GPostC: giro post central.

ambos, por el surco olfatorio. La **corteza órbito-frontal** (OF) es un centro importante para el procesamiento visual, espacial y para la información emocional. La corteza OF medial conecta con el lóbulo temporal mesial, **núcleo accumbens** y estructuras olfatorias a través del **fascículo uncinado** (FU), mientras que la porción OF lateral conectará con el polo temporal y la corteza prefrontal dorsolateral mediante el brazo dorsal del FU y el FOFI (**fascículo occipito-frontal inferior**)

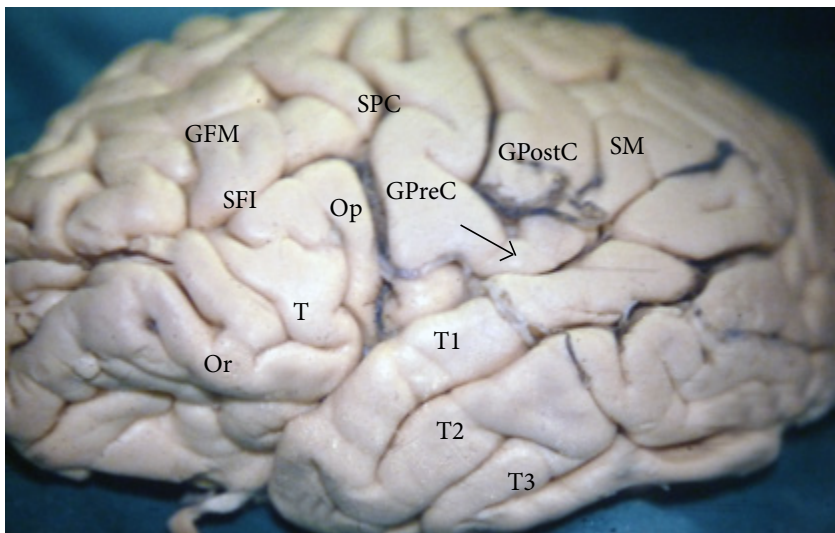
La cara medial del frontal corresponde en su parte más alta, a la cara medial del giro frontal superior, por lo que recibe el nombre de **giro frontal medial**. El surco más prominente de ésta cara es el surco cingulado, el cual encierra al giro cingulado.

El **surco cingulado** (esquema 64 y foto 9-40) está presente siempre, aunque con morfología muy variable, pudiendo ser ininterrumpido o presentarse dividido en 2 o 3 segmentos. Es frecuente la presencia de 1 o más brazos ascendentes. Puede o no estar acompañado de un **surco paracingulado**. Este es un surco paralelo y superior al cingulado, que debe tener al menos 20 mms de longitud, para considerarlo como tal (25%) El surco paracingulado es más frecuente en el hemisferio izquierdo, lo cual podría ser debida a una expansión de la **corteza paralímbica** (área 32 de Brodman), quizás vinculado a la organización del lenguaje. También se ha vinculado este surco a la capacidad de discernir eventos percibidos o imaginados (monitoreo de la realidad). De hecho en pacientes esquizofrénicos el surco paracingulado está ausente en casi el 50% de los casos. También podría estar relacionado con desordenes obsesivo-compulsivos, en el cual el permanente chequeo de si una acción ocurrió o no, implicaría un trastorno en el control de la realidad. Tanto el surco cingulado, como el paracingulado pueden confluir con el **surco rostral superior** o no. El **surco intralímbico** es definido como un surco poco profundo entre el surco cingulado y el surco calloso. La **corteza cingulada anterior** es el área 24 de Brodman y la posterior es el área 23. Hacia atrás y previo al precuneus, el surco cingulado, se inclina hacia arriba y atrás configurando el **brazo marginal** que separa al lobulillo paracentral del precuneus. Es excepcional que el brazo marginal termine sobre el borde medial del hemisferio, por delante del surco central. El brazo marginal suele tener una conexión con el surco subparietal. El **surco paracentral**, que limita por delante al lobulillo paracentral, puede nacer como una rama del

El **surco cingulado** (esquema 64 y foto 9-40) está presente siempre, aunque con morfología muy variable, pudiendo ser ininterrumpido o presentarse dividido en 2 o 3 segmentos. Es frecuente la presencia de 1 o más brazos ascendentes. Puede o no estar acompañado de un **surco paracingulado**. Este es un surco paralelo y superior al cingulado, que debe tener al menos 20 mms de longitud, para considerarlo como tal (25%) El surco paracingulado es más frecuente en el hemisferio izquierdo, lo cual podría ser debida a una expansión de la **corteza paralímbica** (área 32 de Brodman), quizás vinculado a la organización del lenguaje. También se ha vinculado este surco a la capacidad de discernir eventos percibidos o imaginados (monitoreo de la realidad). De hecho en pacientes esquizofrénicos el surco paracingulado está ausente en casi el 50% de los casos. También podría estar relacionado con desordenes obsesivo-compulsivos, en el cual el permanente chequeo de si una acción ocurrió o no, implicaría un trastorno en el control de la realidad. Tanto el surco cingulado, como el paracingulado pueden confluir con el **surco rostral superior** o no. El **surco intralímbico** es definido como un surco poco profundo entre el surco cingulado y el surco calloso. La **corteza cingulada anterior** es el área 24 de Brodman y la posterior es el área 23. Hacia atrás y previo al precuneus, el surco cingulado, se inclina hacia arriba y atrás configurando el **brazo marginal** que separa al lobulillo paracentral del precuneus. Es excepcional que el brazo marginal termine sobre el borde medial del hemisferio, por delante del surco central. El brazo marginal suele tener una conexión con el surco subparietal. El **surco paracentral**, que limita por delante al lobulillo paracentral, puede nacer como una rama del



Fotos N° 9-11/12 : Malformación arterio-venosa situada inmediatamente por delante de la circunvolución frontal ascendente o giro precentral (GPC). La misma ocupa la porción posterior de los giros frontal superior y medio. A derecha la MAV ha sido resecada. GFS Y GFM: giros frontal superior y medio.

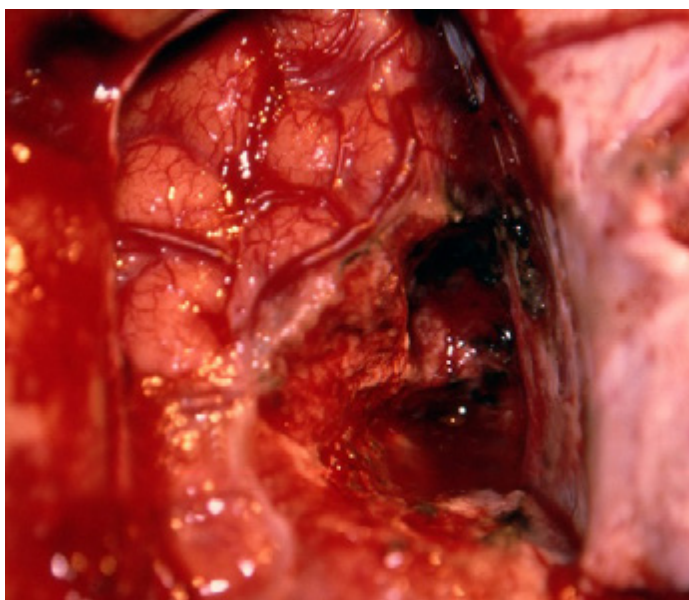
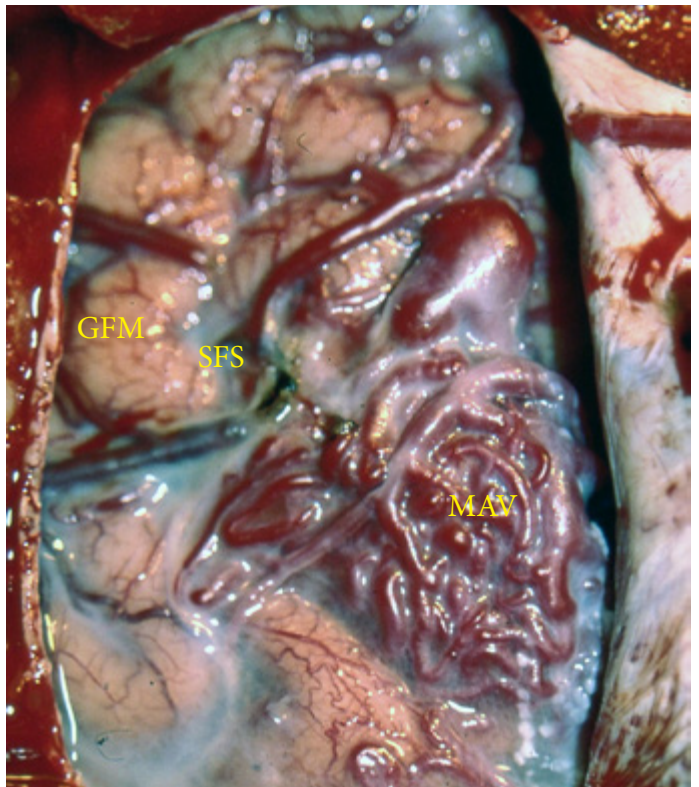
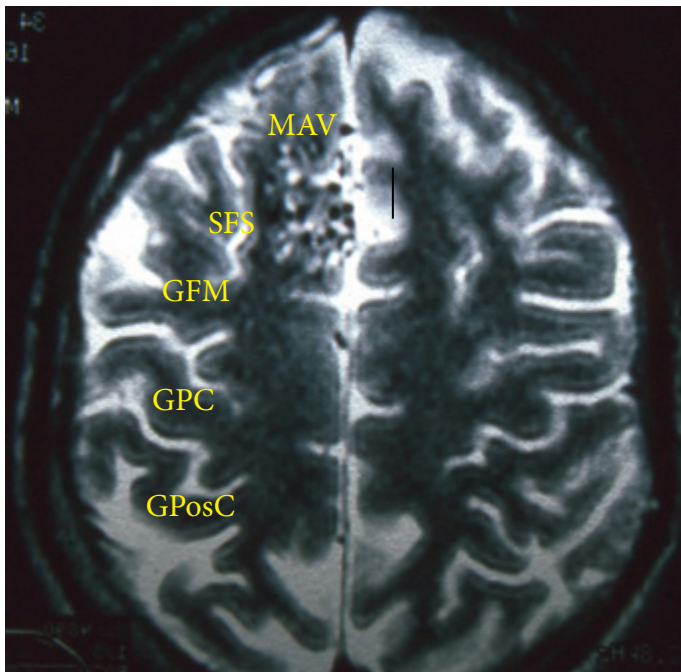


surco cingulado o bien venir como un surco desde la cara lateral del hemisferio o aún ocurrir ambas contingencias.

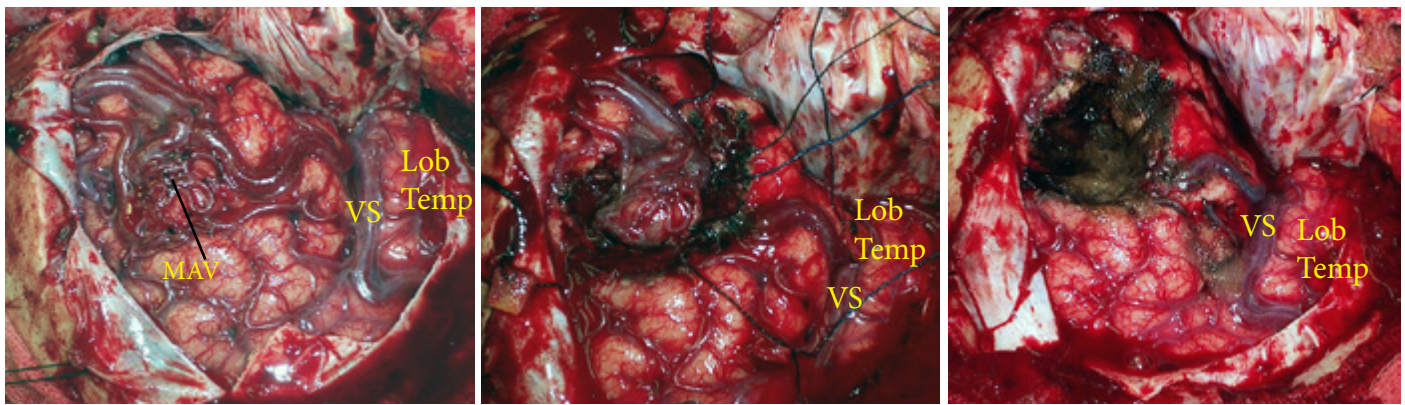
El surco cingulado se prolonga, debajo del rostrum del cuerpo calloso, constituyendo el **surco paraolfatorio anterior**. El **área subcallosa** (esquema 68) comprende el **giro subcallosa** situado entre los surcos paraolfatorios anterior y posterior y el **giro paraterminal** por detrás del surco paraolfatorio posterior. El área subcallosa, hacia abajo comunica con el área paraolfatoria (para algunos autores área subcallosa es sinónimo de área paraolfatoria). Del surco paraolfatorio anterior, surgen hacia delante los **surcos rostral superior e inferior**. Por debajo de este último se ubica la cara medial del girus rectus.

Se conoce, que esta área subcallosa, (área 25 de Brodman), tiene importantes conexiones con el cíngulo y el hipocampo a través del

Foto N° 9-13 : F3. Or: pars orbitalis. Op: pars opercularis. T: pars triangularis. GPreC: giro precentral GPostC: giro post central. SFI: surco frontal inferior. SM: girus supramarginalis. La flecha marca el pliegue de paso constante entre los giros frontal y parietal ascendentes. SCP: surco precentral.



Fotos N° 9-14/16 : Malformación arterio-venosa, situada a nivel del giro frontal superior. El surco frontal superior (SFS), marca la separación con el giro frontal medio (GFM). Es evidente el nido de la MAV en la resonancia y arriba se ve el nido en la cirugía. GPC: giro precentral GPosC: giro postcentral. A la izquierda la MAV ha sido resecada.

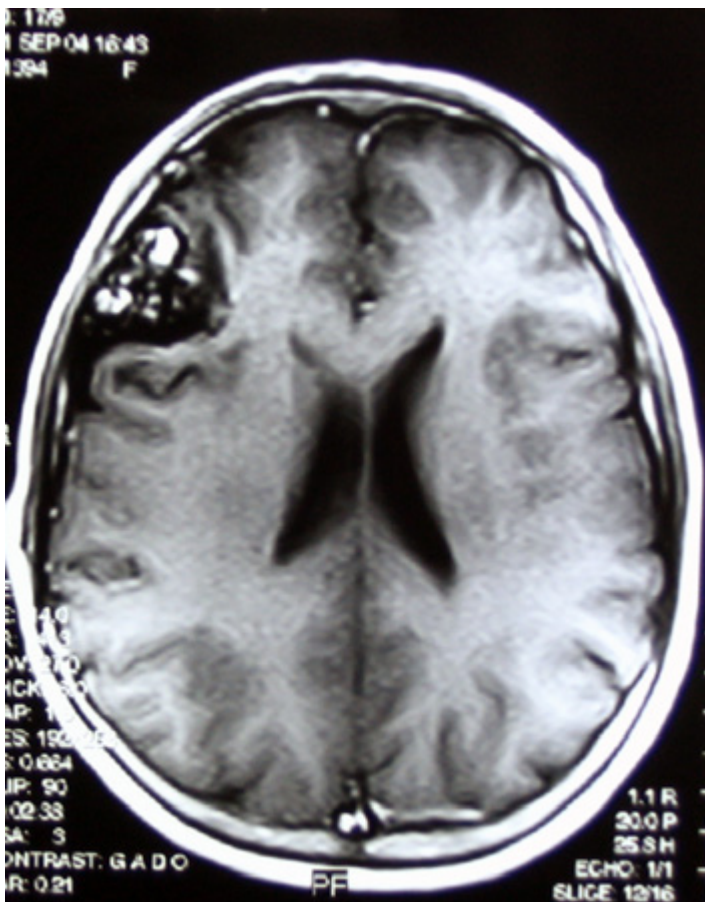


Fotos N° 9-17/19 : Malformación arterio-venosa situada en el giro frontal medio drenando a las venas silvianas superficiales (VS) y hacia arriba al seno sagital. La foto del medio y la del extremo derecho muestran la secuencia de resección de la malformación. Lob. Temp: lóbulo temporal.

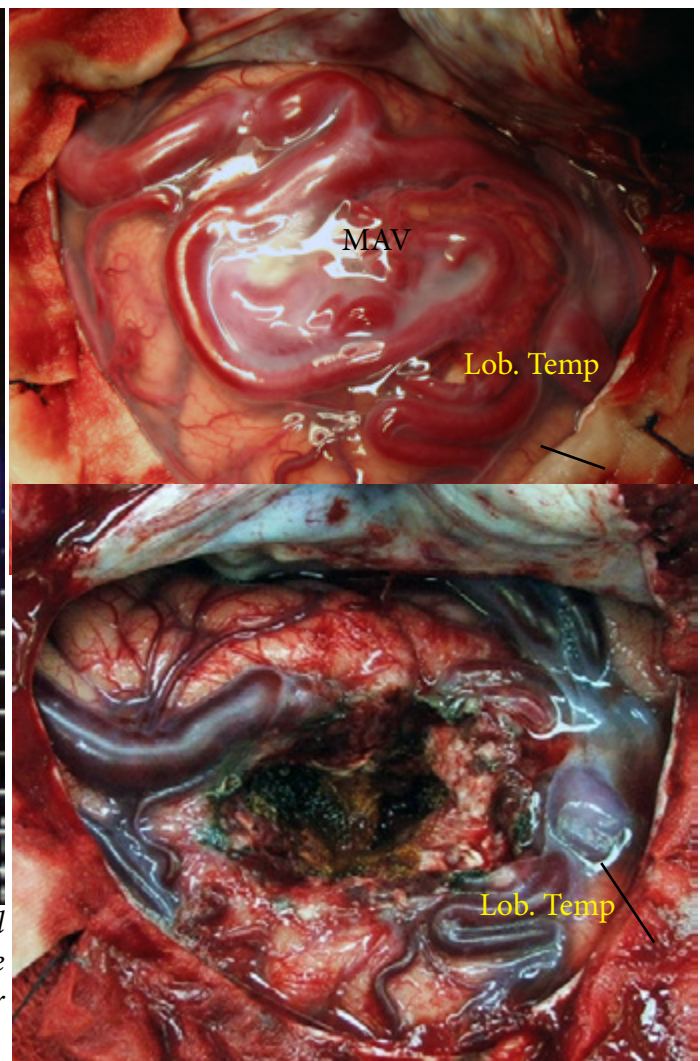
fascículo cingulado (vía límbica dorsal) y con el lóbulo temporal anterior mediante el **fascículo uncinado** (vía límbica ventral). Así estímulos multimodales visuales, auditivos, gustativos y emocionales procedentes de estructuras en el lóbulo temporal conectan, con la corteza OF, lo cual produce una respuesta emocional a estos estímulos y genera una conducta acorde. Otra conexión importante del giro subcalloso (GSC), es con áreas prefrontales mediales (11, 12 y 32) las cuales son importantes en la detección de emociones placenteras y displacenteras y en la toma de decisiones basadas en recompensa. Por último también hay conexiones al **núcleo accumbens**, el cual tiene un rol central en los

circuitos de recompensa. Todo viene a colación en que se ha vinculado a la disfunción o metabolismo alterado del GSC, con depresión severa y anorexia nerviosa. Por esto ha sido propuesta la estimulación cerebral profunda de ésta región para tratar estas patologías siquiátricas.

La región medio cingulada comprende las áreas 24 y 32 de Brodman. Allí asientan las **áreas cinguladas motoras**, divididas en una zona rostral y otra caudal. Estas áreas cinguladas motoras reciben proyecciones desde el sistema límbico y la corteza prefrontal que le informan acerca del estado interno y motivacional de la persona. A su vez envía conexiones a la **corteza motora primaria** y premotora y fibras descendentes que conectan con zonas motoras



Fotos N° 9-20/22: Malformación arterio-venosa a nivel de la pars triangularis del giro frontal inferior. Obsérvese el cambio de color de las venas silvianas luego de haber sido resecada la malformación.



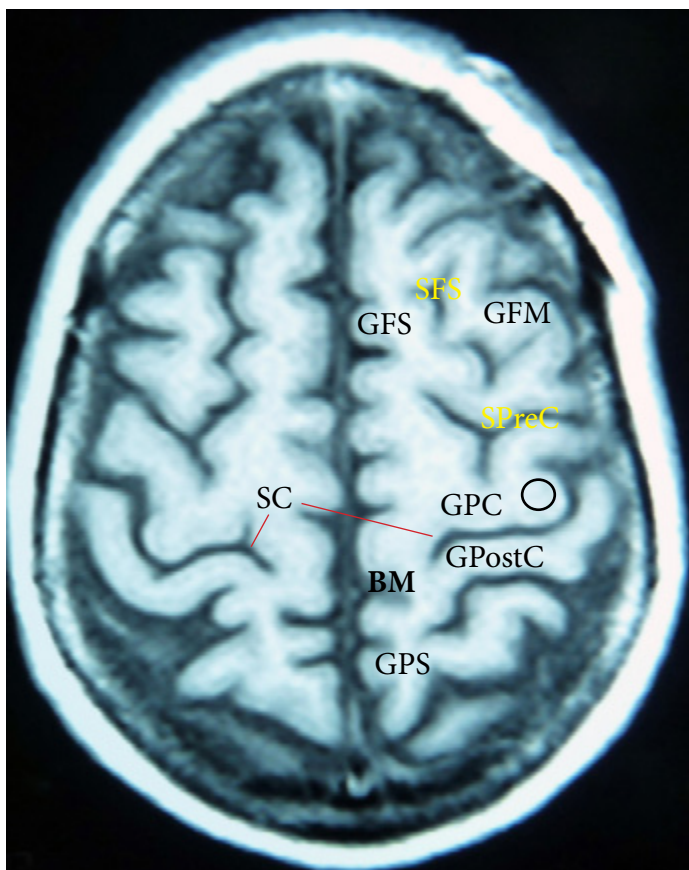
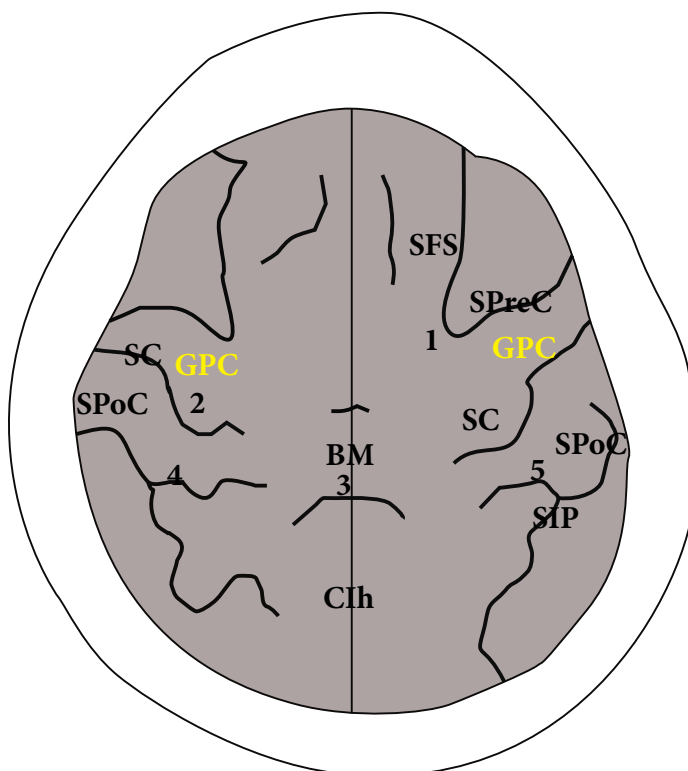


Foto N° 9-23 : Corte de resonancia. Se observan los giros precentral (GPC) y el postcentral (GPostC), separados por el surco central. El círculo negro marca el área motora de la mano. Radiológicamente el extremo medial del surco central es conocido como el signo del gancho SFS: surco frontal superior. GFS: giro frontal superior. GFM: giro frontal medio. GPS: giro parietal superior. BM: extremo lateral del brazo marginal. SPreC: surco precentral.

del tronco y cordón espinal. La zona caudal, la cual conecta con el cordón espinal estaría involucrada en la orientación multisensorial de la cabeza y el cuerpo en el espacio. La corteza mediocingulada rostral tiene a su cargo la selección de un movimiento en base a la recompensa esperada o el carácter perjudicial que dicha acción generará. Este área recibe proyecciones nociceptivas desde el tálamo, lo que evoca temor y eventuales conductas defensivas. Dado sus abundantes proyecciones dopaminérgicas se considera un área relacionada a los circuitos de recompensa.

La corteza cingulada posterior (áreas 23 y 31), se ubica por detrás del cortex mediocingulado. Este área, junto con la **corteza retrosplenial** (áreas 29 y 30) y la corteza precuneal (área 7m) forman parte de la llamada red neuronal por defecto, que es un conjunto de zonas del cerebro interconectadas y que tienen a su cargo la actividad cerebral cuando la mente está en reposo y que muestran desactivación en tareas, en las que la atención es dirigida externamente. Es como una red tónicamente activa con una de las mayores tasas metabólicas, cuando el cerebro está en reposo. Es una zona esencial para el procesamiento de la información consciente y guarda una vinculación fundamental con las áreas de la formación reticular mesencefálica que mantienen el despertar.

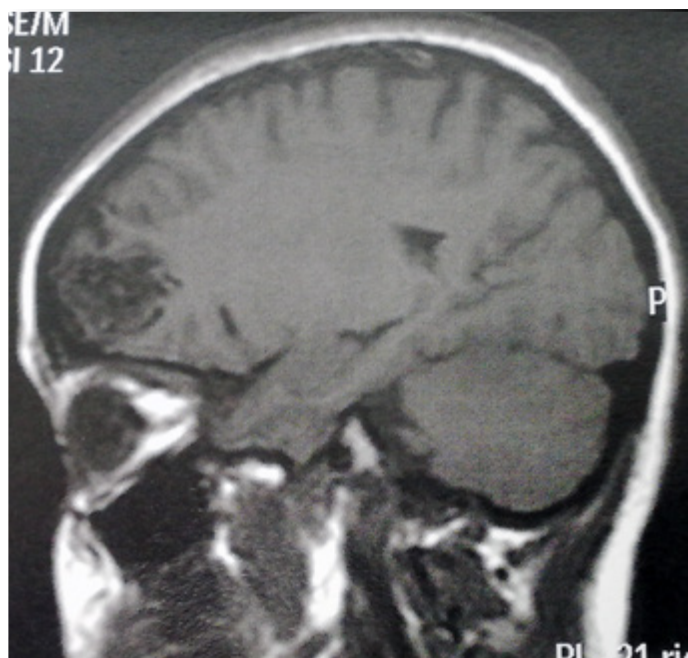


Esquema N° 67 : Corte axial en TC o RMI para localización de giro precentral (GPC). 1-El surco frontal superior (SFS) se une al surco precentral (SPreC). Por detrás se ubica el GPC. 2- Signo del gancho, por la forma del surco central (SC), en esa concavidad se aloja el área motora de la mano. 3- Signo del corchete o paréntesis, representa la extensión del brazo marginal (BM) del surco cingulado desde la cara medial a lateral. 4- El surco postcentral (SPoC) se bifurca en su extremo medial, abrazando al brazo marginal 5- El surco intraparietal (SIP) se une al surco postcentral.

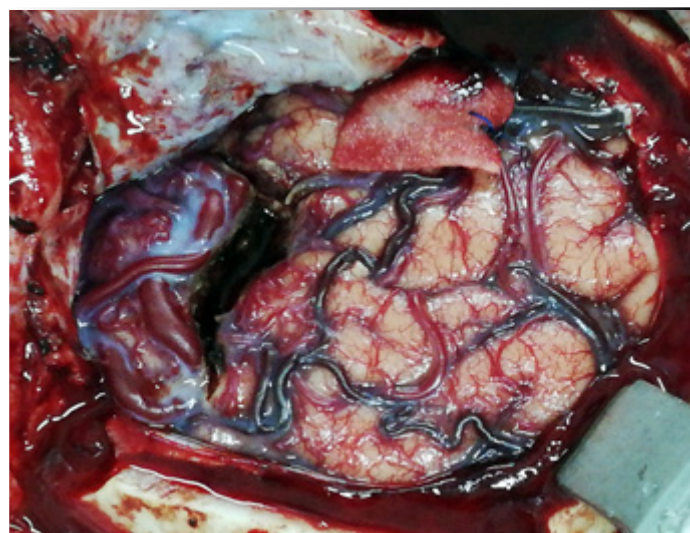
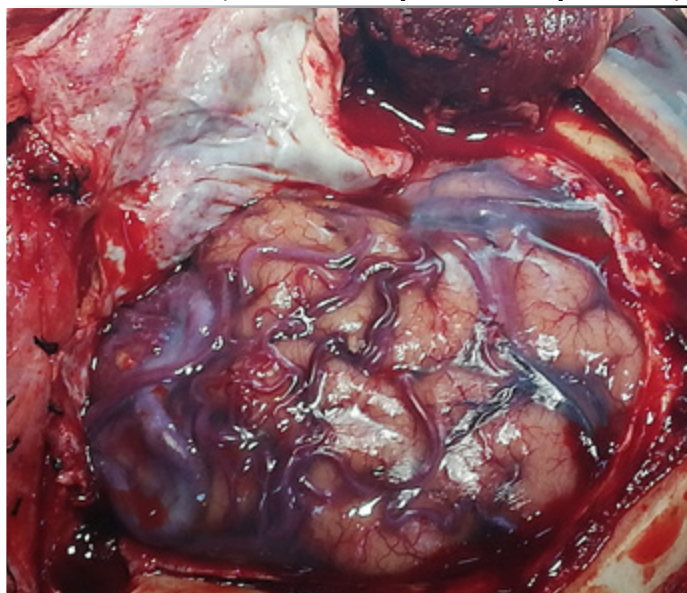
Es fundamental en situaciones, donde la atención es internamente dirigida como en la memoria episódica, que permite el recupero de sucesos personales autobiográficos y generales, en un esfuerzo por resolver problemas o generar planes futuros.

LOBULO PARIETAL

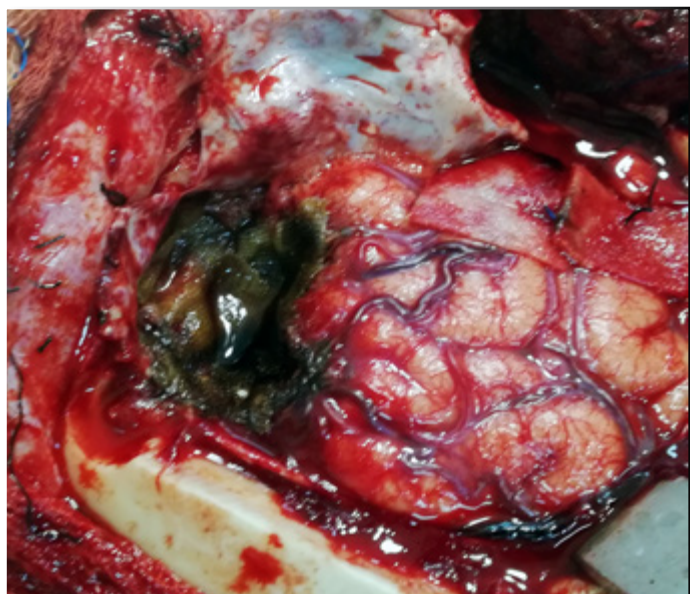
Este lóbulo, se ubica, por detrás de la **cisura de Rolando** (foto 9-39). El surco post-central es paralelo y posterior a Rolando y entre ambos encierran a la circunvolución parietal ascendente, asiento de la **corteza somatosensitiva primaria** (áreas 3,1 y 2). El **surco post-central**, puede ser continuo o discontinuo, dividido en 2 o 3 segmentos, teniendo por detrás a los **giros parietal superior** e inferior. Ocasionalmente puede haber 2 surcos postcentrales, ambos en paralelo. Un surco horizontal, largo: el **surco inter o intraparietal** (foto 9-38) divide a la convexidad parietal en lóbulos parietal superior e inferior. Puede ser continuo (más frecuente en hemisferio izquierdo) o discontinuo (más frecuente a derecha). La profundidad promedio del surco intraparietal es de 20 mms. Este surco se une adelante con el surco post-central. Este punto de reunión se



reconoce en la superficie como **punto intraparietal** y



Fotos N° 9-25/29 : *Malformación arterio-venosa de la pars orbitalis y polo frontal, alimentada por la arteria cerebral media. A la derecha al medio la lesión comienza a ser rodeada. Nótese el cambio evidente de color en las venas, en la suerficie del cerebro. Abajo a la derecha la malformación ha sido resecada. Or: pars orbitalis del giro frontal inferior.*



se sitúa en promedio, 6 cms anterior al lambda y entre 3,5 a 5 cms lateral a la línea media y es un reparo útil para abordar el **atrio ventricular**. En un plano coronal la unión del surco post-central con el intraparietal se ubica a la altura del esplenio, o sea por detrás del atrio. Si es necesario abordar este, debe usarse el punto intraparietal oblicuándose 30 a 45° hacia adelante. El surco intraparietal a medida que se dirige hacia atrás se acerca a la línea media, por lo cual el **giro parietal superior** se va adelgazando progresivamente. Es un surco profundo, de entre 15 a 20 mms, por lo cual casi alcanza el techo del ventrículo. Emite una prolongación descendente, el **surco intermediario de Jensen** que divide al giro

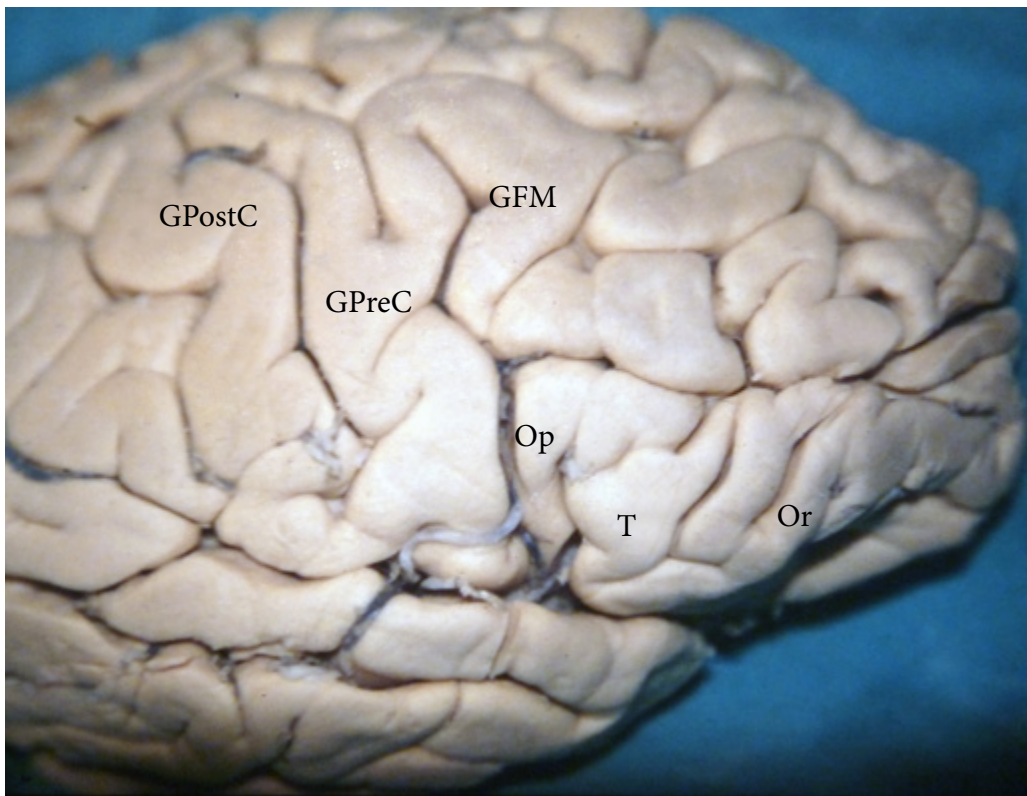


Foto N° 9-30 : Lóbulo central, formado por el giro precentral (GPreC)) y postcentral (PostC). La inclinación oblicua de arriba abajo y de atrás adelante permite distinguir a estos 2 fundamentales giros. GFM: giro frontal medio. Se ven también las partes del giro frontal inferior.

temporal inferior en sus 2 porciones y otra ascendente el **surco parietal transverso o de Brissaud**, de poca importancia. Hacia atrás se continúa con el **surco occipital transverso**. Entre el surco postcentral y el parieto-occipital y partiendo desde el borde medial del hemisferio se encuentra el surco parietal superior.

El **giro parietal inferior (GPI)**, se divide en una porción anterior, abrazada al extremo terminal de la cisura de Silvio (brazo ascendente posterior). Esta parte anterior, tiene forma de herradura y es llamado **giro supramarginalis (GSM)**, área 40 de Brodman), continuándose, con el giro temporal superior (foto 9-39). El **surco temporal superior**, en su extremo posterior se curva hacia arriba en forma paralela a Silvio (por eso se le llama también surco paralelo). La porción de corteza que se enrolla como una herradura alrededor del mismo es el **giro angular (GA)**, área 39 de Brodman), que representa la porción posterior del giro parietal inferior. El giro angular, se continúa con el giro temporal medio. Es importante consignar que en resonancia sagital, el giro angular se ubica en un corte más lateral que el giro supramarginalis, por lo que es difícil ver la doble configuración en herradura en dicho procedimiento diagnóstico. Si el surco temporal superior se muestra bifido, todo el córtex rodeando el área bifida puede

considerarse como giro angular. Es común observar giros accesorios anteriores o superiores a los GSM Y GA, lo que distorsiona la anatomía conocida.

La cara medial del parietal está constituida por el **precuneus o lóbulo cuadrilátero** (foto 9-47), el cual está limitado anteriormente por el **brazo marginal del surco cingulado**, por detrás el **surco parieto-occipital** e inferiormente lo cierra el **surco subparietal**.

INTEGRACION FRONTO-PARIETAL Y PROYECCIONES MOTORAS.

Vamos a describir brevemente las áreas funcionales de los lóbulos frontal y parietal, dada la fuerte integración que existe entre ambos lóbulos, fundamentalmente en la actividad motora.

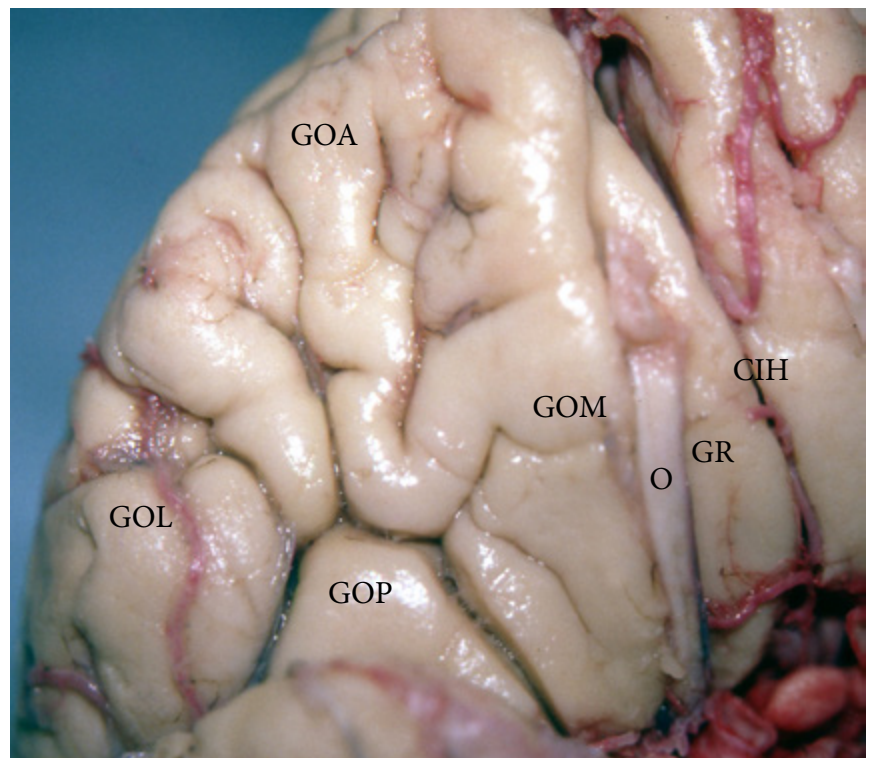


FOTO N° 9-31: Cara orbital del frontal. Un surco en forma de H o X divide a esta cara en 4 giros orbitales (GO): anterior, medial, lateral y posterior. El surco olfatorio donde asienta el nervio olfatorio (O), lo separa del girus rectus (GR).

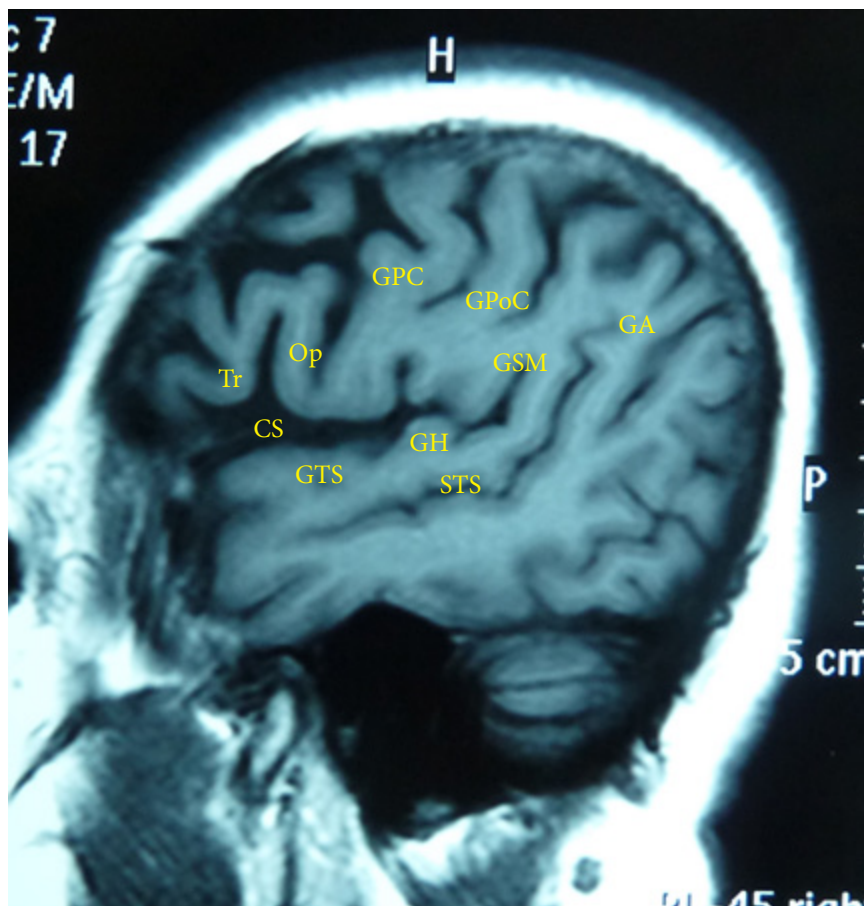


Foto N° 9-32 : Resonancia con corte parasagital. Tr: pars triangularis. Op: pars opercularis. GPC: giro precentral. GPoC: giro postcentral. GSM: giro supramarginalis. GA: giro angularis. GH: giro de Heschl. GTS: giro temporal superior. CS: cisura silviana. STS: surco temporal superior.

Desde el punto de vista histológico, como ya vimos, podemos dividir a la corteza frontal en granular y agranular (de acuerdo a la importancia de la capa 4, muy rica en células granulares). La corteza granular es el **córtex prefrontal** y la agranular está formada por el **área motora suplementaria** (AMS), la **corteza premotora** (CPM) y la corteza motora primaria (CMP), las cuales están casi desprovistas de la capa granular interna.

La CPM se sitúa por delante de la CMP (área 6). Se reconocen 6 áreas premotoras, que Matelli mediante estudios de citocromo oxidasa, las numeró de F1 a F7 (esquema 63). F1 corresponde a la CMP. Sobre la cara medial del hemisferio y por delante de F1 se ubica el **área motora suplementaria** (AMS), que corresponde a F3. Por delante de esta se ubica pre AMS (F6). A nivel de la cara lateral la CPM se divide en una porción dorsal y otra ventral, cada una de las cuales, a su vez, tiene una porción rostral y otra caudal. Así PM dorsal caudal o posterior, corresponde a F2 y PM dorsal rostral o anterior, es F7 (esquema 69). En cuanto a CPM ventral, su porción rostral es F5 (incluía también áreas 44 y 45) y la caudal es F4. Como ya fue expuesto, a nivel de la corteza cingulada se reconoce la corteza cingulada motora en la región medio cingulada. Esta última junto con la corteza prefrontal participan, no en la generación directa del movimiento sino en funciones superiores, de la índole de memoria de trabajo, planeamiento de acciones y motivación. mientras

que las áreas F1, F2, F3, F4 y F5 que dan origen al haz córtico-espinal se conectan intensamente con áreas parietales, como ya veremos, mientras que F6 y F7 lo hacen con la **corteza prefrontal** y cingulada.

Basicamente la corteza premotora dorsal planea, selecciona y prepara acciones de alcance-agarrar, estableciendo de acuerdo a los datos del objeto (forma, posición, tamaño) la preforma de la mano más adecuada para asir el objeto. También actúa sobre la CMP, durante el curso del movimiento, evaluando cambios súbitos en las características del objeto, para así adecuar la fuerza de la prensión. La corteza premotora ventral planea y controla la prehensión y manipulación de objetos.

Ambas CPM, tanto la dorsal como la ventral, emiten proyecciones que van a sinapsar con interneuronas de la zona intermedia de la columna cervical. Las PM dorsales representando porciones proximales y distales del miembro superior conectarán con su correspondiente nivel cervical, pero las PM ventrales, que sólo nacen de zonas representativas de la mano, terminan al contrario de lo que uno esperaría (en niveles cervicales inferiores vinculados con la movilidad de la mano), en niveles altos de la columna cervical, los que inervan músculos del cuello y del hombro, para permitir la orientación de la cabeza durante

la prensión.

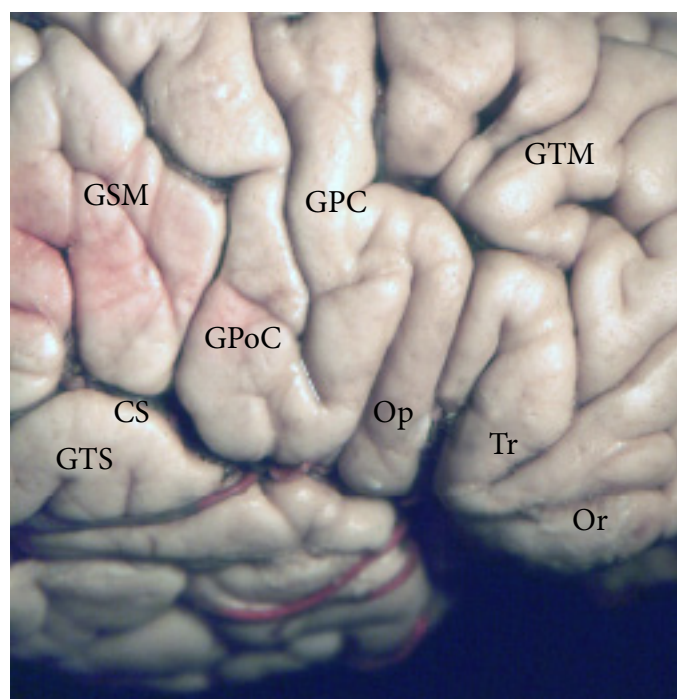


Foto N° 9-33 : Giro frontal inferior, con sus porciones Orbitalis (Or), triangularis (Tr) y opercularis (Op). GPC: giro precentral. GPoC: giro postcentral. GSM: giro supramarginal. GTM: giro temporal medio.

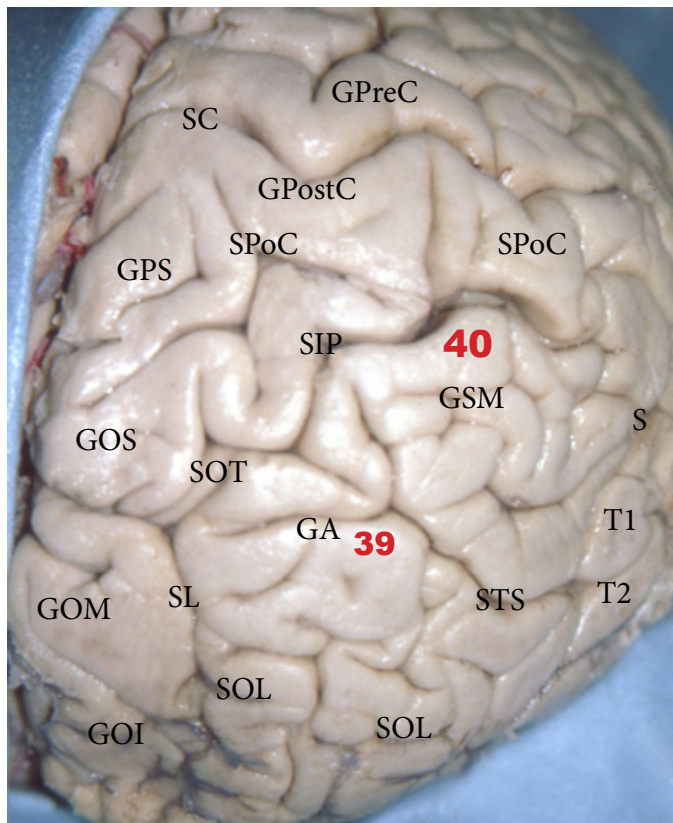


Foto N° 9-34 : Lóbulos parietal y occipital. El surco intraparietal (SIP) divide al lóbulo parietal en lóbulos parietal superior (GPS) e inferior. Este último separado en giro supramarginal (GSM), rodeando la porción terminal de la cisura de Silvio (S) y giro angular (GA) abarcando la porción terminal del surco temporal superior (STS). El surco occipital transverso (SOT) es la continuación del SIP. El surco occipital lateral (SOL) suele continuar al surco temporal inferior. Giros occipital superior, medio e inferior (GOS, GOM Y GOI) SL: surco lunatus

La **corteza parietal** someramente se compone de la corteza somatosensitiva (areas 3,1 y 2) el lobulo

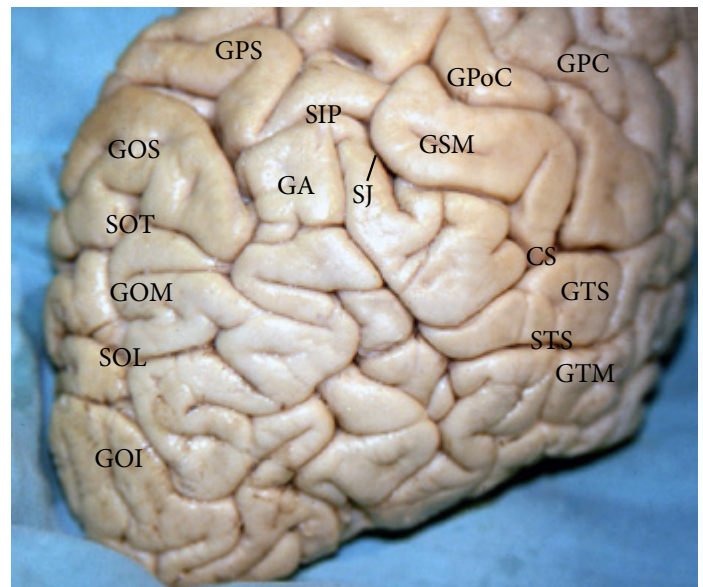


Foto N° 9-35 : Cara externa del hemisferio. la dirección claramente oblicua hacia adelante, denota a los giros pre (GPC) y postcentral (GPoC). Por detrás de este y rodeando al extremo de la cisura silviana (CS) se ubica el giro supramarginal (GSM). El surco intermediario de Jensen (SJ) separa al GSM del angular (GA). El surco intraparietal (SIP), limita por abajo, al giro parietal superior (GPS). El surco occipital transverso (SOT) es la continuación del intraparietal, separando el giro occipital superior (GOS) del medio (GOM). El surco occipital lateral (SOL) separa el giro occipital medio del inferior (GOI). El surco temporal superior (STS) es abrazado en su terminación por el giro angular.

parietal superior con su porcion anterior (area 5) que es la corteza asociativa somatosensitiva unimodal y por detrás el area 7 que corresponde a la corteza polimodal parietal superior. Luego en el **surco intraparietal** se halla, la corteza parietal polimodal intermedia con areas importantes para la transformacion sensorial en actos motores como AIP (area intraparietal anterior), VIP (area

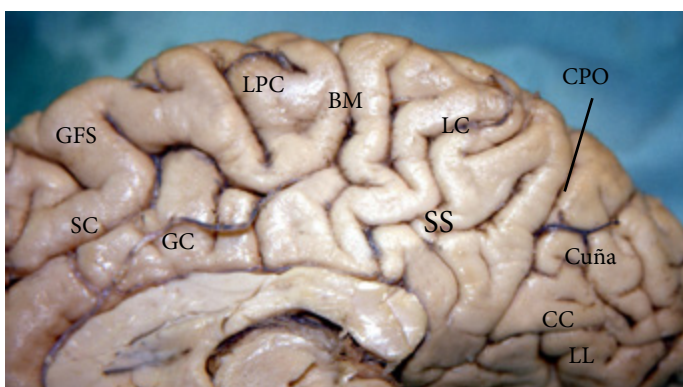
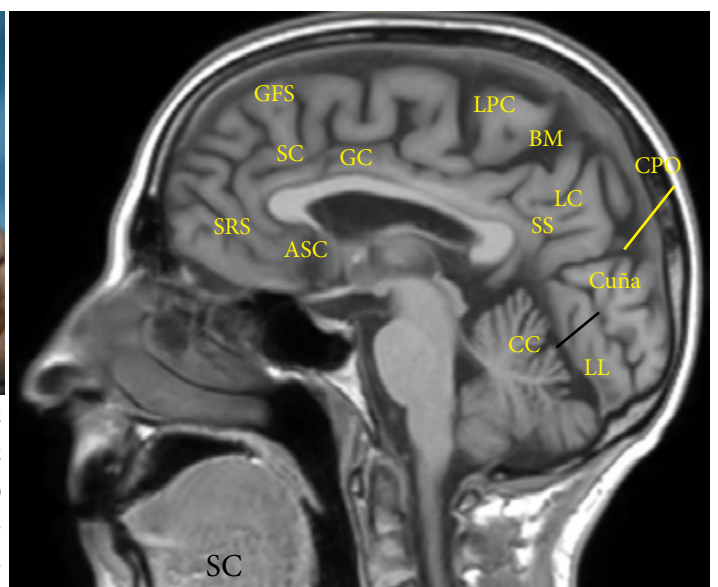


Foto N° 9-36/37 : Imagen anatómica comparada con otra de resonancia donde se observa la cara medial del hemisferio. BM: brazo marginal del surco cingulado. GC: cíngulo. CC: cisura calcarina. CPO: cisura perpendicular interna o parieto-occipital. LC: lóbulo cuadrilátero. LL: lobulillo lingual LPC: lobulillo paracentral. ASC: área subcallosa SC: surco cingulado. SRS: surco rostral superior. SS: surco subparietal.



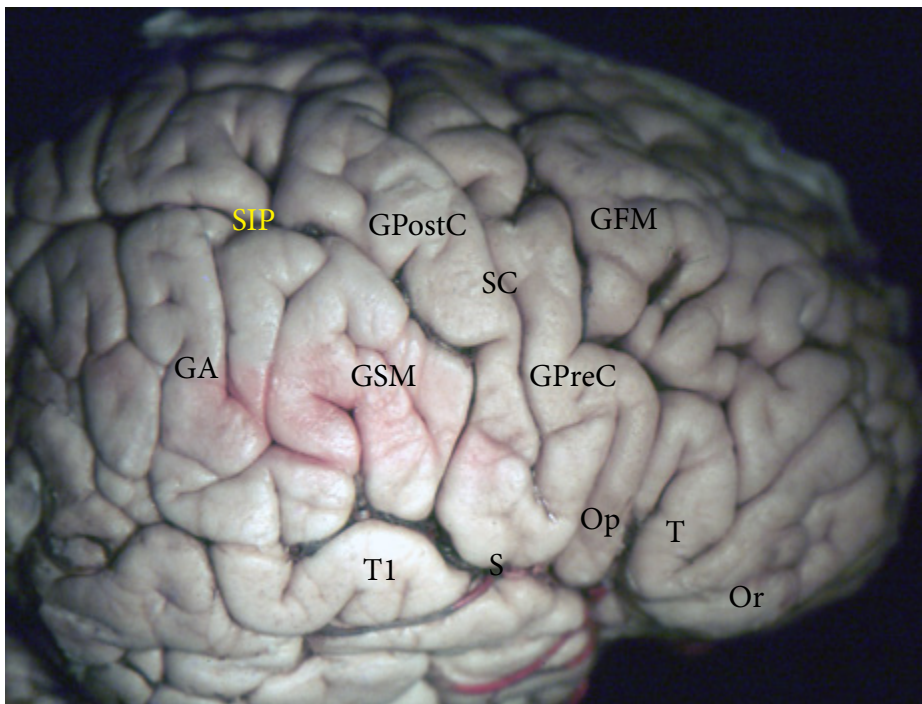


Foto N° 9-38 : F3 con sus porciones Opercularis (Op), triangularis (T) y orbitalis (Or). GPreC: giro precentral o F4. GPostC: giro postcentral GSM: giro supramarginal. GA: giro angular. SIP: surco intraparietal. GFM: giro frontal medio.

intraparietal ventral) MIP (area intraparietal medial) LIP (area intraparietal lateral) CIP (area intraparietal caudal). Finalmente la corteza polimodal parietal inferior corresponde al lóbulo parietal inferior constituido por el **giro supramarginalis** (area 40) y por detrás el **giro angularis** (area 39).

Alcanzar una actividad motora requiere una serie de pasos que van desde el planeamiento hasta la ejecución de la misma, pasando por la selección del plan motor. Esta actividad, se produce a través de un gradiente antero-posterior a lo largo del lóbulo frontal. Así la corteza asociativa prefrontal es la encargada de la meta o planeamiento, la CPM de la selección del mejor plan motor, para que por fin la CMP, mediante sus motoneuronas ejecute la orden de movimiento.

A su vez para una determinada acción motora es necesario tener al instante información visual del medio ambiente y del estado de los segmentos corporales al momento de iniciar la misma, es decir transformar información sensorial en una acción motora, generando también el feedback necesario para ir corrigiendo el movimiento mientras se va efectuando. Esto se logra mediante conexiones entre la corteza parietal polimodal y la CPM.

Las conexiones entre el lóbulo parietal superior (area 7) y la corteza PM dorsal y AMS son fundamentales en la coordinación mano-ojos para el movimiento de estos últimos dirigidos a una meta. Su lesión genera ataxia óptica. Esta se caracteriza por la inexactitud en los movimientos o en el alcance a objetos bajo guía visual situados en el campo visual periférico, o sea cuando las metas a alcanzar de la visión y la mano están disociadas. (puede tocar correctamente,

cualquier parte de su cuerpo, si se le pide que lo haga con los ojos cerrados). Junto con la simultagnosia y la apraxia ocular configuran el síndrome de Balint observado en lesiones bilaterales del lóbulo parietal superior.

Este circuito tiene conexiones con el sistema de procesamiento visual dorsal u occipito-parietal, la cual es fundamental en percibir la localización espacial de los objetos y en el planeamiento para manipular dichos objetos (sistema donde).

Las conexiones del lóbulo parietal inferior se establecen con la CP ventral en 3 grupos:

- 1- Entre el area VIP (area intraparietal ventral en el fondo del surco intraparietal) y F4. El area vip contiene neuronas bimodales que responden tanto al tacto como a la visión sobre todo con objetos en movimiento en el espacio peripersonal. Este circuito es importante en evitar objetos que se dirigen a la cara.
- 2- Entre AIP (area intraparietal anterior) y F5. La función de este circuito es establecer la postura más adecuada de prensión de acuerdo a las características físicas de los objetos (dimensión, peso). El circuito se activa al tomar y manipular un objeto
- 3- Esta conexión une giro supramarginal y angular con F5 y area 44. Recibe información visual de actos motores realizados por otros, comparando la actividad motora de otros con nuestra propia representación interna del mismo movimiento.

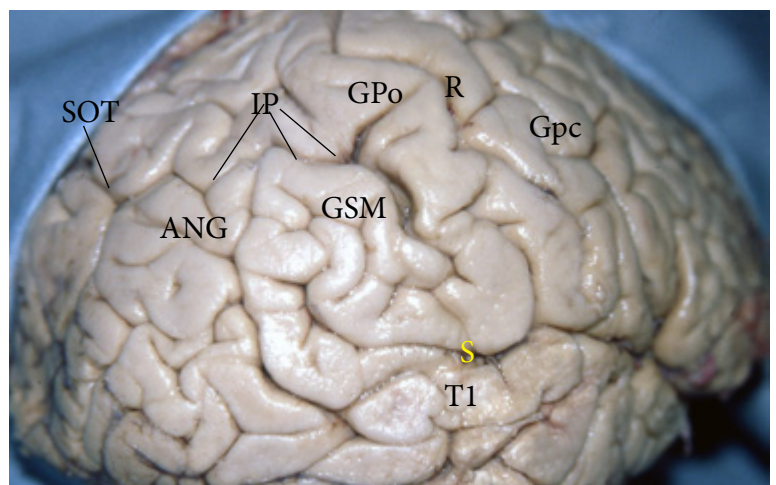
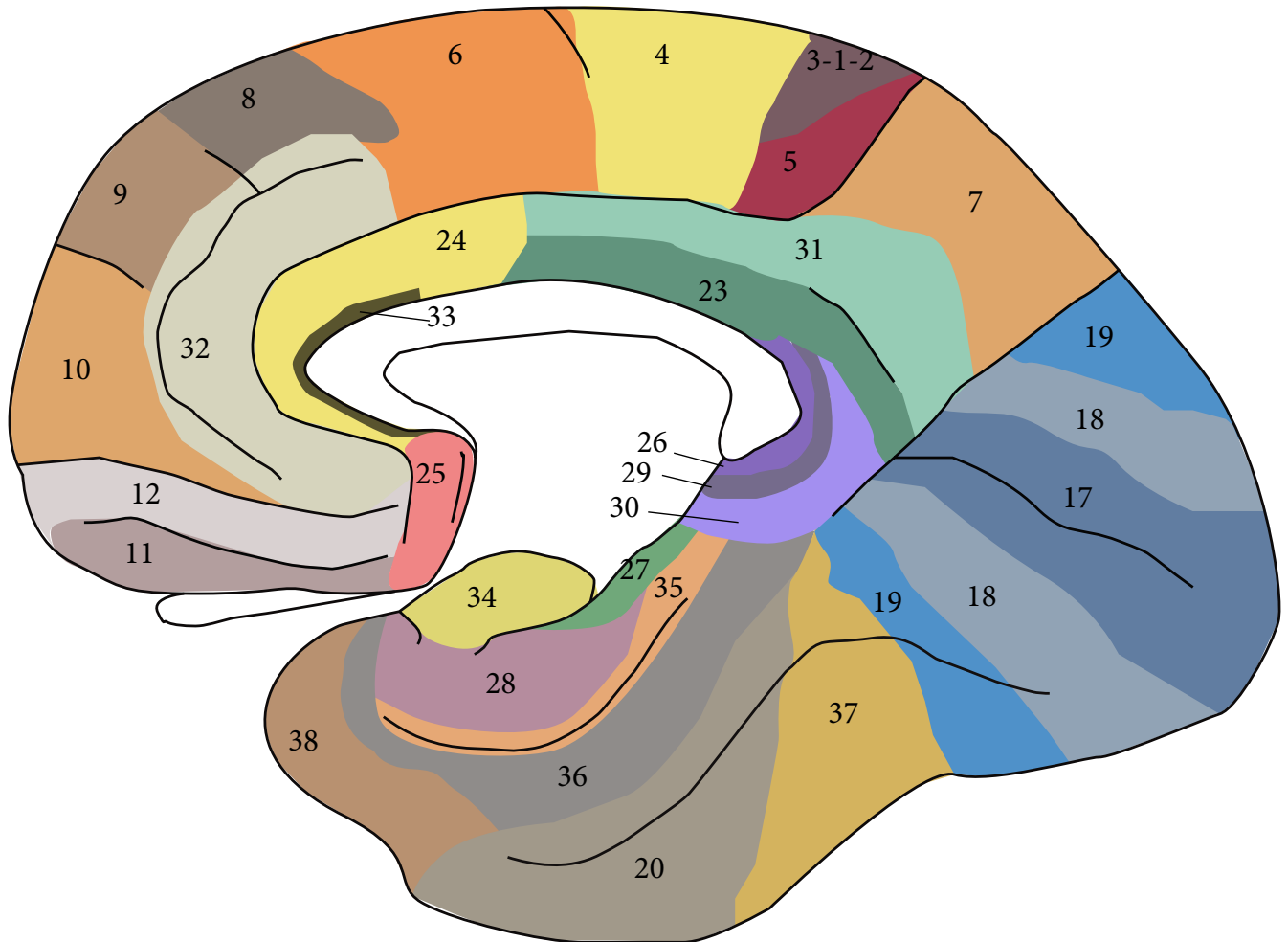
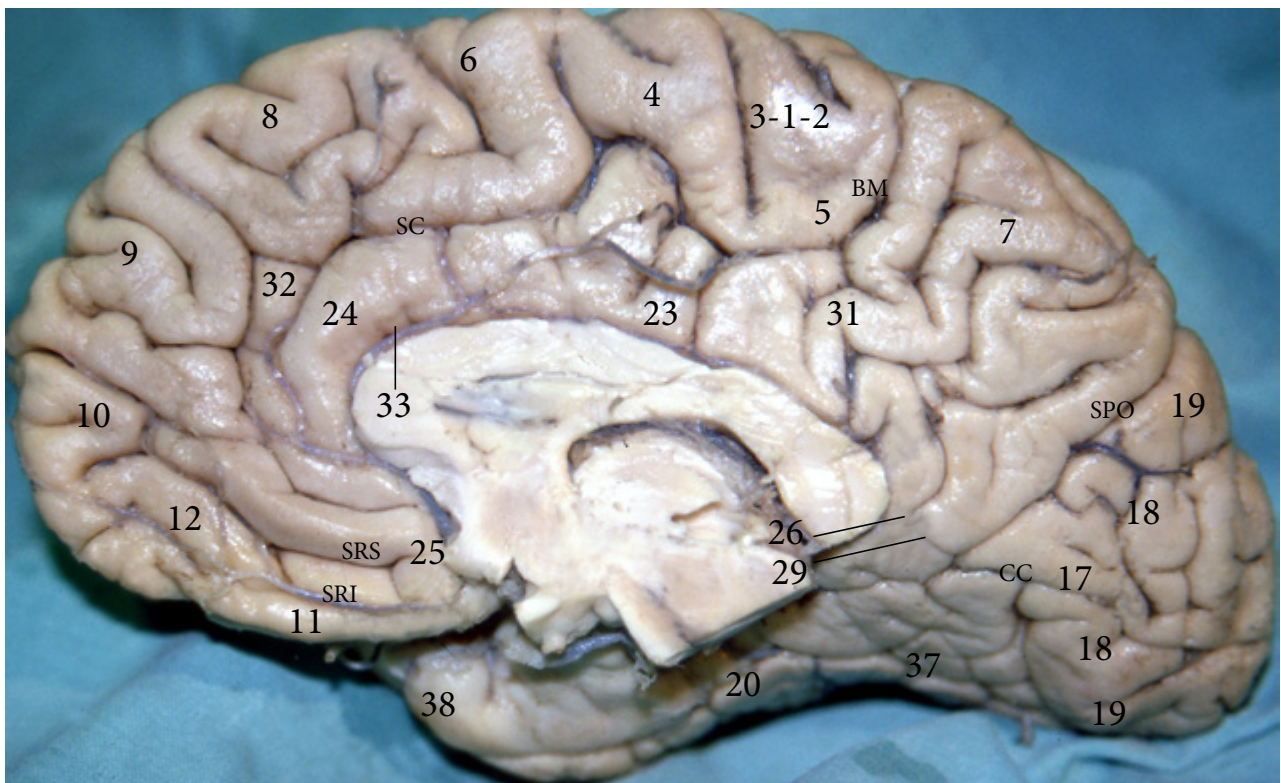
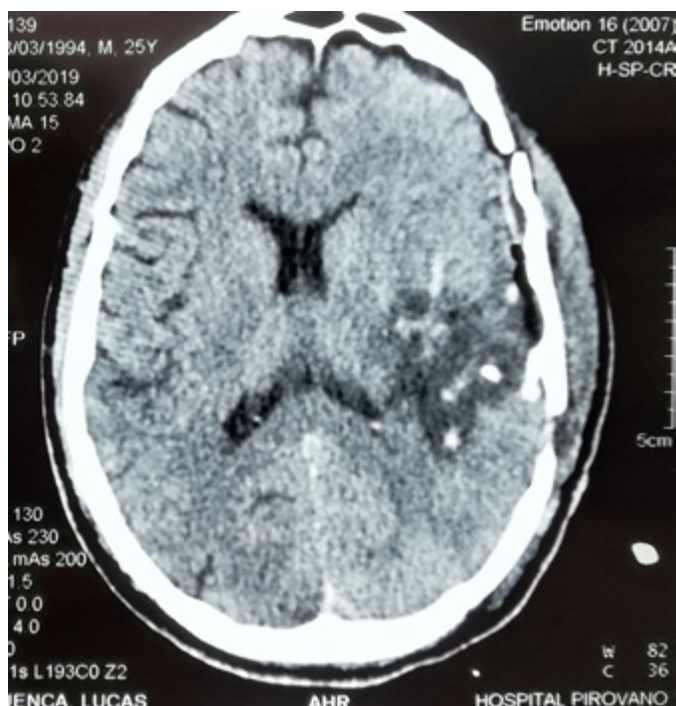
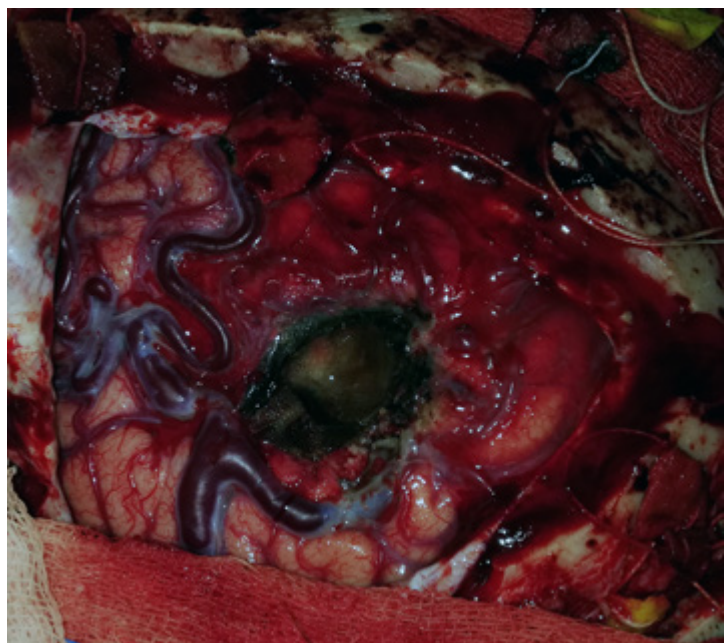
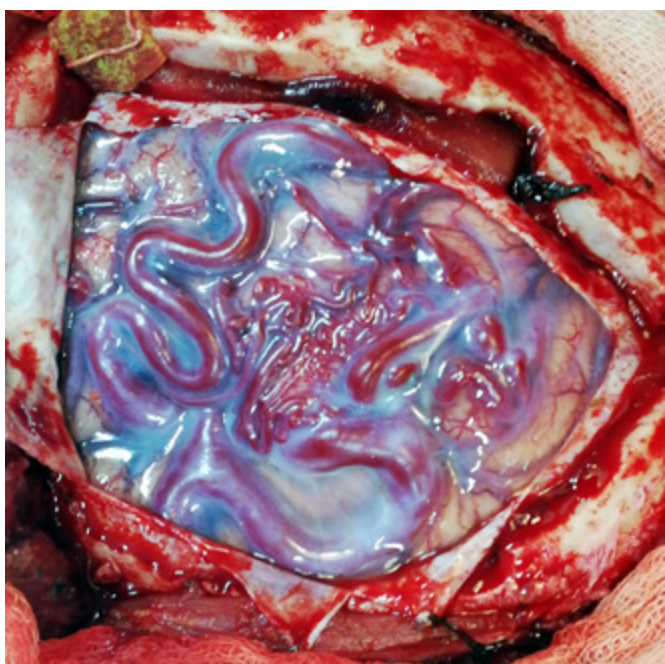
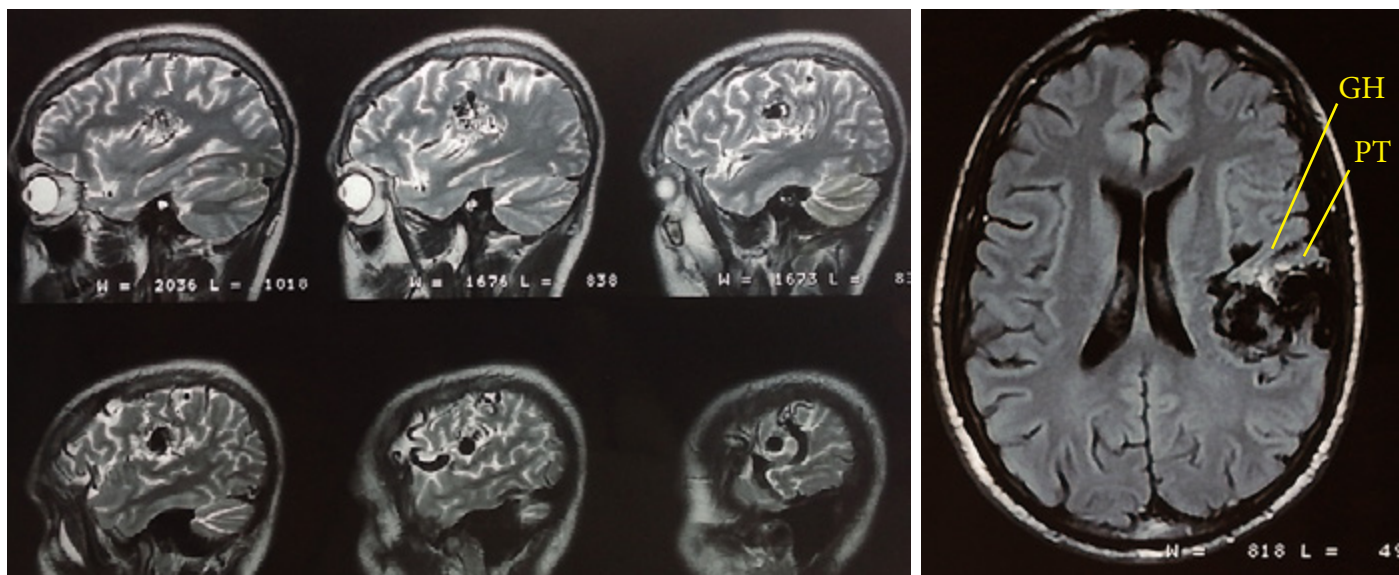


Foto N° 9-39 : Lóbulo parietal, con el giro supramarginalis (GSM) envolviendo la porción terminal de Silvio y por detrás el giro angular (ANG). El surco intraparietal (IP) se continúa hacia atrás con el surco occipital transversal (SOT) GPo: giro postcentral; Gpr: giro precentral.



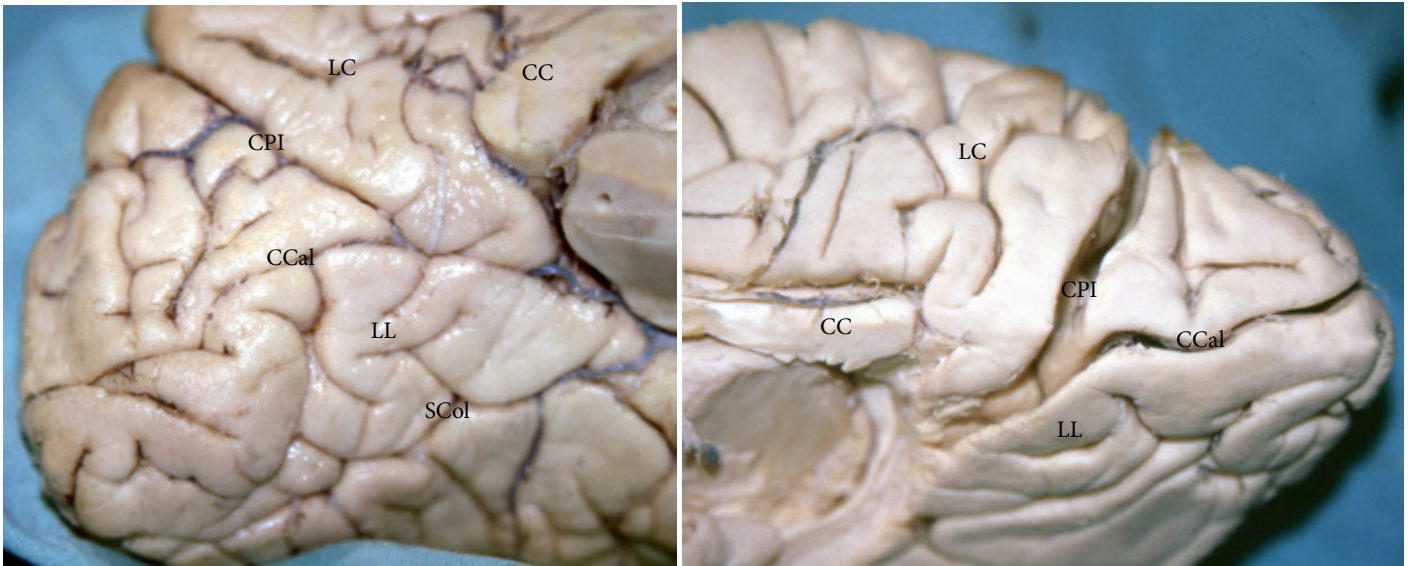
Esquema N° 68 y foto N° 9-40 : Areas de Brodmann en la cara medial del hemisferio. El área 25 es el área subcallosa, asiento de la región septal y considerado el polo cingulado, desde donde parte una vía límbica dorsal (por el cíngulo) y otra vía límbica ventral (vía fascículo uncinado). Las áreas 24 y 32 corresponden a la región medio cingulada, la cual es asiento de las áreas límbicas motoras. La llamada corteza cingulada posterior (áreas 23 y 31) más la corteza retrosplenial (29 y 30) y la precuneal (7) constituyen la red neuronal por defecto (ver texto).





Fotos N° 9-41/45: Malformación arterio-venosa, cuyo nido se encuentra a nivel de la parte inferior del giro postcentral o circunvolución parietal ascendente y giro supramarginal. En el corte axial el nido se observa por detrás y arriba del giro de Heschl (GH) y el plano temporal (PT). En la imagen quirúrgica se observa el nido a nivel giro supramarginalis (GSM) y parte inferior del giro postcentral (GPoC). CS: cisura de Silvio. Dada su ubicación a nivel del GSM, la craneotomía se centró en el punto craneométrico Euryon.

La tomografía de la izquierda muestra el área quirúrgica luego de la resección de la lesión. GPC: giro pre-central.



Fotos N° 9-46/47 : Dos configuraciones diferentes de la cara medial del lóbulo occipital. La denominada cuña queda encerrada entre la cisura perpendicular interna (CPI) y la cisura calcarina (CCal). Medial a ésta se encuentra el lobulillo lingual (LL) cuyo límite lateral es el surco colateral (SCol). Por delante de la CPI se ubica el lóbulo cuadrilátero o antecuña (LC) CC: cuerpo calloso

Forma parte del circuito cortical de neuronas en espejo que disparan no solo al observar sino también al imitar.

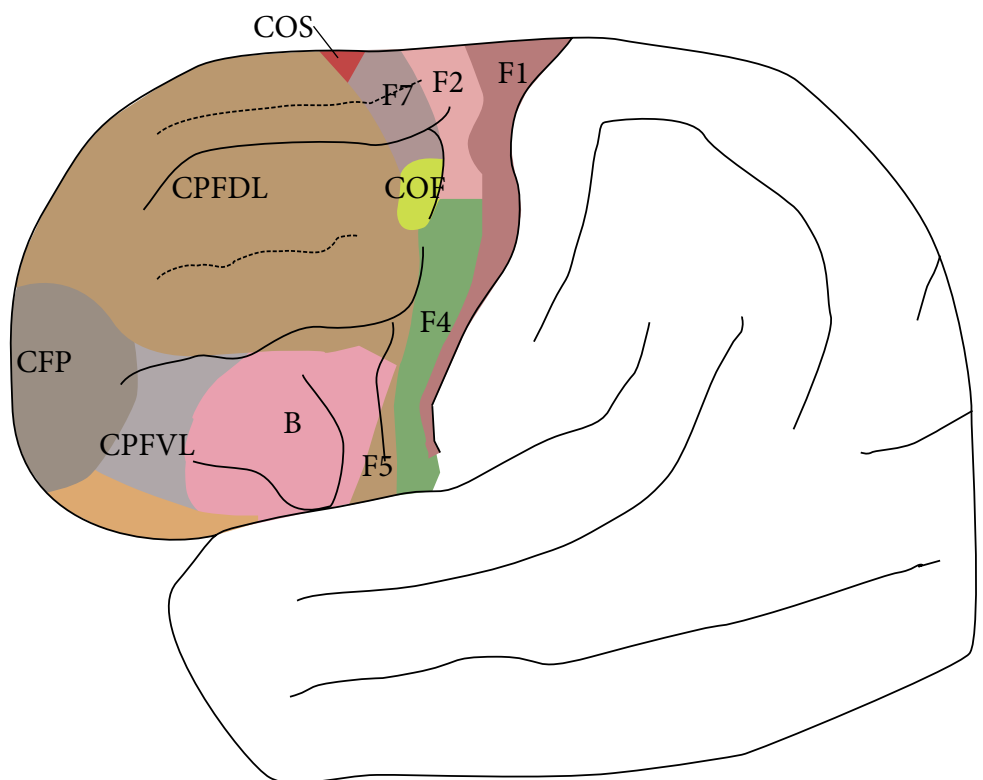
la cara medial del hemisferio. Los brazos y la cara, están representados, sucesivamente de arriba abajo, sobre la cara lateral del cerebro.

Las áreas involucradas en el proceso de prensión se vinculan con el sistema de procesamiento visual ventral, el cual procesa, la forma y color de los objetos (sistema qué) y por ende al reconocimiento de los mismos.

Es también importante mencionar que de medial a lateral la función difiere. así las áreas premotoras mediales participarían en la planificación y generación de acciones guiadas internamente, por ej: imaginarse a uno mismo cantando una canción determinada. También sería importante en la iniciación de movimientos no vinculados a estímulos sensoriales como caminar, hablar, señalar, etc.

Las áreas PM más laterales, por el contrario se vinculan a acciones motoras en respuesta a estímulos sensoriales concretos, como también en acciones dirigidas a objetos.

La representación clásica de la CMP es el homúnculo motor, en el cual diferentes segmentos del cuerpo están representados mediante la figura de un hombre invertido con los miembros inferiores sobre



Esquema N° 69 : Organización de la cara lateral del lóbulo frontal. Según Matelli la corteza agranular frontal se divide en 7 áreas. Sobre la cara medial F3 corresponde al área motora suplementaria y F6 al área premotora suplementaria. A nivel de la cara dorsal del hemisferio, encontramos la corteza premotora dorsal con una porción anterior o rostral (F7) y otra posterior o caudal (F2). La corteza premotora ventral también tiene una porción rostral (F5) y otra caudal (F4). (ver texto). B: área del lenguaje de Broca. COF: campo ocular frontal CFP: corteza fronto-polar CPFDL: corteza prefrontal dorso-lateral. CPFVL: corteza prefrontal ventro-lateral. COS: campo ocular suplementario.

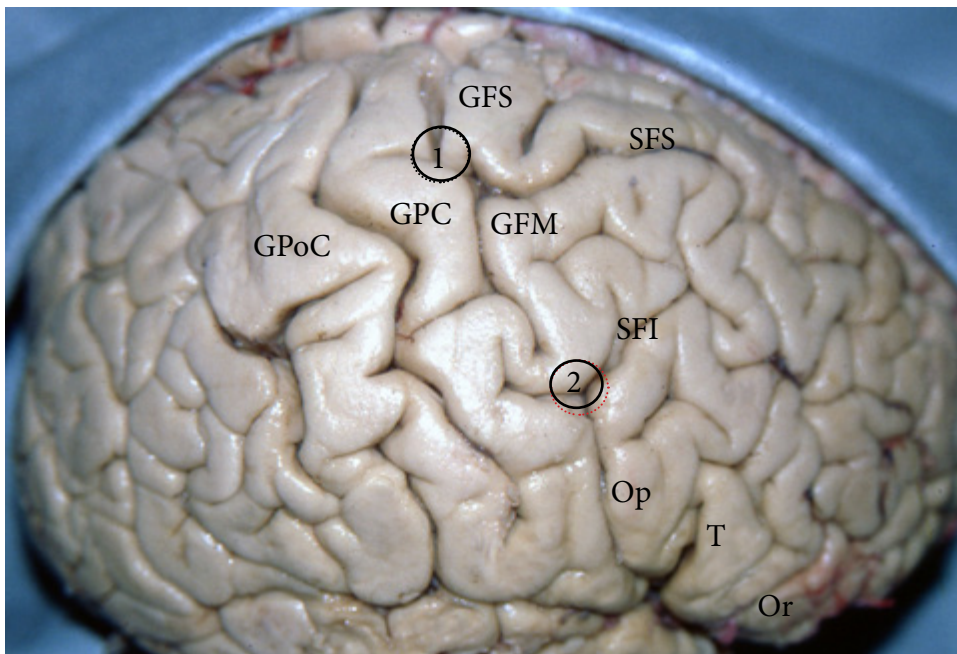


Foto N° 9-48 : El círculo 1 marca el llamado punto coronal posterior, situado 1 cm detrás de la coronal y a 3 cms de la línea media. El círculo 2 marca la unión del surco frontal inferior con el precentral. Ese punto se sitúa debajo del stefanion (punto donde la sutura coronal cruza a la línea curva temporal superior)

Las áreas que tienen una mayor complejidad y fraccionamiento del movimiento como las manos o la boca tienen una zona mayor de representatividad en la corteza.

La ultraestructura de la CMP es la de un mosaico, es decir que neuronas destinadas a un determinado músculo se hallan esparcidas en el sector cortical al cual dicho músculo pertenece, entremezclándose con otras neuronas que inervan otros músculos dentro del mismo segmento corporal.

El **haz cortico espinal** efector final de la actividad motora (esquema 71), nace de células piramidales de la capa 5 y está formado por aproximadamente 1.000.000 de axones de los cuales menos del 3% tienen más de 6 micras de diámetro, mientras que más de un 80% tienen menos de 2 micras de grosor. Así surge la paradoja de una vía, que uno imagina de alta velocidad, pero que en realidad es una vía de conducción lenta. Se sabe actualmente que un 70% de las fibras nacen en el lóbulo frontal y un 30 % restante lo hace en el parietal. Del conjunto de fibras frontales (80%) un 60% va a nacer de la CPM y solo un 40% de la CMP

Las fibras del haz cortico espinal se agrupan a nivel del brazo posterior de la **cápsula interna** con las fibras prefrontales, las premotoras, las motoras primarias y las parietales en ese orden de adelante atrás.

Un 85-90% de las fibras se decusan a nivel bulbar bajo, corriendo en la porción dorsal del cordón lateral de la medula alcanzando las motoneuronas alfa ya sea directamente o a través de interneuronas, mientras que un 10-15% de las fibras continúan su camino del mismo lado, a lo largo del cordón anterior de la medula, activando

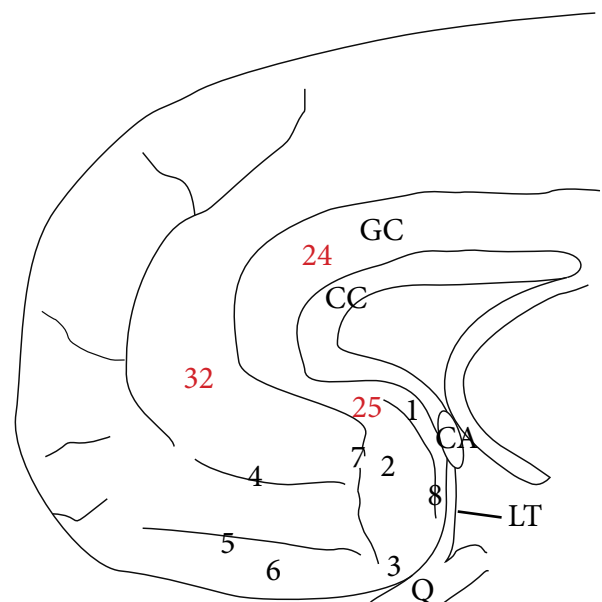
tónicamente músculos axiales o proximales.

Fibras nacidas en la CMP, con conexión corticomotoneuronal directa producen los movimientos finos, distales con alto grado de fraccionamiento a nivel de la mano.

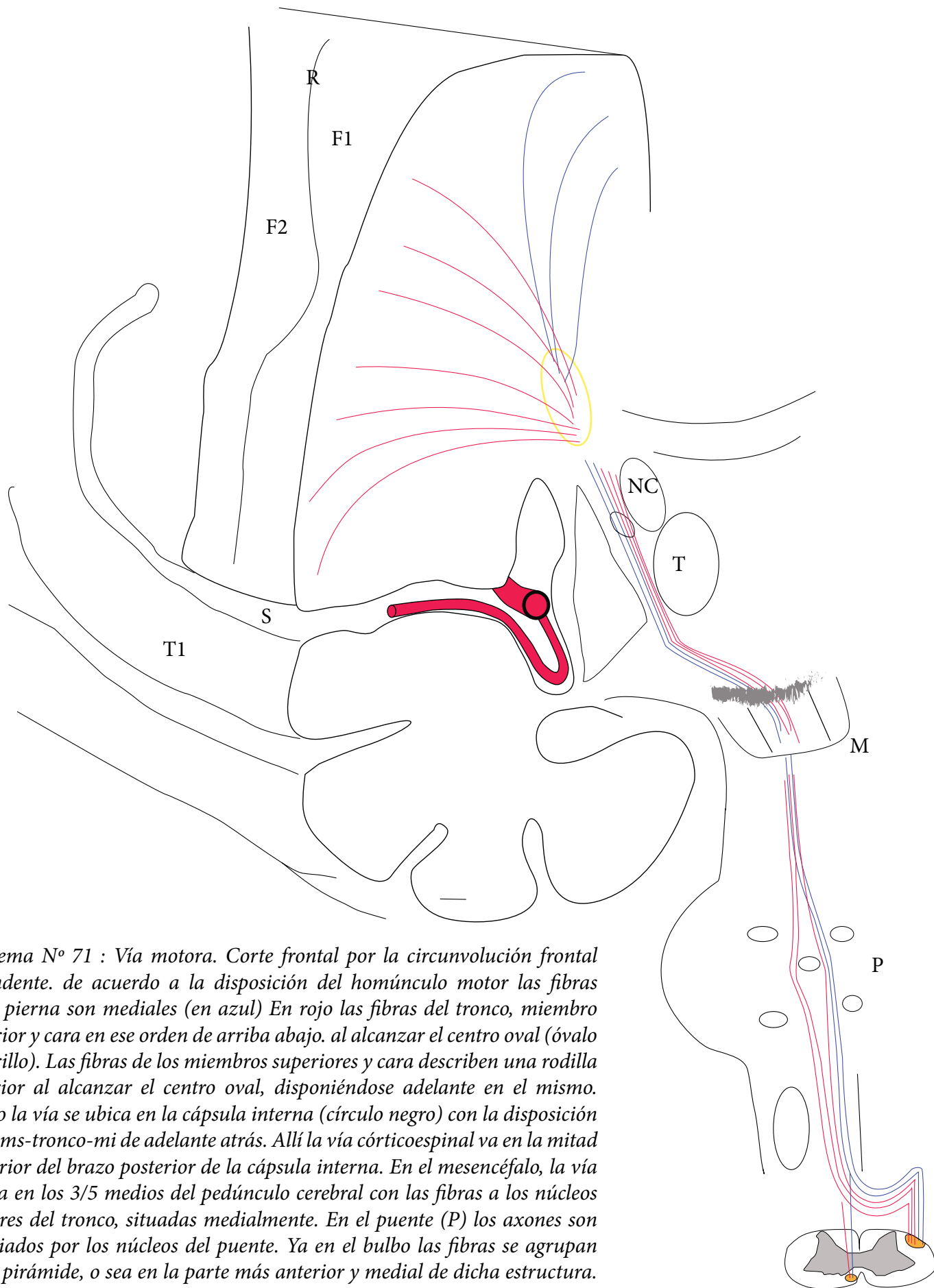
Mientras que las fibras originadas en el cortex PM y parietal actúan fundamentalmente guiando el movimiento de los miembros en el espacio.

Dentro de las vías secundarias para regular la actividad motora, los **haces retículo espinales** (RE) son los más importantes. El haz RE medial tiene origen pontino (núcleos reticulares orales y caudales) y el RE lateral origen bulbar (núcleo reticular gigantocelular). El lateral corre bilateralmente en el cordón lateral adyacente al haz córtico-espinal y el pontino o medial lo hace en el

cordón anterior, permaneciendo ipsilateral por detrás del córtico-espinal anterior, dentro del fascículo longitudinal medial. Ambos reciben fibras de los dos hemisferios por lo que su influencia es ipsi o bilateral (jugaría algún rol en la



Esquema N° 70 : Región frontal medial subcallosa. 1-Giro paraterminal 2-Giro subcalloso 3- Área paraolfatoria 4-Surco rostral superior 5-Surco rostral inferior 6-Girus rectus 7-Surco paraolfatorio anterior 8-Surco paraolfatorio posterior. La suma de los giros paraterminal y subcalloso corresponde al área septal. CA: comisura anterior CC: cuerpo calloso GC: giro cingulado LT: lámina terminalis Q: quiasma óptico. El área subcallosa corresponde al área 25 de Brodmann.



Esquema N° 71 : Vía motora. Corte frontal por la circunvolución frontal ascendente. de acuerdo a la disposición del homúnculo motor las fibras de la pierna son mediales (en azul) En rojo las fibras del tronco, miembro superior y cara en ese orden de arriba abajo. al alcanzar el centro oval (óvalo amarillo). Las fibras de los miembros superiores y cara describen una rodilla anterior al alcanzar el centro oval, disponiéndose adelante en el mismo. Luego la vía se ubica en la cápsula interna (círculo negro) con la disposición cara-ms-tronco-mi de adelante atrás. Allí la vía córticoespinal va en la mitad posterior del brazo posterior de la cápsula interna. En el mesencéfalo, la vía CE va en los 3/5 medios del pedúnculo cerebral con las fibras a los núcleos motores del tronco, situadas medialmente. En el puente (P) los axones son disociados por los núcleos del puente. Ya en el bulbo las fibras se agrupan en la pirámide, o sea en la parte más anterior y medial de dicha estructura. En el extremo inferior del bulbo se produce la decusación donde un 85-90% de la fibras cruzan al lado opuesto ubicándose a partir de allí en la porción dorsolateral del cordón espinal (en naranja). Un 10-15% del contingente no cruza en el bulbo bajo, permaneciendo del mismo lado como haz córtico-espinal directo.

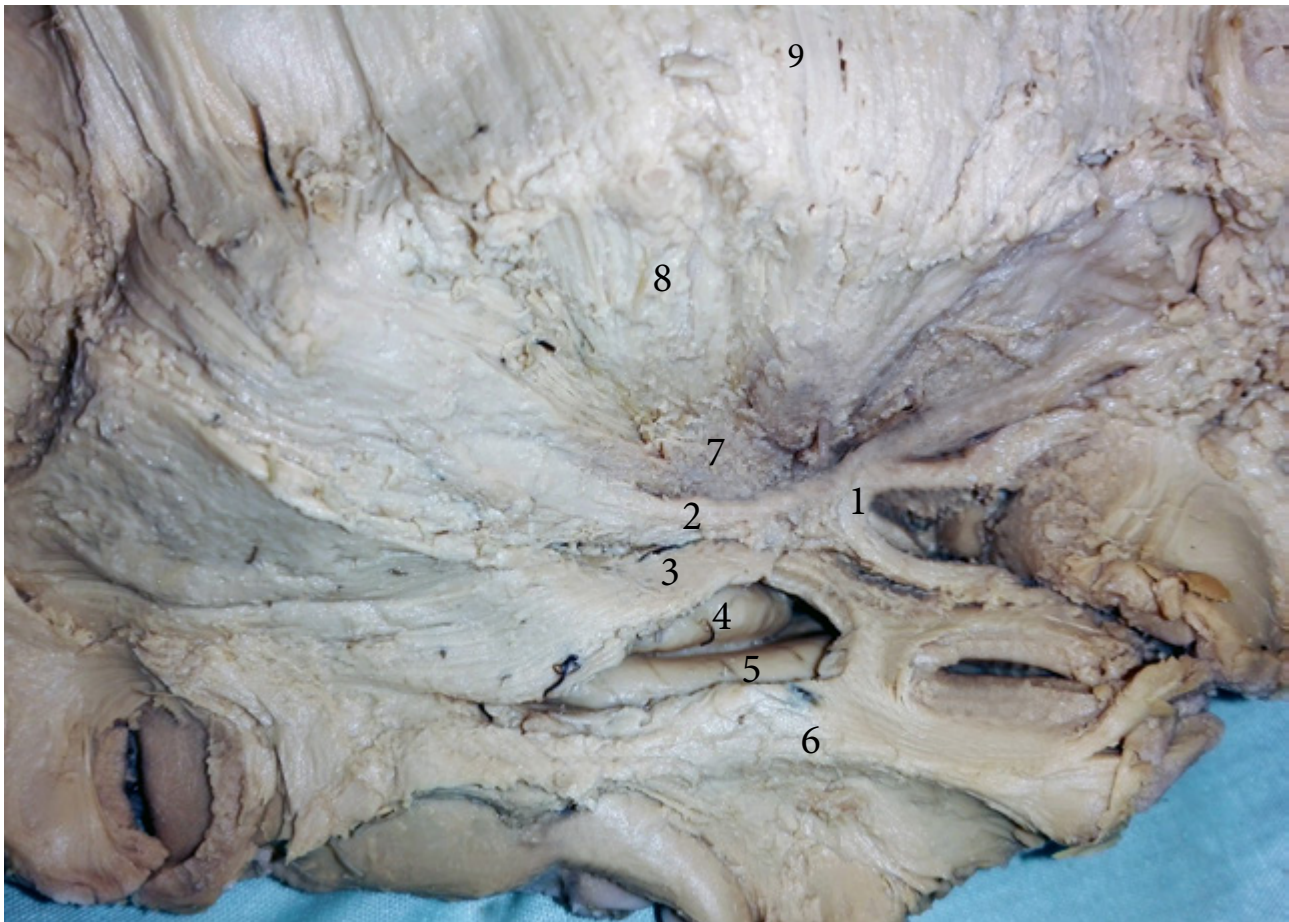


Foto N° 9-49 : Lóbulo temporal disecado (método de Klinger). 1- Fascículo uncinado 2- Fascículo occípito frontal inferior 3- Radiaciones ópticas 4- Hipocampo 5- Eminencia colateral 6- Fascículo longitudinal inferior 7- Putamen 8- Corona radiata

recuperación motora). Estos haces activarían motoneuronas de los músculos axiales y proximales. El haz RE lateral, inhibe la actividad extensora, mientras que el haz RE medial facilita los reflejos espinales extensores.

El **haz rubro-espinal** está muy poco desarrollado en el hombre debido a la expansión del corticoespinal.

A nivel mesencefálico se encuentra el centro locomotor que activa las neuronas retículo espinales las que a su vez activan los mecanismos de locomoción mediante la facilitación e inhibición alternante de músculos flexores y extensores.

El centro locomotor mesencefálico recibe proyecciones desde el cortex, ganglios basales, hipotálamo y una proyección descendente dopaminérgica desde la pars compacta de la sustancia negra y área tegmental ventral.

LOBULO PARIETAL Y ATENCION

Es fundamental el papel del lóbulo parietal en la atención. Así se han identificado 2 redes atencionales; una dorsal, en ambos hemisferios que incluye el giro parietal superior, el surco intraparietal y el campo ocular frontal, vinculado a la atención endógena o sea atención dirigida a metas individuales o deseos. Y otro sistema ventral, sobre el hemisferio derecho, que incluye la zona de unión temporo-parietal, el surco intraparietal y el cortex prefrontal que estaría vinculado a la atención

exógena, o sea la provocada por estímulos externos.

La corteza parietal posterior (CPP), en su conjunto puede ser visualizada, como un grupo de áreas cuya función es la integración sensorimotora para el planeamiento de una acción. Así la CPP tiene por ejemplo, un papel central en el procesamiento de herramientas, esto es la habilidad para utilizar un instrumento o bien en la coordinación de los movimientos de los brazos y de los miembros en el espacio circundante a la persona, para la defensa corporal.

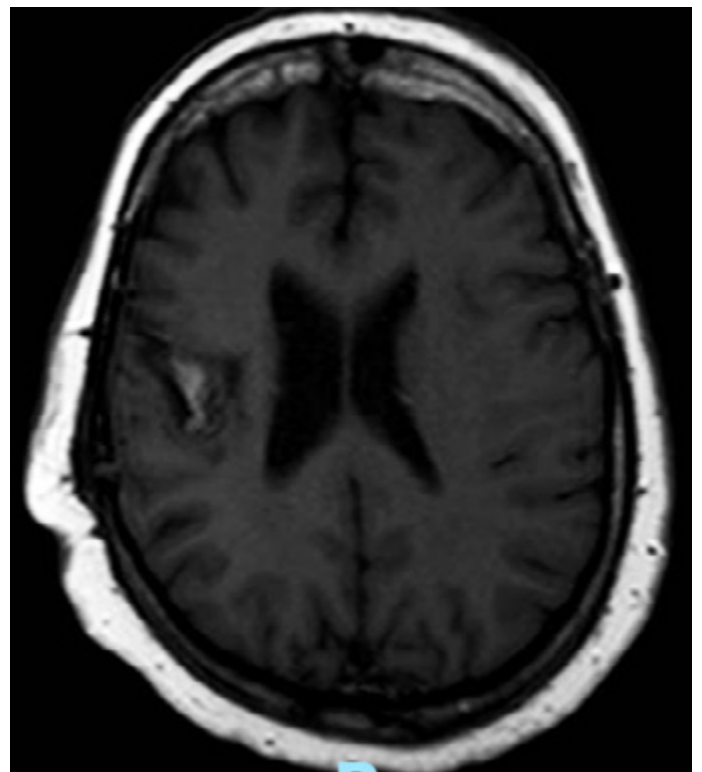
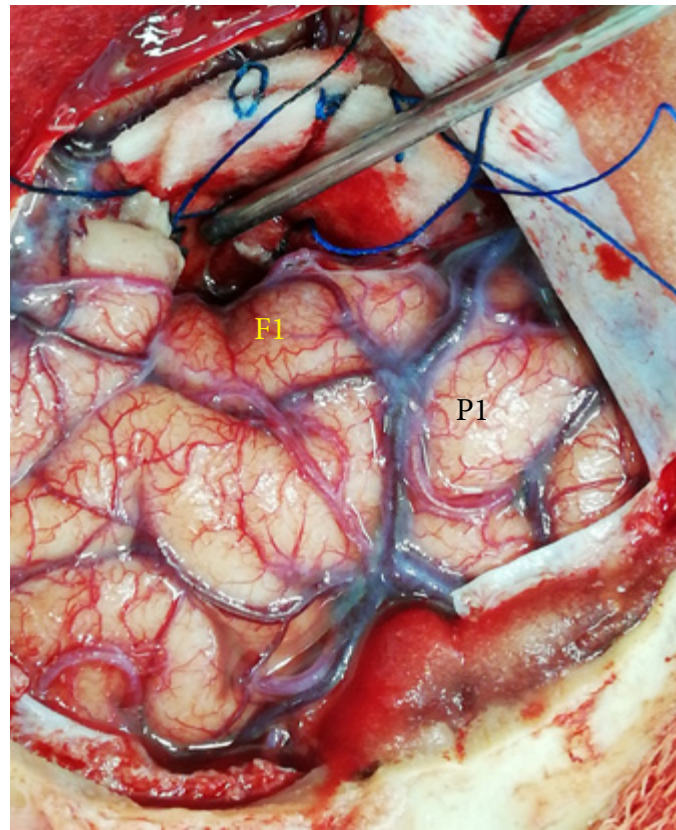
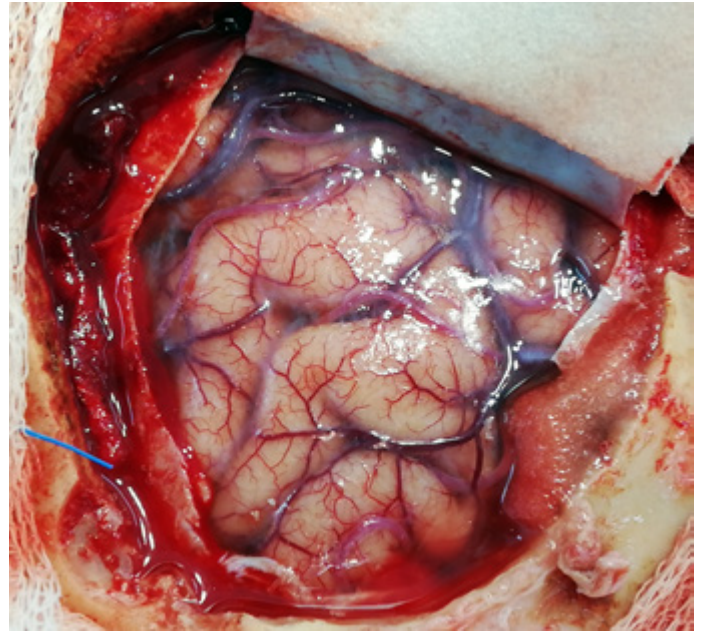
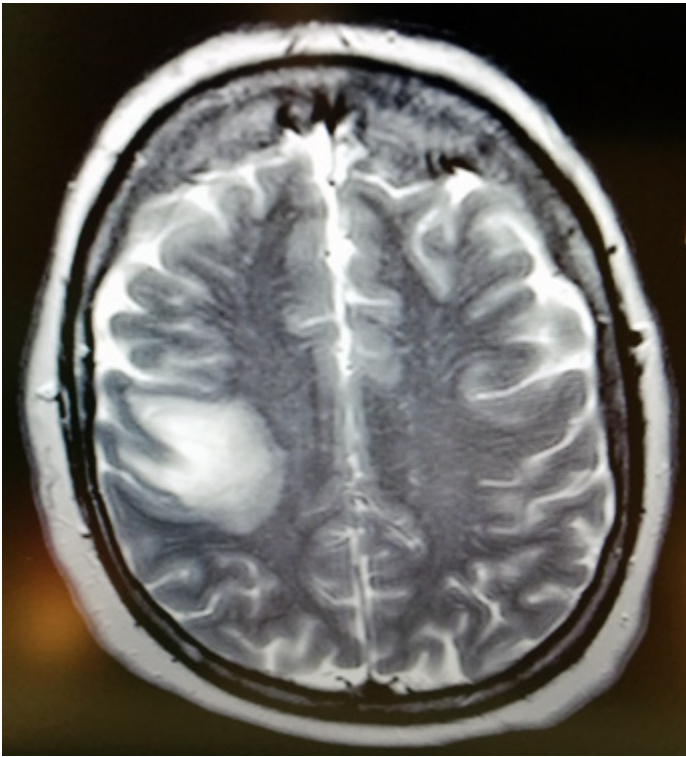
Las lesiones del lóbulo parietal inferior izquierdo, generan una combinación variable, de los siguientes síntomas: alexia, anomia, agrafia, acalculia, agnosia digital y desorientación derecha-izquierda. Los últimos 4 síntomas corresponden en conjunto al síndrome de Gerstmann.

LOBULO TEMPORAL

Este lóbulo dado su complejidad es abordado en un capítulo aparte.

LOBULO OCCIPITAL

Se ubica por detrás de una línea imaginaria trazada entre el **surco parieto-occipital** y la **incisura pre-occipital** (foto 9-46/47). Esta, se forma a expensas de un pliegue dural, a nivel de la circunferencia mayor de la tienda del cerebelo y sobre la pared superior del **seno transversal**. En la cara externa de éste lóbulo,



Fotos N° 9-50/53 : Arriba a la izquierda, lesión de bajo grado a nivel de giro central bajo. La craneotomía es centrada a nivel del lóbulo central bajo. Arriba a la derecha se ve la cisura de Silvio (S), F1, P1 con Rolando interpuesto. También se ve el giro opercularis.

Abajo a la izquierda el surco precentral es elegido para comenzar la resección (donde se ve la cánula) La resonancia postoperatoria muestra la correcta resección de la lesión. La paciente presentaba hemiparesia izquierda a predominio facio-braquial, que mejoró en el post-operatorio.

encontramos 4 surcos: 2 transversos u horizontales y 2 verticales u oblicuos. El **surco occipital transverso** (u occipital transverso superior) es una continuación del surco intraparietal, dirigiéndose horizontalmente hacia el polo occipital. Su extremo posterior suele bifurcarse en una rama superior y otra inferior. El **surco occipital lateral** (u occipital transverso inferior) se proyecta en la parte media del lóbulo occipital y es el más constante de los surcos occipitales. En ocasiones se continúa con el

surco temporal inferior y menos frecuentemente con el temporal superior.

Entre los surcos transversos y laterales se ubica el giro occipital medio y debajo del surco occipital lateral el giro occipital inferior. El **surco lunatus**, está situado vertical u oblicuamente, con concavidad posterior. No es un surco constante (40 a 80%) y cuando está presente, se considera el límite anterior de la corteza visual primaria o V1. El extremo posterior del surco occipital lateral termina a la

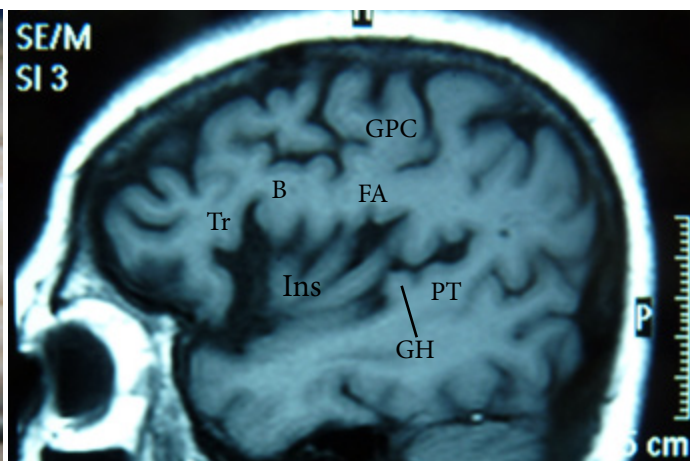
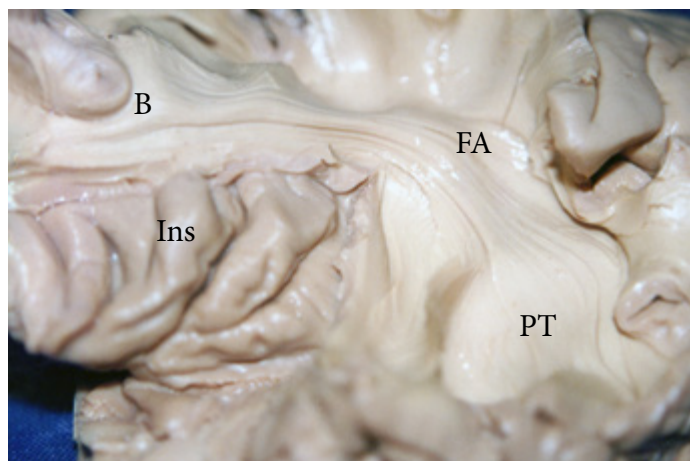


Foto N° 9-54/55 : A izquierda, el fascículo arcuato (FA) conecta el plano temporal (PT) con el área de Broca (B). Nótese como el fascículo, corre a nivel del opérculo fronto-parietal justo encima de la ínsula (Ins). A derecha resonancia sagital que muestra el mismo corte.

altura de la parte media del surco lunatus. Cuando el surco lunatus está presente, se origina un giro polar por detrás del mismo. Un pequeño surco pre-polar, inconstante y muy corto, se dispone vertical y oblicuamente paralelo al lunatus.

Sobre la cara inferior del hemisferio y sobre la superficie tentorial, se ubica el **giro occipito-temporal medial** o **lingual** y lateralmente, **giro occipito-temporal lateral** o **fusiforme** separados por el **surco colateral** (ver lóbulo temporal). *La lesión de este último giro puede originar prosopagnosia o la dificultad para reconocer caras familiares.*

Sobre la cara medial, el **surco parieto-occipital**, separa al cuneus, del pre-cuneus o lóbulo cuadrilátero (foto 9-46/47). Este surco se une con la **cisura calcarina** delimitando así el cuneus o cuña. Sobre ambos labios de la misma se ubica la corteza visual primaria o área 17 o V1. Desde el extremo posterior del esplenio al punto de bifurcación de la cisuras calcarina y parieto-occipital suele haber entre 20 y 25 mms mientras que desde el borde posterior del esplenio al extremo posterior de la cisura calcarina hay entre 55 y 60 mms. Concentricamente al área 17, como un anillo, se ubica el área 18 (V2) y a su vez rodeando a ésta el área 19 (V3), configurando el **cinturón paraestriado**, que funciona procesando la información visual (ver esquema 21). Cada una de estas áreas es un mapa retinotópico, es decir reflejan la topografía retiniana. Más allá de V1-V3, las áreas visuales asociativas se extienden a regiones de los lóbulos parietal y temporal organizadas en 2 corrientes de procesamiento: una ventral o corriente de procesamiento occipito-temporal ventral. Sus fibras, originadas en el componente parvicelular del **cuerpo geniculado lateral** (CGL), que responde a los conos, van hacia delante en el **fascículo longitudinal inferior** y actúan procesando la información inherente a la forma y color de los objetos (sistema qué) y por ende al reconocimiento de los mismos. La corriente ventral, involucra V4 a nivel del lóbulo occipital ventral, específicamente a nivel del giro lingual, el cual permite el procesamiento de los colores. Otra área llamada V4a, a nivel del giro fusiforme, también participa en el

procesamiento de los colores y ambas conjuntamente son conocidas como complejo V4. Lesiones de estas áreas occipitales ventrales, generan acromatopsia. V8 también pertenece a esta corriente, localizándose a nivel del surco colateral. La corriente ventral se extiende hasta la corteza inferotemporal (TE) en la parte anterior del giro temporal inferior y de allí conectaría con la corteza prefrontal ventrolateral.

La corriente dorsal o corriente de procesamiento occipito-parietal, surge desde la capa magnocelular del CGL y responde a los bastones. La corriente dorsal, es fundamental en percibir la localización espacial de los objetos y en el planeamiento para manipular dichos objetos (sistema donde). Involucra las áreas V3a, V6, MT y MST y las áreas del surco intraparietal. V3a se ubica sobre la cara dorsal, detrás del surco parieto-occipital y V6 sobre la cara medial entre el borde del hemisferio y el surco parieto-occipital por delante. El **área V5/MT** se ubica en el extremo posterior del surco temporal inferior. El área V5/MT es fundamental en la percepción del movimiento de un objeto, sobre todo movimiento rápido. V5 recibe estímulos directamente del CGL y desde V1, a velocidades diferentes, llegando el estímulo antes desde el CGL (bypass de V1). *Así en el síndrome de Ridoch, en pacientes ciegos por lesión de V1, con V5 intacto, el paciente puede detectar la dirección del movimiento rápido, pero sin percibir ningún otro detalle del estímulo móvil. Por el contrario, en la acinetopsia, que resulta de lesiones del área V5, el paciente no percibe movimientos rápidos, pero si los lentos.* Asimismo el área MT y la adyacente MST, situada inmediatamente por delante de MT, proporcionan la información del movimiento visual, útil para la actividad de búsqueda y seguimiento ocular suave de la mirada, como también para ajustar los movimientos sacádicos del ojo. El área MST parece importante para el análisis del flujo óptico, esto es, la percepción que el campo visual se mueve, cuando uno se desplaza a través del entorno.

Esta corriente dorsal se organizaría en 2 subsistemas: uno que pasa a través de V3a y V6 y conecta con la corteza polimodal parietal superior y otro pasando por MT y MST alcanzando la corteza polimodal parietal inferior y las

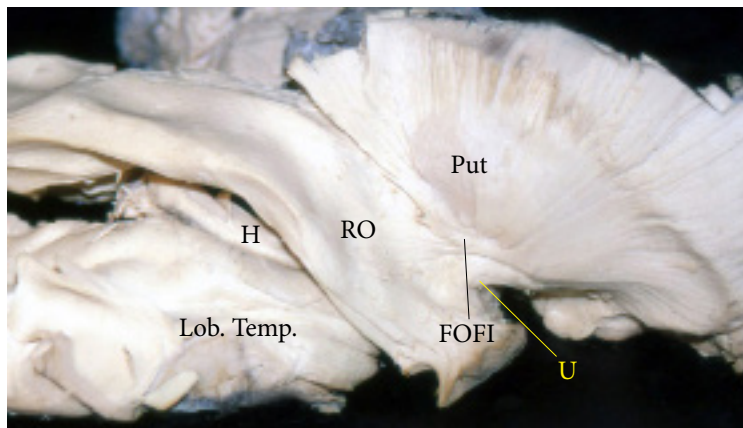


Foto N° 9-56 : Disección del lóbulo temporal , donde se observan las radiaciones ópticas (RO) el fascículo uncinado (U) y el FOFI (fascículo occípito-frontal inferior. El ventrículo está abierto observándose al hipocampo (H) Put: putamen.

áreas del surco intraparietal.

Mientras que la corriente de procesamiento dorsal recibe proyecciones magnocelulares desde el cuerpo geniculado, la corriente ventral es alimentada por proyecciones parvocelulares del mismo núcleo.

Así, el sistema magnocelular de conducción más rápida aventaja al parvocelular entre 15 a 40 milisegundos. Esto es conocido como la ventaja magnocelular y la activación precoz del tronco dorsal, vía V5, dispara los mecanismos de atención fronto-parietales, preparando al sistema para un nuevo evento visual. Existe un feedback inmediato de V5 a V1 (recordar by-pass de V1). Dicho feedback, ocurre al mismo tiempo que están arribando las señales parvocelulares desde el cuerpo geniculado, para comenzar a actuar en la vía ventral permitiendo así el análisis fino y detallado de la escena visual. Esto ocurre a nivel de la corteza infero-temporal donde culmina el tronco ventral, o sea que el tronco dorsal activaría los mecanismos atencionales para el reconocimiento de los objetos.

INSULA Y ESTRUCTURAS PROFUNDAS A ELLA

La ínsula se oculta profundamente, con una superficie lateral cubierta por los opérculos fronto-parietal y temporal y otra superficie anterior escondida bajo el opérculo fronto-orbital (fotos 9-65/70). Tiene una forma triangular característica compuesta por 3 giros cortos anteriores, 2 giros largos posteriores, un giro transverso que se continúa con el giro orbital posterior y un giro accesorio. Este último se reconoce superior al giro transverso, entre este y el giro corto anterior. En ocasiones el giro accesorio es muy prominente, y se proyecta sobre la superficie lateral de la ínsula, formando así el giro más anterior, desplazando hacia atrás el giro corto anterior. Los giros cortos y largos están separados por el **surco central de la ínsula**, el cual coincide con la proyección de la **cisura de Rolando**. El surco insular corto, separa el giro corto anterior del medio y el surco precentral de la ínsula, separa al giro corto medio del posterior. Los giros cortos se reúnen en el ápex insular, el punto más elevado de la superficie insular. El polo insular corresponde a la parte más antero-inferior de la ínsula. Los giros largos se reúnen a nivel del **limen insulae**, conectando con los lóbulos parietal y temporal. Inmediatamente por detrás del giro largo posterior se ubica el **giro transverso de Heschl**. El **surco limitante o circunferencial de la ínsula**, separa a la ínsula, de los opérculos fronto-parietal y temporal. Se reconocen 3 porciones del surco limitante: anterior, superior e inferior. En la unión del surco limitante superior con el anterior se ubica el **punto insular anterior** y en la unión del surco limitante superior e inferior con el giro de Heschl se encuentra el **punto insular posterior**. La irrigación de la corteza insular se efectúa por cerca de 100 arteriolas insulares, ramas del segmento M2 de la silviana. El aporte sanguíneo de estas ramas no supera la **cápsula extrema**. La ínsula puede considerarse una estructura paralímbica, con un mesocortex intermedio entre el allocórtex (amígdala

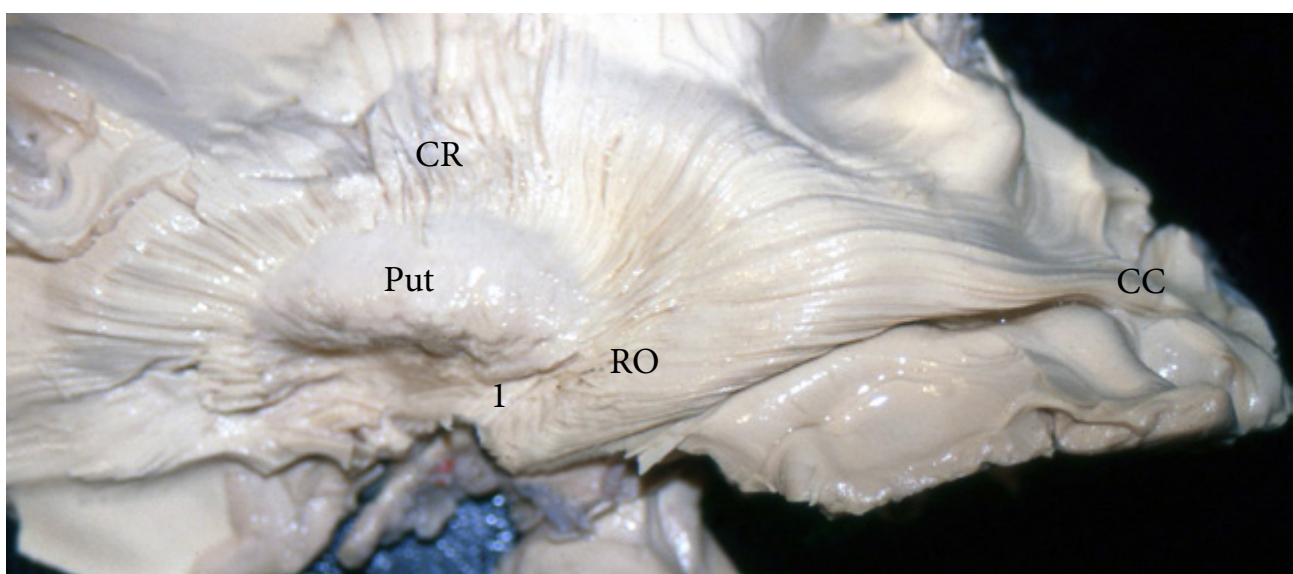


Foto N° 9-57 : Radiaciones ópticas formando el asa de Meyer (1) para envolver luego el ventrículo y dirigirse a la cisura calcarina (CC). Nótese el putamen (Put) y la corona radiata (CR)

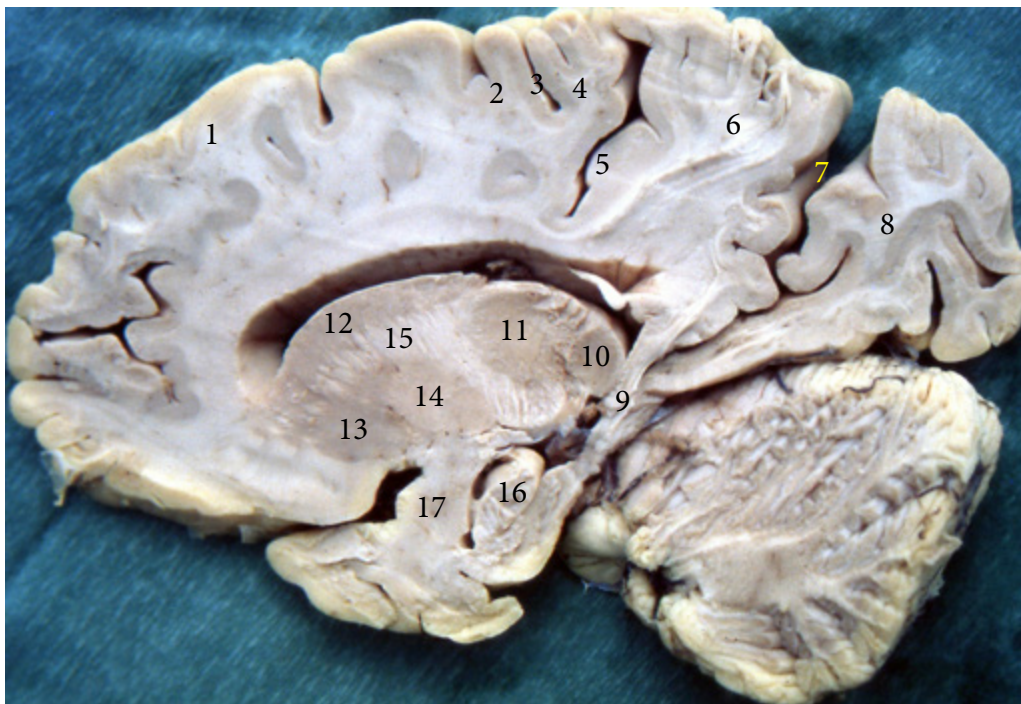


Foto N° 9-58: Corte parasagital del cerebro. 1-Giro frontal superior 2- Giro precentral 3-Surco central 4-Giro postcentral 5- Brazo marginal 6- Lobulillo cuadrilátero 7-Cisura perpendicular interna 8- Lóbulo occipital 9-Giro parahipocampal 10-Pulvinar 11-Núcleos talámicos ventrolaterales 12-Núcleo caudado 13-Putamen 14-Globus pallidus 15- Cápsula interna 16-Hipocampo 17- Complejo nuclear amigdalino

e hipocampo) y el isocórtex. Se reconoce que la *ínsula* tendría un rol en la regulación de los sistemas viscerales: respiratorio, cardiovascular y gastrointestinal modulando las reacciones reflejas de origen bulbar. Así la *ínsula* anterior tendría una representación topográfica de dichos sistemas viscerales con las sensaciones gustativas más anteriormente, luego el área gastrointestinal y más dorsalmente la cardiorespiratoria. Relacionado con esto, la estimulación de la *ínsula* izquierda aumentaría el tono parasimpático, mientras que estimulando la *ínsula* derecha aumentaría el tono simpático. Así la lesión de la *ínsula* izquierda generaría un aumento del tono simpático con tendencia a las arritmias, aumentando así la tasa de mortalidad en el stroke insular izquierdo. Cada vez hay

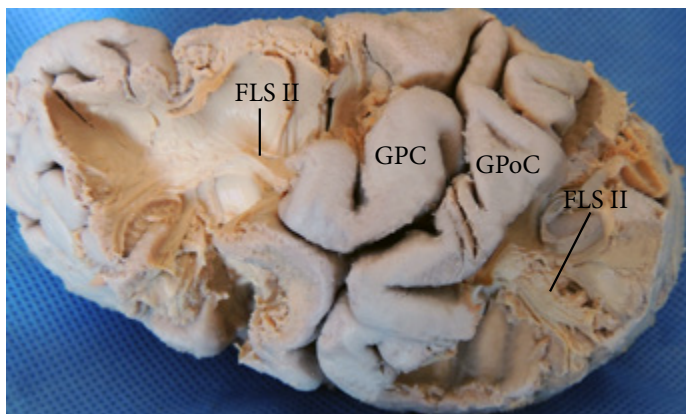


Foto N° 9-59 : Se observa el llamado lóbulo central (giros pre (GPC) y postcentral (GPOC)). El fascículo longitudinal superior II (FLS II), pasa debajo del lóbulo central y une el lóbulo parietal inferior con el giro frontal medio.

más evidencia del papel de la *ínsula* en la generación de las emociones y en el proceso de empatía con los demás. También contribuiría a mantener la conducta adictiva (craving o deseo intenso de consumo). La *ínsula* posterior tiene asimismo funciones vestibulares. La corteza insular también estaría involucrada en la percepción del dolor, tanto en su esfera sensorial como afectiva. En este sentido la *ínsula* sería como un gran centro integrador de la conciencia interoceptiva.

Por debajo de la corteza insular, se ubica la **cápsula extrema**, que es el conjunto de fibras situado entre el cortex insular y el **claustrum**. Tiene una parte dorsal y otra ventral. La primera es más fina y son fibras entre los giros

insulares y los opérculos vecinos. La parte ventral es más gruesa y aparte de fibras de conexión entre la *ínsula* y los opérculos, alberga en su parte más profunda a los **fascículos uncinados** y al **fascículo occipito frontal inferior** (FOFI).

El fascículo uncinado (FU) (foto 9-49) ocupa el espesor del **limen insulae** y conecta la región fronto-orbital lateral con el polo temporal, mediante su rama dorsolateral. Su rama ventromedial, conecta la corteza orbito-frontal medial con el **área septal**, cruzando por el extremo anterior del **pedúnculo temporal**. Infero-medial a este fascículo se ubica la **amígdala**. El FU es considerado una parte de la vía límbica ventral. En el área subgenual comparte origen con el **cíngulo**, considerada la vía límbica dorsal. El **núcleo accumbens** utiliza al FU para conectarse con la corteza OF. El lóbulo temporal anterior parece involucrado en procesar información específica de modalidad, como la auditiva, visual, gustativa y emocional mientras que la corteza órbito-frontal tendría a su cargo respuesta emocional a estos estímulos y la eventual toma de decisiones y repuesta conductual.

El **claustrum** es una fina capa neuronal situada profunda a la *ínsula* y superficial al **putamen** y que separa la **cápsula extrema** de la externa. Recibe y devuelve impulsos de casi todas las regiones del cortex. En la experiencia consciente es necesario unir e integrar en forma instantánea, neuronas corticales y talámicas, separadas ampliamente entre sí. Esta función de coordinación e integración, de los marcadamente diversos tipos de información que subyacen en la actividad consciente sería función del

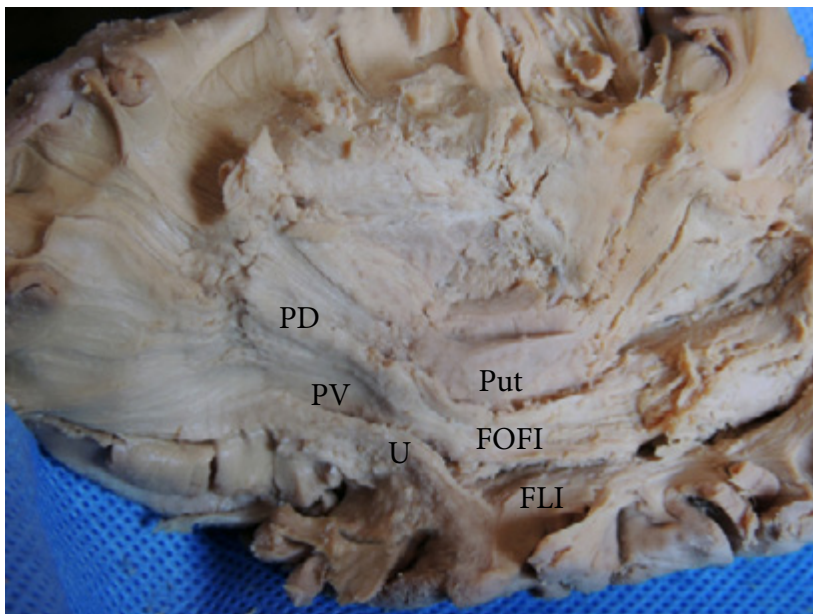


Foto N° 9-60 : Fascículo occípito frontal inferior (FOFI). con sus porciones dorsal o superficial (PD) y ventral o profunda (PV). Put: putamen. FLI: fascículo longitudinal inferior. U: fascículo uncinado

claustrum. Crick y Koch lo compararon con un director de orquesta, que sincroniza a los integrantes de la misma (las regiones corticales). Así cualquier objeto o evento está constituido por múltiples atributos, en cuanto a forma, color, olor, sonidos, etc. Todos esos atributos serían integrados en el claustrum, para la percepción consciente de ese objeto o evento.

La **cápsula externa** se ubica entre el claustrum y el putamen, de manera tal que las fibras de la cápsula externa dorsal corresponde a fibras de ida y vuelta entre el claustrum dorsal y el córtex. Estas proyecciones claustró-corticales entre el área motora suplementaria y la corteza parietal posterior permiten integrar información visual, somatosensorial y motora. La cápsula externa ventral conecta las regiones fronto-orbitarias mesiales como el

girus rectus y el **área subcallosa** con el lóbulo temporo-mesial.

Medial a la cápsula externa se encuentra la masa ovoidea de color grisáceo que corresponde al **putamen** y algo más interno el **globus pallidus** de color más tenue. La **comisura blanca anterior** se sitúa debajo de la porción más anterior del globus pallidus. La comisura anterior tiene un brazo anterior y otro posterior, el anterior conecta el **núcleo olfatorio anterior** y la **corteza olfatoria primaria** con la del lado opuesto, mientras que el brazo posterior, pasa por el pedúnculo temporal hacia corteza temporal y occipital. Conecta también ambas amígdalas. Situándose inmediatamente arriba de la sustancia perforada anterior se encuentra la **sustancia innominada**, asiento del **núcleo basal de Meynert**, parte del prosencéfalo basal, que junto con el **núcleo accumbens**, **banda diagonal de Broca** y **núcleos septales mediales**, son el principal sitio de origen de impulsos colinérgicos al córtex.

El brazo anterior de la comisura blanca anterior separa a la sustancia innominada del núcleo accumbens, el cual se ubica medial a dicho brazo y por debajo del nivel de la comisura anterior

CAPSULA INTERNA

La emblemática cápsula interna se ubica medial al núcleo lenticular. Tradicionalmente se reconocen 5 partes de la misma: brazo anterior, rodilla y brazo posterior, segmento retrolenticular y segmento sublenticular (esquema 73)

El brazo anterior, que se ubica entre el putamen y la cabeza del caudado, contiene fibras fronto-pónticas del circuito neocerebeloso y fronto-talámicas (radiaciones fronto talámicas anteriores o pedúnculo talámico anterior). La rodilla, situada a la altura del **agujero de Monro**, contiene fibras córtico-bulbares, destinadas a los núcleos motores del tronco cerebral, el cual también es conocido como **fascículo geniculado**. Asimismo transporta, la porción anterior del pedúnculo talámico superior, que conecta regiones pre-centrales con el tálamo. El brazo posterior, cuya posición es entre el núcleo lenticular y el tálamo, lleva en su porción más anterior las fibras **córtico-espinales (haz piramidal)**. Estas fibras se organizan somatotópicamente con las de la extremidad superior, situadas más anteriores, luego las del tronco y las de los miembros inferiores ubicándose más posteriormente. Por detrás del haz córticoespinal se ubican las fibras sensitivas que vehiculizadas por el **lemnisco medial** alcanzan el tálamo. Algo detrás de la vía sensitiva circulan los haces parieto y occípito-pónticos. La porción retrolenticular, contiene las fibras genículo-calcarinas de las **radiaciones ópticas** y fibras del pulvinar a la corteza parieto-occipital. La porción sublenticular alberga fibras temporo-pónticas, el **asa de Meyer** de las radiaciones ópticas y las radiaciones auditivas, que desde el cuerpo geniculado medial alcanzan la corteza auditiva primaria.

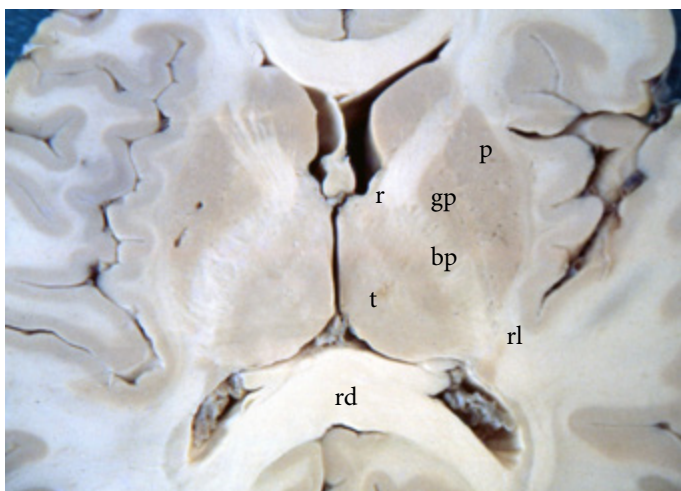
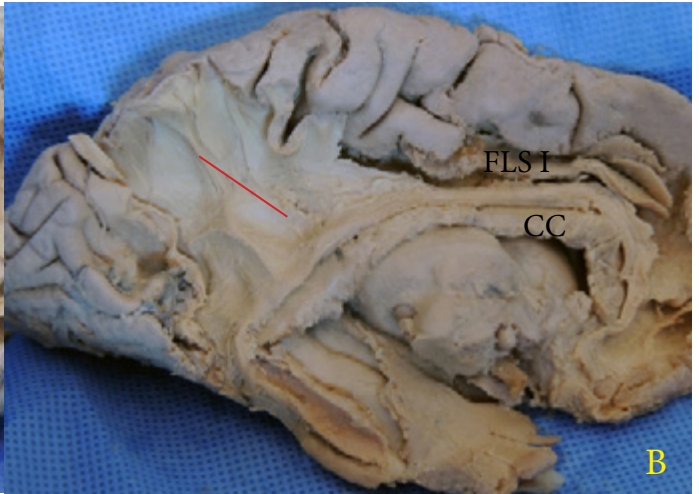
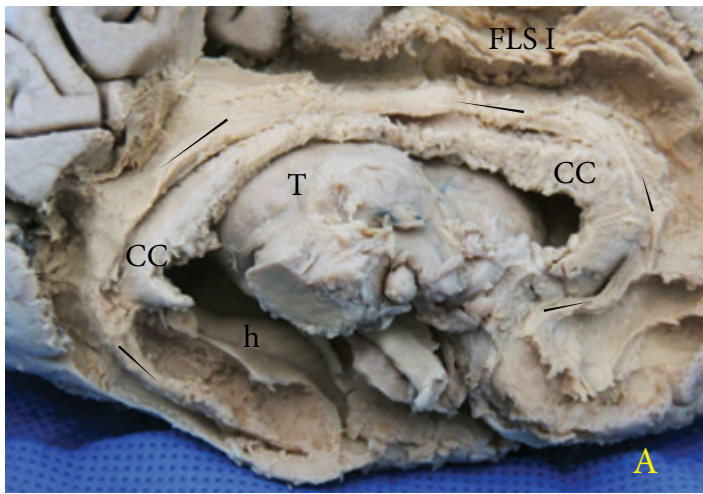


Foto N° 9-61 : corte axial del cerebro, que muestra la cápsula interna con su brazo anterior (ba), rodilla (r), brazo posterior (bp) y segmento retrolenticular (rl). Se visualizan los ganglios basales con el tálamo (t), núcleo caudado (nc), putamen (p) y globus pallidus (gp). Ro y Rd: rodilla y rodete del cuerpo calloso.



Fotos N° 9-62/63 : Fascículo del cíngulo. En A las líneas negras marcan la dirección del fascículo, el cual se extiende desde la región subgenual hasta el lóbulo temporal. Obsérvese en B las fuertes conexiones parietales que tiene este fascículo. CC: cuerpo calloso. h: hipocampo. FLS I: fascículo longitudinal superior I, que corre arriba del cíngulo, en el seno del giro frontal superior.

FASCICULOS DE ASOCIACION

Existiría una relación directa entre longitud y profundidad de los fascículos de asociación. A mayor distancia de recorrido, ubicación más profunda.

FASCICULO LONGITUDINAL SUPERIOR Y FASCICULO ARCUATO (fotos 9-54/55)

El fascículo longitudinal superior (FLS) une en principio el lóbulo frontal con el parietal y se le reconocen 3 partes de acuerdo al giro frontal en el cual se originen: FLS I, naciendo en el **giro frontal superior** (foto 9-61), FLS II con origen en el **giro frontal medio** y FLS III desde la

porción opercular del **giro frontal inferior**. El FLS I va en el labio superior del **surco cingulado**, arriba del cíngulo para alcanzar el precuneus. Este fascículo participaría en la iniciación de la actividad motora. El FLS II alcanza el **giro angular** corriendo sobre el borde superior del cuerpo del ventrículo. Su lesión generará disturbios en la memoria de trabajo espacial y en la atención (neglect) El FLS III que alcanza el **giro supramarginalis** va en el opérculo FP. Del lado izquierdo este fascículo es importante en el procesamiento fonológico (memoria de trabajo) pero del lado derecho participa en la atención visuoespacial, prosodia y procesamiento musical. Como vemos esta vía es un fascículo asociativo multisensorial, que coordina estímulos sensoriales de diferente orden, para la integración de funciones superiores, tales como la orientación espacial a la derecha o el lenguaje a la izquierda.

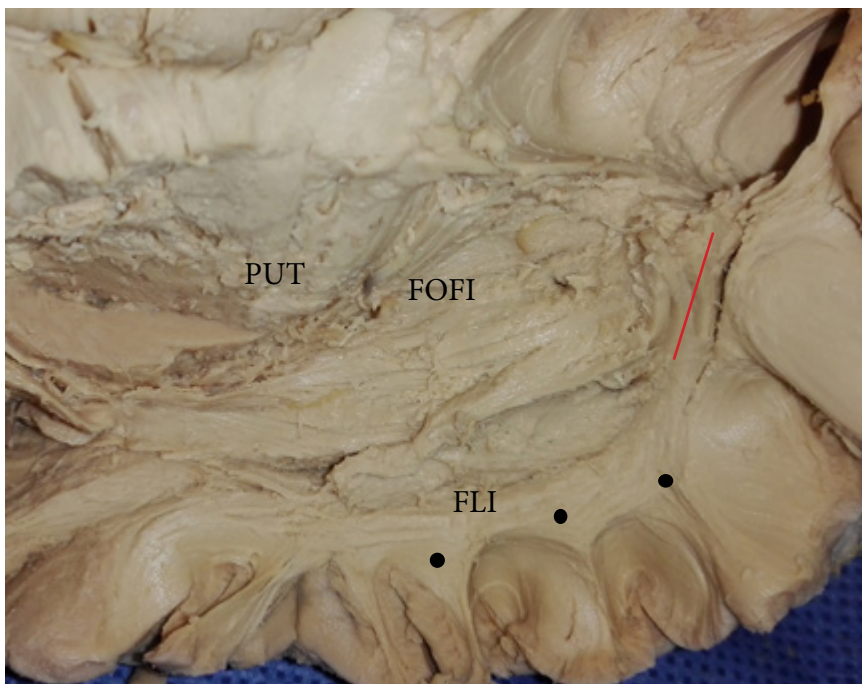
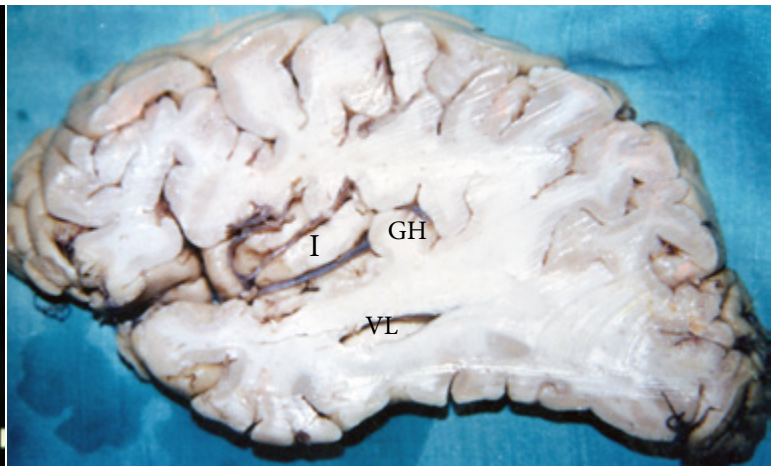
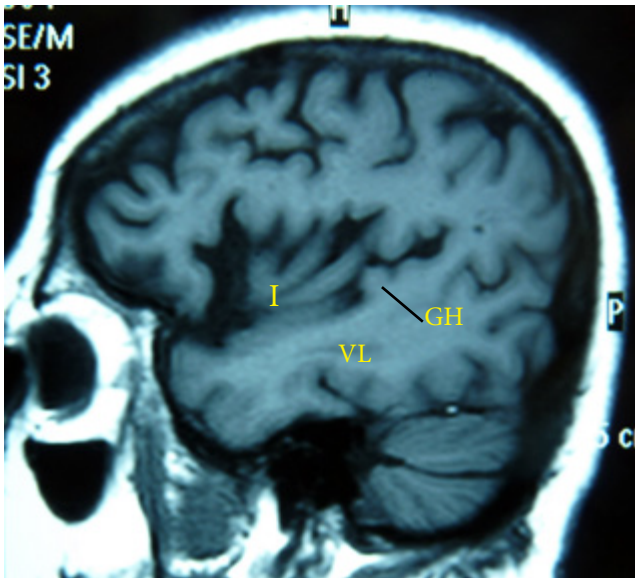


Foto N° 9-64 : Fascículo longitudinal inferior (FLI). Ocupa el giro temporal inferior y consta de fibras largas y un aporte importante de fibras en U (puntos negros). En su porción terminal gira abruptamente 45° hacia arriba para distribuirse en la corteza occipital dorso-lateral (línea roja) Fofi: fascículo occípito-frontal inferior Put: putamen.

El **fascículo arcuato** (FA), considerado una dependencia del FLS, va del opérculo frontal (**área de Broca**) a la porción posterior de giro temporal medio e inferior (**área de Wernicke**). Se consideran 2 porciones del FA: uno dorsal vinculado al procesamiento del lenguaje semántico y el léxico y otra ventral, que se ubica medial o más profundo que el FLS III, relacionado al procesamiento fonológico. En el hemisferio dominante la lesión del fascículo arcuato generará afasia conductiva. Investigaciones recientes muestran que el FA terminaría en áreas premotoras y motoras del giro precentral (áreas 6 y 4, vinculadas a la programación del habla (6) y a nivel de la corteza motora primaria de los movimientos de la lengua, labios y faringe), por lo cual su función parece estar relacionada más al planeamiento de la actividad motora verbal.

El **fascículo longitudinal medial** (FLM), se ubica en el **giro temporal superior**. Sus fibras van desde el polo temporal



Fotos N° 9-65/66 : Corte de resonancia comparado con un corte anatómico donde se ve claramente la **ínsula (I)**. Se visualiza la prominencia el **giro de Heschl (GH)**. VL: cuerno temporal del ventrículo lateral

hasta el giro angular. No se conoce bien su función, probablemente participe en la localización de los sonidos. Las fibras de este fascículo forman la capa más externa del **stratum sagittal** (fibras de proyección temporales y occipitales, en contraposición a la **corona radiata**, formada por las fibras de proyección fronto-parietales). Allí el FLM cubre parcialmente al fascículo fronto-occipital inferior, el cual se ubica también algo más inferior.

FASCICULO LONGITUDINAL INFERIOR (FLI) y FASCICULO OCCIPITO-FRONTAL INFERIOR (FOFI)

El FLI se ubica en la pared ínfero-lateral del cuerno temporal, lateral e inferior a las radiaciones ópticas (fotos 9-64 y 9-74). Ocupa el **giro temporal inferior**. Conecta el polo temporal con la corteza occipital dorsolateral, sin alcanzar la corteza calcarina. A nivel de la **hendidura preoccipital** este fascículo gira abruptamente 45° hacia arriba distribuyéndose en la corteza occipital dorsolateral. Anteriormente se une al **fascículo uncinado**,

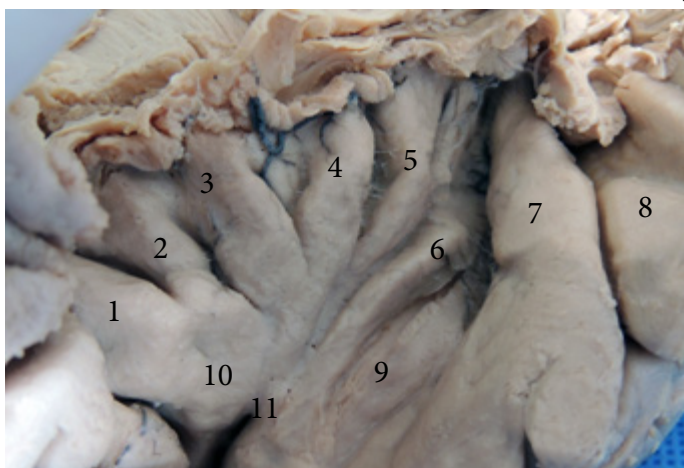


Foto N° 9-67 : **Insula de Reil**. 1- Giro insular transverso 2- Giro insular corto anterior 3- Giro insular corto medio 4- Giro insular corto posterior 5- Giro insular largo anterior 6- Giro insular largo posterior 7- Giro de Heschl 8- Plano temporal 9- Surco circunferencial inferior 10- Apex insular 11- Limen insulae.

transportando información a la corteza órbito-frontal. Se ha descrito en este fascículo 2 componentes: uno directo, con fibras largas, situado más profundo y otro indirecto formado por la conexión sucesiva de fibras en U y con una localización más superficial. Se vincula a la identificación y reconocimiento de objetos.

El fascículo occípito-frontal inferior (FOFI) nace en el **giro frontal medio** (corteza prefrontal dorsolateral) y pars orbitaria y triangularis del giro frontal inferior. Allí se ubica profundo en relación al FLS y al FA. Luego se ubica profundo a la **ínsula**, corriendo desde el ángulo anterosuperior de la misma, hasta el 1/3 medio del surco limitante inferior y por los 2/3 posteriores del **pedúnculo temporal** (entre el fascículo uncinado y el cuerpo geniculado lateral) ingresa al lóbulo del mismo nombre, corriendo en los giros temporal medio y superior para alcanzar el lóbulo occipital inferomedial, cubriendo en su camino a las radiaciones

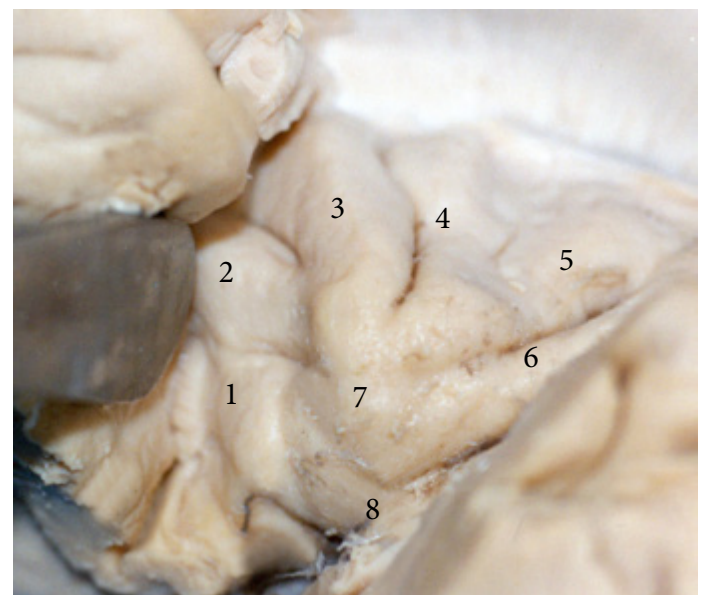


Foto N° 9-68 : **Insula de Reil**. 1- Giro insular transverso 2- Giro insular accesorio 3- Giro insular corto anterior 4- Giro insular corto medio 5- Giro insular corto posterior 6- Giro insular largo anterior 7- Apex insular 8- Limen insulae.

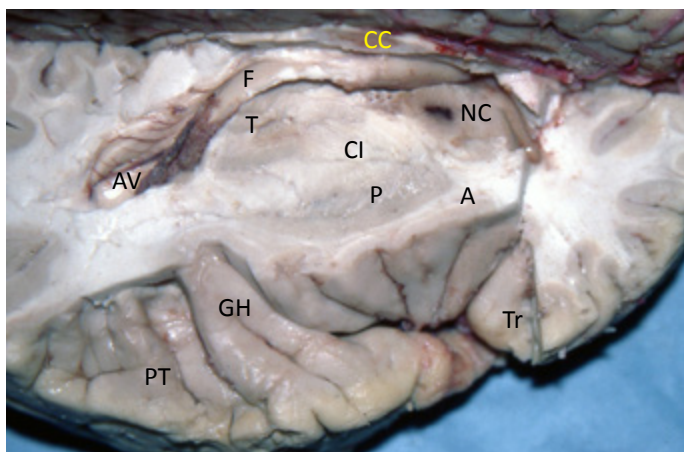


Foto N° 9-69 : Corte axial anatómico que muestra la ínsula y sus relaciones cercanas. A: antemuro. AV: atrio ventricular. CC: cuerpo calloso. CI: cápsula interna. F: fórnix. GH: giro de Heschl. NC: cabeza del caudado. P: putamen. PT: plano temporal. T: tálamo. Tr: pars triangularis del giro frontal inferior.

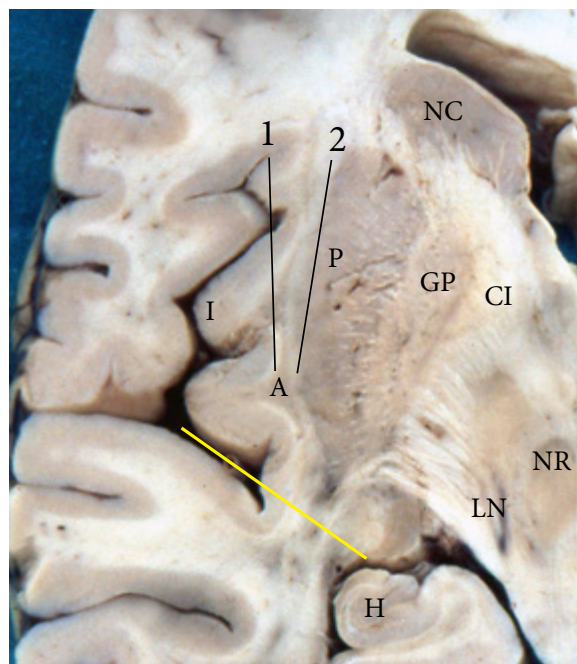


Foto N° 9-70 : Corte axial anatómico que muestra la ínsula (I) y sus relaciones. A: antemuro el cual separa la cápsula extrema (1) de la externa (2) CI: cápsula interna GP: globus pallidus H: hipocampo NC: cabeza del caudado. LN: locus niger NR: núcleo rojo P: putamen La línea amarilla marca el camino a través del surco circunferencial hacia el cuerno temporal.

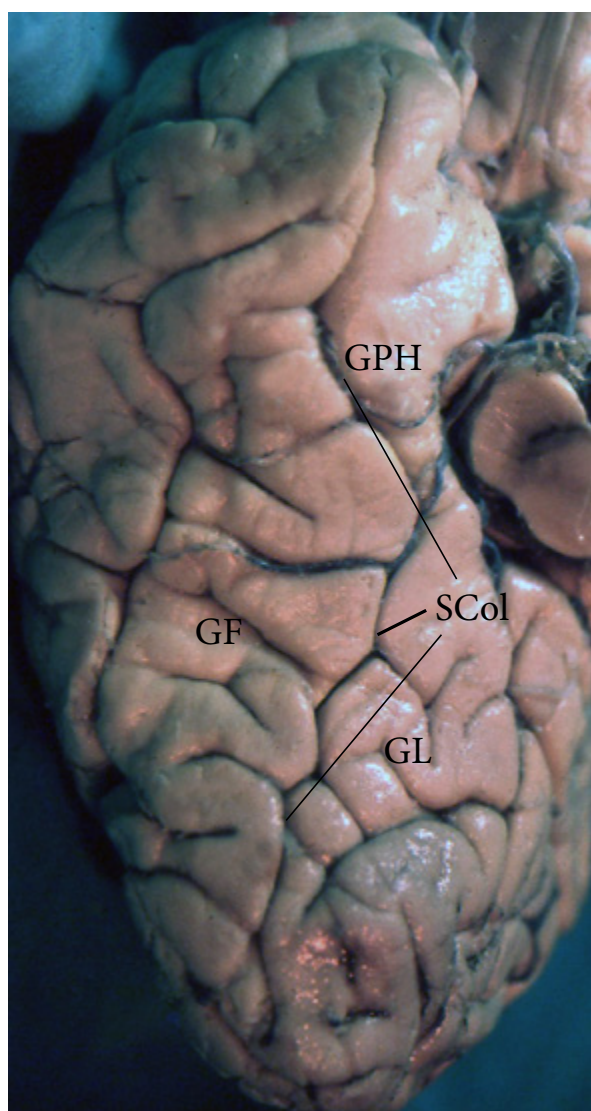


Foto N° 9-71 : Cara inferior del hemisferio. Se advierte el surco colateral (SCol) que separa el giro lingual (GL) por dentro del giro fusiforme (GF) por fuera

sagital, sobre la pared lateral del atrio. En relación al techo del ventrículo el FOFI es superior y el FLI inferior. Hacia atrás este voluminoso fascículo se divide en una porción superficial y dorsal, que termina en el lobulillo parietal superior y giros occipital superior y medio y otra porción profunda y ventral destinado al giro occipital inferior y al giro fusiforme. Este fascículo es esencial para procesamiento semántico del lenguaje, memoria semántica visual, reconocimiento de caras, lectura y escritura. Mandonnet y col. agrupan ambos fascículos (FOFI Y FLI), en lo que llaman el tronco semántico ventral, considerando que si bien serían complementarios, el FOFI es esencial para dicho procesamiento semántico del lenguaje, no así el FLI, cuya función sería compensada por el FOFI en caso de resección o lesión. Cabe recordar que la semántica se refiere al significado de las palabras y sus propiedades. Ej: árbol, que es, para que sirve, etc.

FASCICULO CINGULADO

El fascículo cingulado (FC) es un largo y prominente haz de fibras que se extiende desde el area subgenual hasta el **giro parahipocampal**, ubicándose en el espesor del **giro cingulado**, sobre el cuerpo calloso, formando parte del circuito de Papez (fotos 9-62/63). Es considerado una vía límbica dorsal que conecta las cortezas frontal, parietal, cingulada y temporal ventral. Dado el largo trayecto que recorre este fascículo es lógico suponer que cada área cortical vinculada con el tendrá funciones diferentes. Así la **corteza cingulada anterior (CCA)** estaría relacionada a la regulación autonómica (control víscero-motor) y emocional (respuesta afectiva a una gran variedad de

ópticas. Este fascículo forma parte del llamado **striatum**

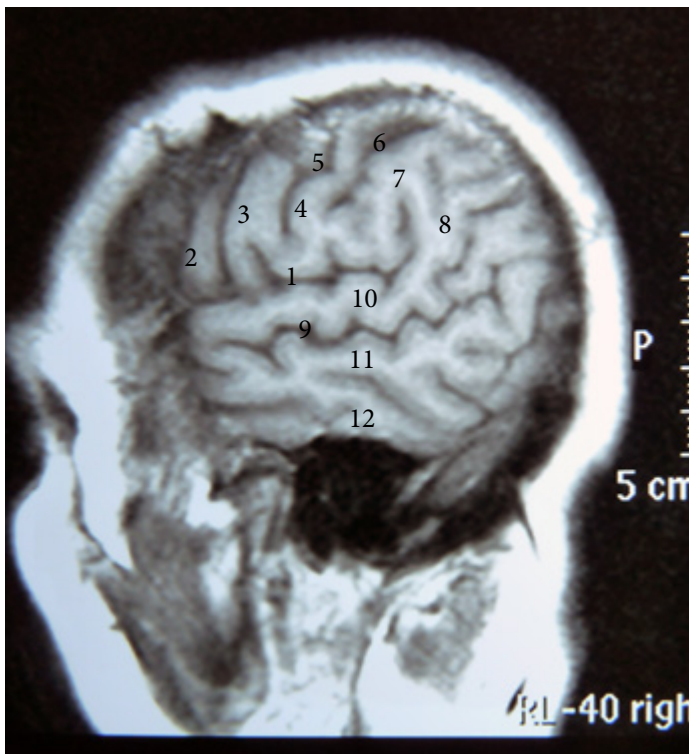


Foto N° 9-72 : Resonancia sagital que muestra 1- Cisura silviana 2- Pars opercularis 3- Giro precentral 4- Giro postcentral 5- surco central o cisura de Rolando 6- Surco postcentral 7- giro supramarginal 8- Giro angular 9- Surco temporal superior 10- Giro temporal superior 11- Giro temporal medio 12- giro temporal inferior

estímulos, tanto viscerales, atencionales y emocionales). Es decir la CCA discrimina entre diferentes tipos de respuesta, generando la adaptación adecuada del comportamiento y a su vez, genera el monitoreo del error (ver más arriba). La **corteza cingulada superior o media** participa en el control del sistema músculo-esquelético, la **corteza cingulada posterior** en evaluación de riesgos y recompensas, el **istmo del girus cinguli** con la memoria y procesamiento del dolor, la **corteza parahipocampal** con la memoria y la **corteza entorrinal** también con la memoria y el procesamiento espacial. La concepción actual de este fascículo es que está formado por subgrupos heterogéneos de fibras que conectan estructuras adyacentes del sistema límbico y probablemente áreas no límbicas también. *Disrupciones en el FC y en otras áreas límbicas se observan en la esquizofrenia, en desordenes obsesivo-compulsivos y en la depresión mayor. Este fascículo, puede ser lesionado en el curso de abordajes interhemisféricos, ya sea que impliquen la sección o no, del cuerpo calloso.*

PUNTOS CRANEOMETRICOS:

Nasión: punto de intersección de los huesos nasales con el hueso frontal

Pterion: es la unión de 4 huesos: frontal, ala

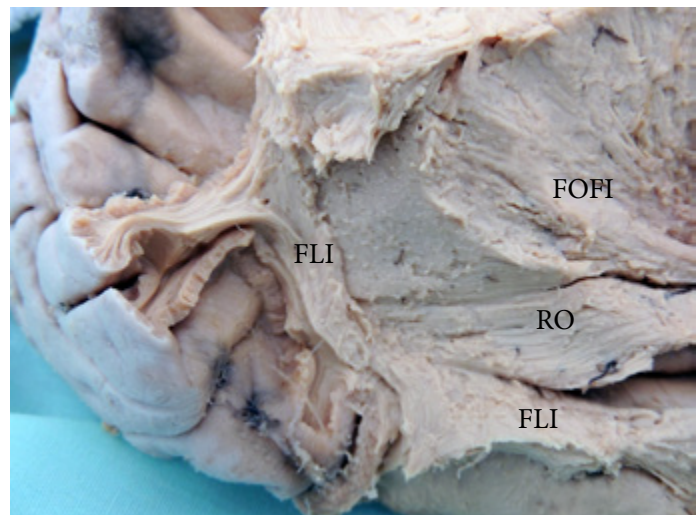


Foto N° 9-74 : El fascículo longitudinal inferior (FLI), gira hacia arriba, casi 45°, alcanzando regiones corticales más externas del lóbulo occipital, mientras las radiaciones ópticas (RO), son algo más internas para dirigirse a la cisura calcarina. También se observa el fascículo occípito frontal inferior.

mayor del esfenoides, porción escamosa del temporal y parietal. La reunión de estos 4 elementos óseos forma una especie de H. En un 15% de los casos es posible encontrar, una especie de hueso supernumerario o hueso sutural o wormiano, a este nivel.

Bregma: punto de línea media, representado por el cruce de la sutura sagital con la sutura coronal. Se ubica a una distancia de 13 cms (12 a 14 cms) desde el nasion. Entre el bregma y el lambda hay también entre 12 a 14 cms. La

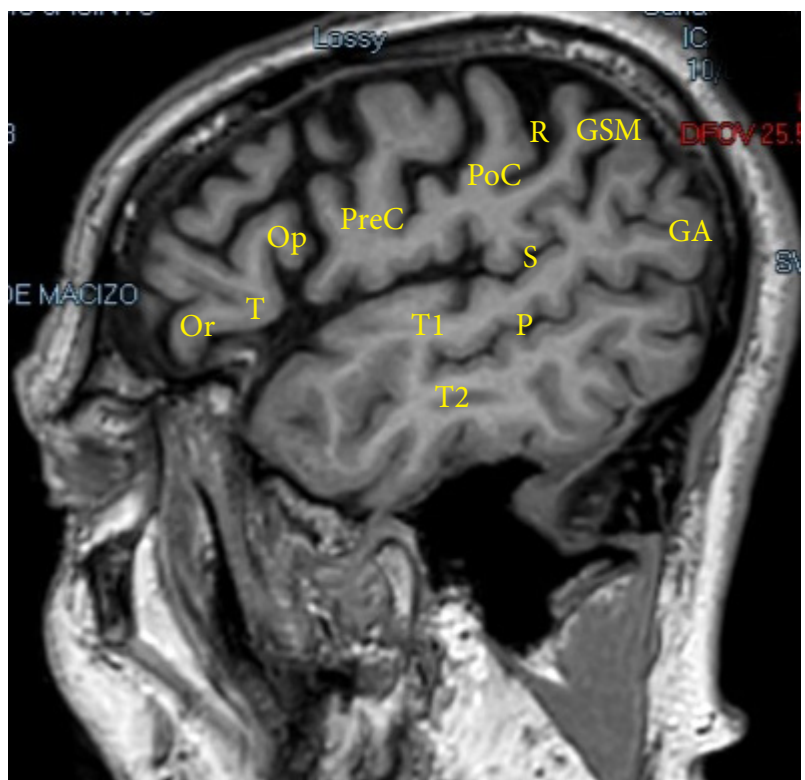
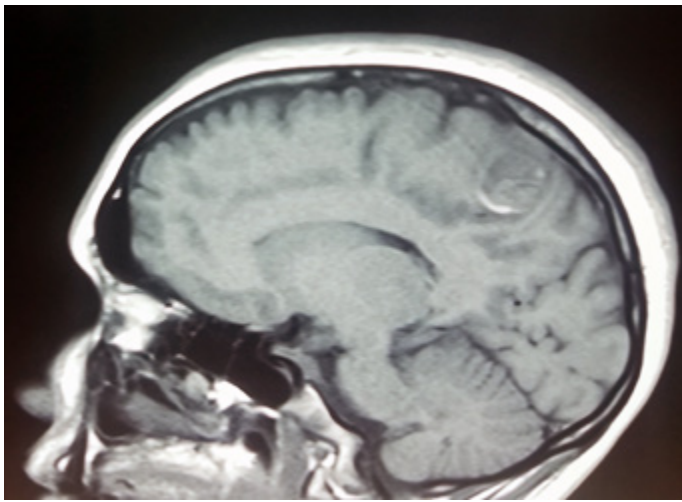
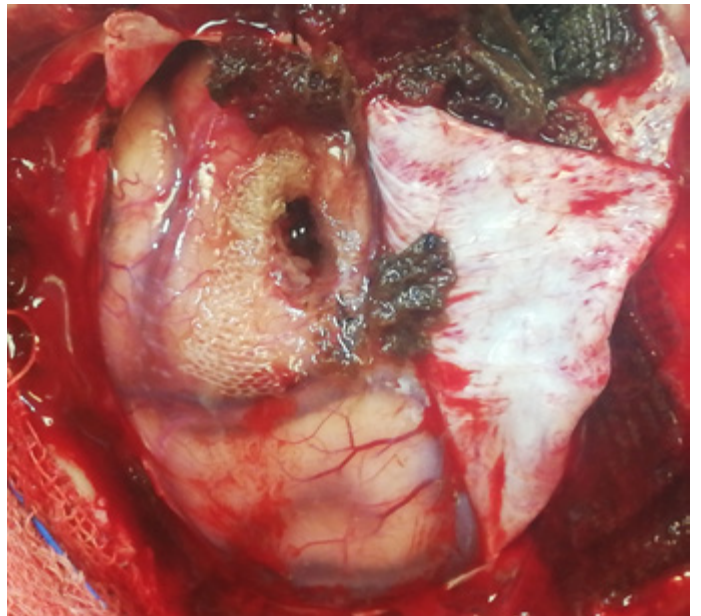
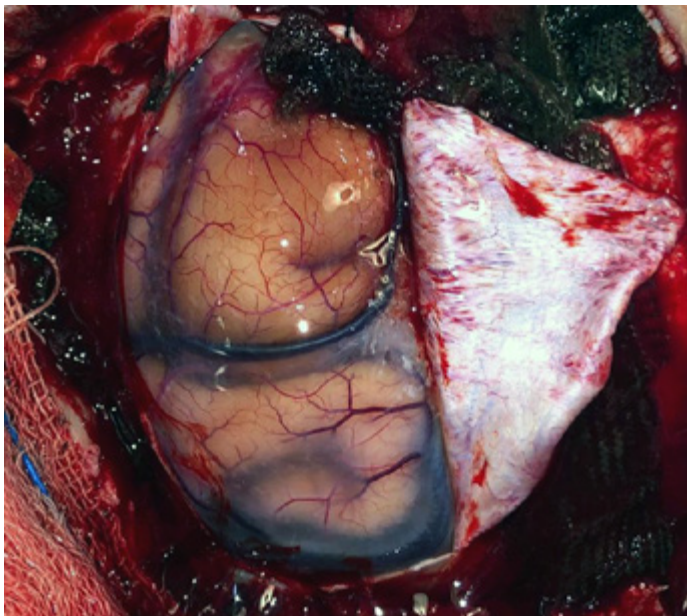
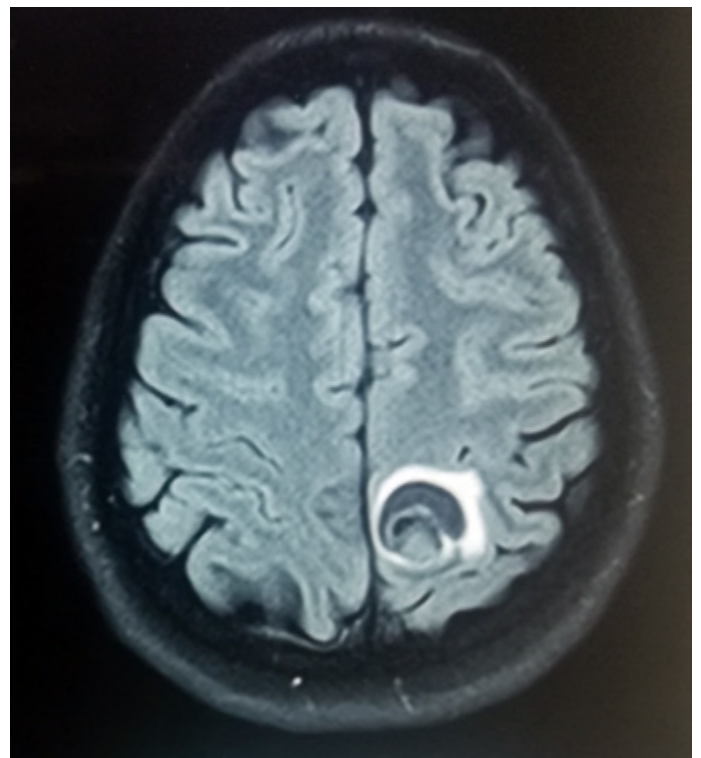


Foto N° 9-73 : Resonancia sagital. El giro supramarginalis (GSM) rodea la porción terminal de la cisura silviana (S). El giro angularis (GA) rodea el extremo terminal del surco paralelo (P). Op: pars opercularis; Or: pars orbitalis; PoC: giro postcentral; PreC: Giro precentral; T: pars triangularis.



Fotos N° 9-75/78 : Paciente de 23 años que subitamente desarrolla paresia severa de miembro inferior derecho, causado por un cavernoma situado en el lobulillo paracentral izquierdo. Nótese como la lesión comprime y desplaza el lóbulo cuadrilátero hacia atrás.



Fotos N° 9-79-81 : Fotos intraoperatorias del cavernoma pre y post-resección. Nótese a la izquierda el aspecto tumefacto y hemorrágico de la circunvolución que aloja la lesión

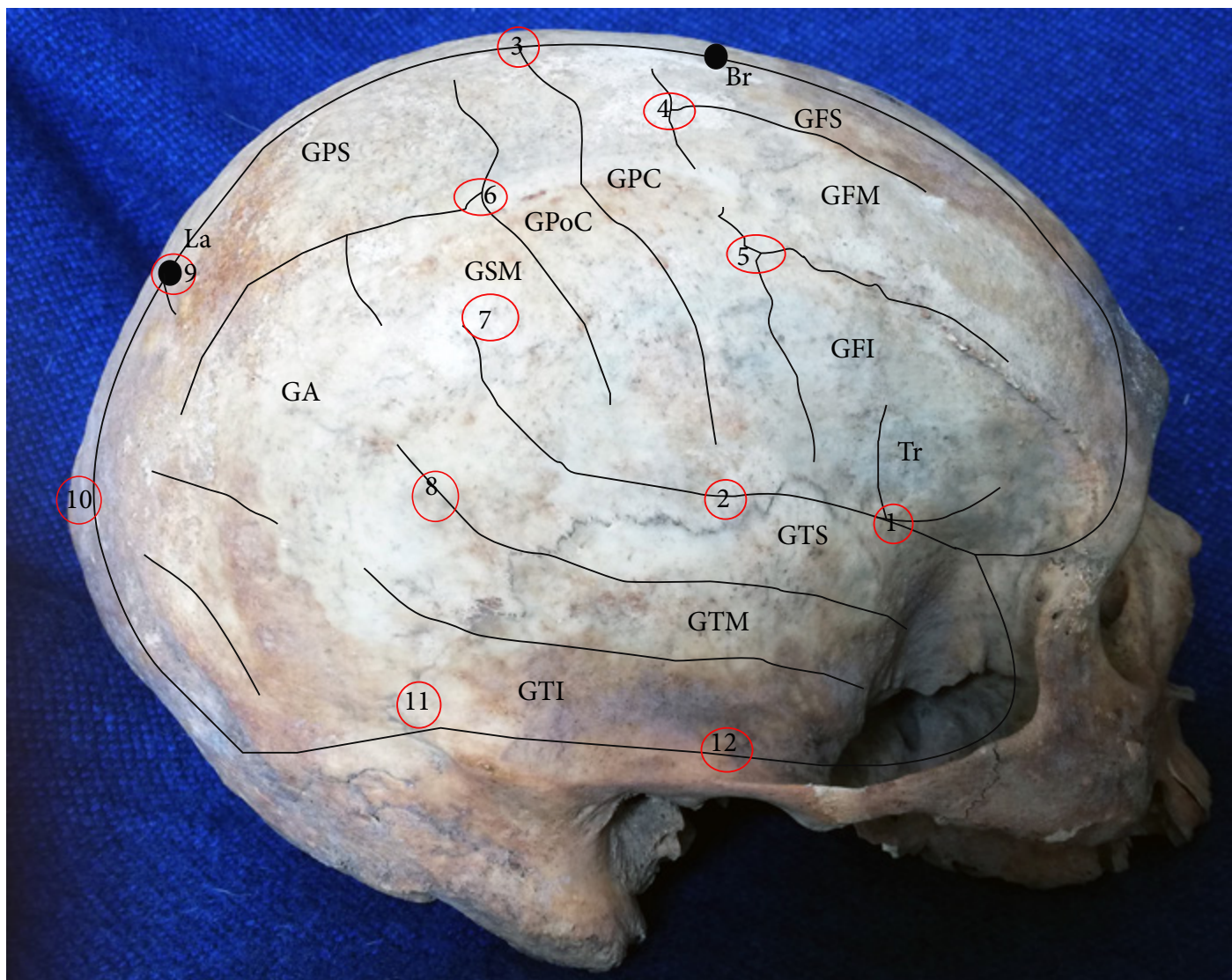
sutura coronal, a medida que discurre hacia adelante, se va alejando del bregma. Así a 3 cms de la línea media, la coronal se ubica 0,5 cms anterior al bregma, mientras que a nivel del stefanion (7 a 8 cms lateral a la línea media), se proyecta 2 cms anterior al bregma.

Euryon: centro y punto más prominente de la **tuberosidad parietal**. Se ubica en la intersección de la línea temporal superior con una línea vertical, que parte del borde posterior de la punta de la mastoides. El euryon, se relaciona además con el punto de reunión de la sutura parieto-mastoidea y la sutura escamosa. Este punto tiene como referencia cortical la mitad posterior del **giro supramarginalis**, ubicándose el surco post-central siempre por delante del euryon, entre 1,5 a 2,5 cms. En el hemisferio dominante debajo del euryon se ubica el área parietal del habla.

Stefanion: en la unión de la sutura coronal con la línea curva temporal superior. Se ubica a un promedio de 7 a 8 cms lateral al bregma. Marca la situación del **surco frontal inferior**.

Opisthocranion: punto occipital craneal más prominente. Sobre la línea media, entre 3 y 4 cms por debajo del lambda. A ese nivel, se representa el extremo posterior de la **cisura calcarina**. La base del lóbulo occipital o ion se ubica 2 cms, por debajo del opisthocranion y corresponde al lóbulo lingual del occipital. En abordajes occipitales se utiliza el opisthocranion como punto central del abordaje, quedando así la cisura calcarina en el centro del abordaje.

Inion: se denomina así, al punto mas prominente de la **protuberancia occipital externa**.



Esquema N° 72 : Puntos craneométricos. 1- Punto silviano anterior 2- Punto rolándico inferior 3- Punto rolándico superior 4- Punto coronal posterior 5- Intersección surco postcentral con surco frontal inferior 6- Punto intraparietal 7- Euryon 8- Extremo posterior del giro temporal superior 9- Lambda 10- Opisthocranion 11- Unión sutura escamosa con sutura parieto-mastoidea 12- Depresión preauricular Br: bregma. GFS: giro frontal superior GFM: giro frontal medio. GFI: giro frontal inferior. GPC: giro precentral. GPoC: giro postcentral. GPS: giro parietal superior. GSM: giro supramarginalis GA: giro angularis. GTS: giro temporal superior. GTM: giro temporal medio. GTI: giro temporal inferior Tr: pars triangularis del giro frontal inferior.

Asterion: corresponde a la unión de las suturas lambdoidea, parieto-mastoidea y occipito-mastoidea. Debajo del asterion se ubica en 2/3 de los casos el seno transversal distal y en 1/3 este se localiza debajo del seno. Excepcionalmente, el asterion, se ubica por arriba de la rodilla de los senos. En ese punto se ubica un pliegue dural que corresponde a la **hendidura pre-occipital**. Es importante mencionar que el asterion es 5 a 10 mm proximal al origen del seno sigmoideo, siendo este mucho más frágil en su pared, que el mismo seno transversal.

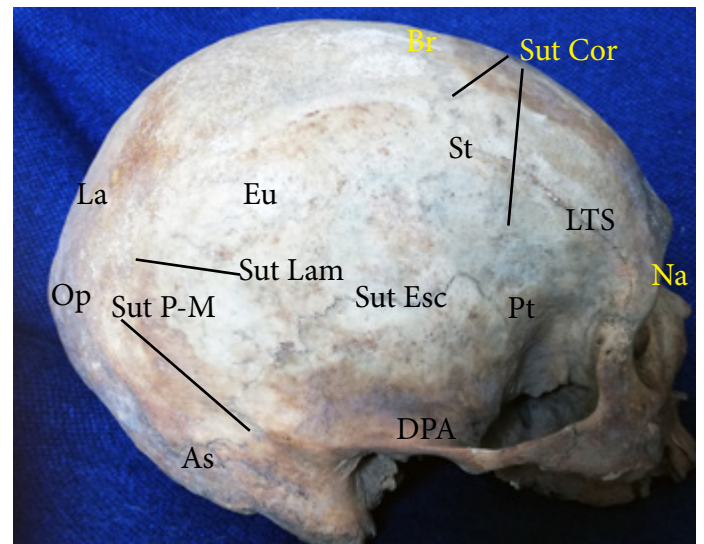
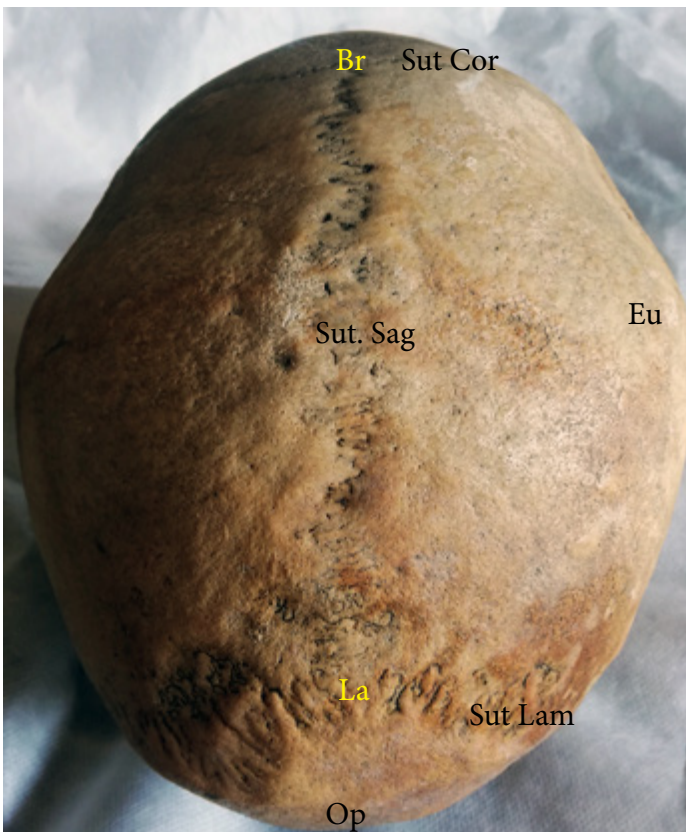
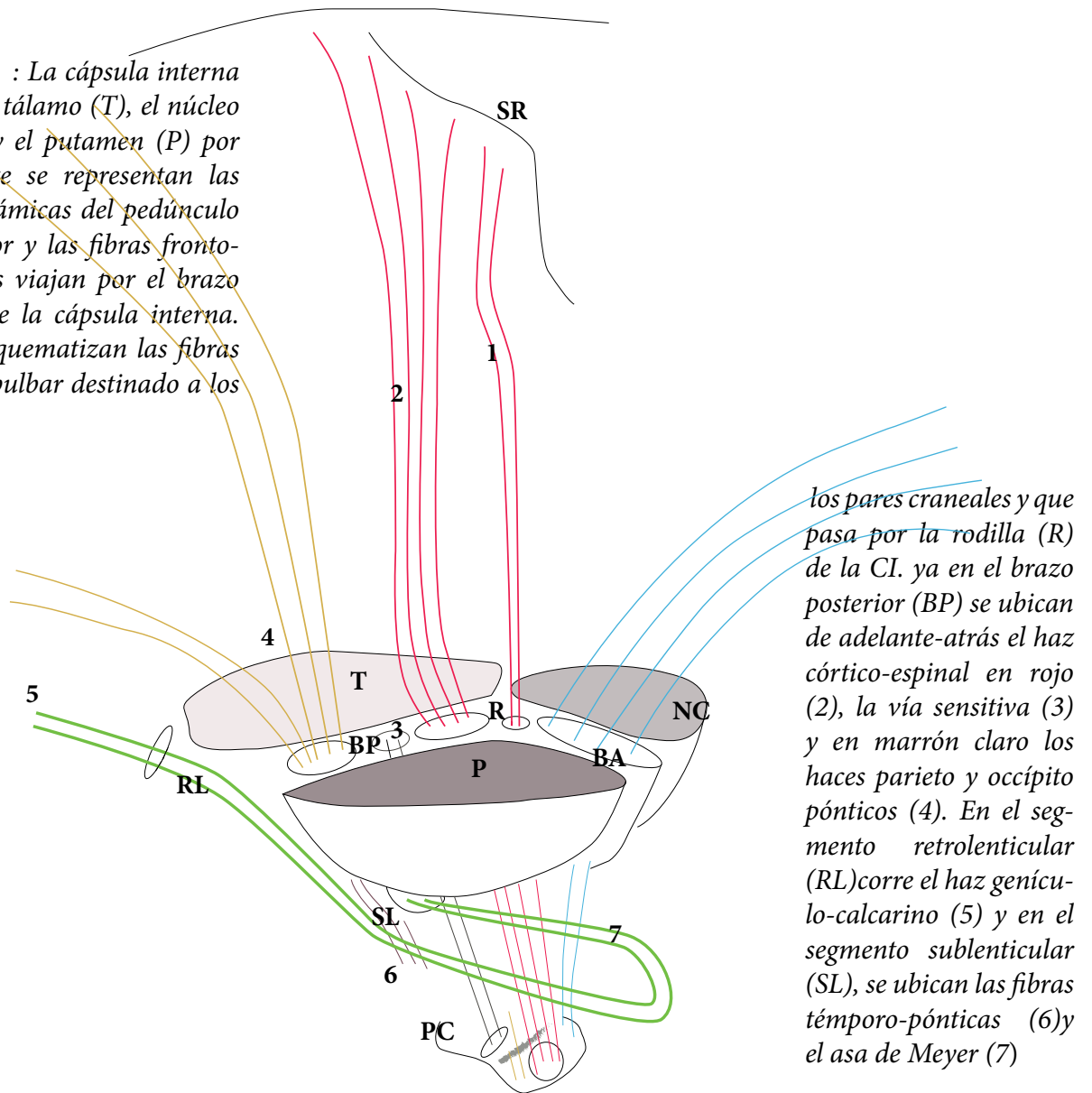
Lambda: corresponde a la reunión de la sutura sagital con la sutura lambdoidea o parieto-occipital. Se ubica entre 12-14 cms, detrás del bregma y entre 6 a 8 cms por delante del inion.

Punto escamoso anterior: corresponde a la unión de la sutura escamosa a la rama horizontal de la H del pterion.

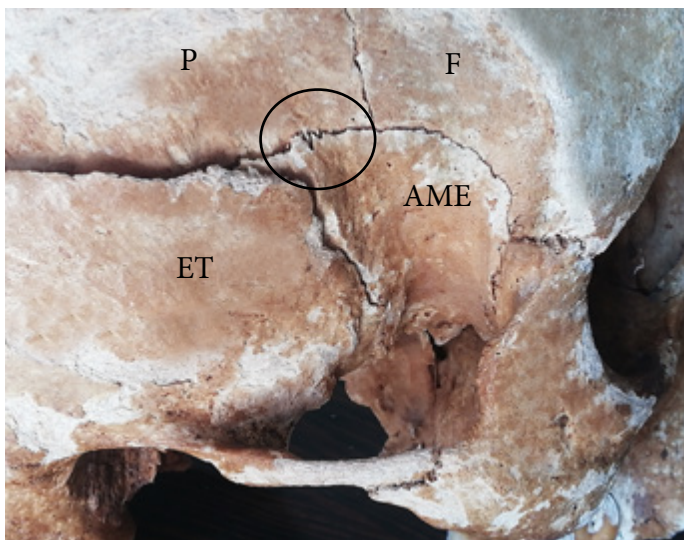
Coincide con el **punto silviano anterior (PSA)**: que corresponde al área de la cisura silviana, justo enfrente, de la pars triangularis del GFI. Es la zona más ancha de la cisterna y el punto más adecuado para abrir la misma.

Punto rolándico inferior (PRI): corresponde a la proyección del surco central en su intersección con la cisura silviana. Se ubica entre 2 a 3 cms detrás del PSA. En el cráneo se ubica debajo de la parte más alta de la sutura escamosa (**punto escamoso superior**), o bien tirando una línea vertical desde la **depresión preauricular** (situada en la parte más posterior y por encima del arco cigomático) 4 cms por arriba de dicha depresión. El PRI marca el límite anterior de la **circunvolución transversa de Heschl**, cubierta en general por la superficie opercular del giro postcentral. El límite del PRI no debe sobrepasarse en lesiones del hemisferio dominante por el riesgo de disfasia. En general el PRI se ubica unos 5 cms detrás del polo temporal. La extremidad

Esquema N° 73 : La cápsula interna se ubica entre el tálamo (T), el núcleo caudado (NC) y el putamen (P) por fuera. En celeste se representan las fibras fronto-talámicas del pedúnculo talámico anterior y las fibras fronto-pónticas. Ambas viajan por el brazo anterior (BA) de la cápsula interna. En rojo (1) se esquematizan las fibras del haz córtico-bulbar destinado a los núcleos de



Fotos N° 9-82-83 : Puntos craneométricos. As: asterion. Br: bregma. Eu: euryon. La: lambda. Na: nasion. Op: opisthocranion. Pt: pterion. St: stephanion. DPA: depresión preauricular. LTS: línea temporal superior. Sut Cor: sutura coronal. Sut Esc: sutura escamosa. Sut Lam: sutura lambdoidea. Sut P-M: sutura parieto-mastoidea Sut Sag: sutura sagital.



Fotos N° 9-84-85 : Arriba, el círculo negro marca el pterion, donde se reúnen la escama del temporal (ET), el parietal (P), el frontal (F) y el ala mayor del esfenoides (AME). A derecha puntos craneométricos: lambda, opisthocranion, inion y euryon.

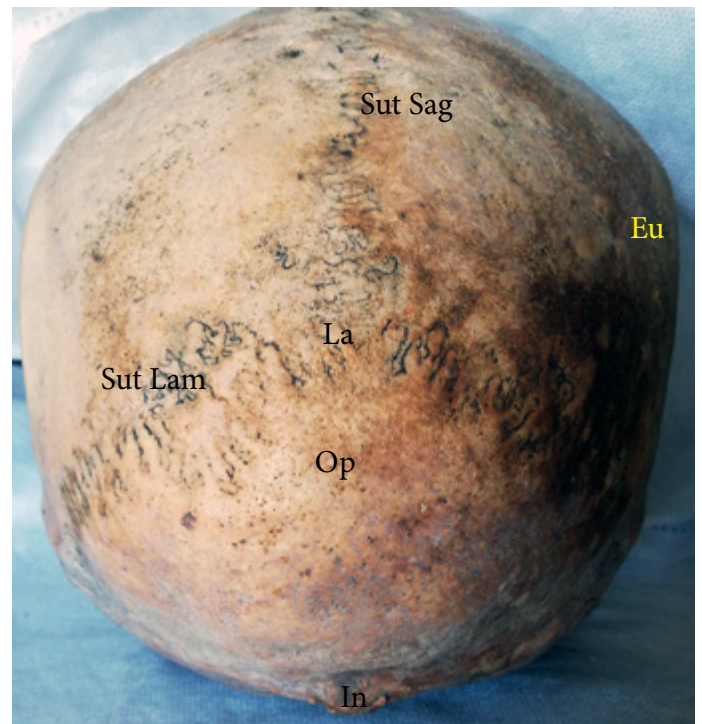
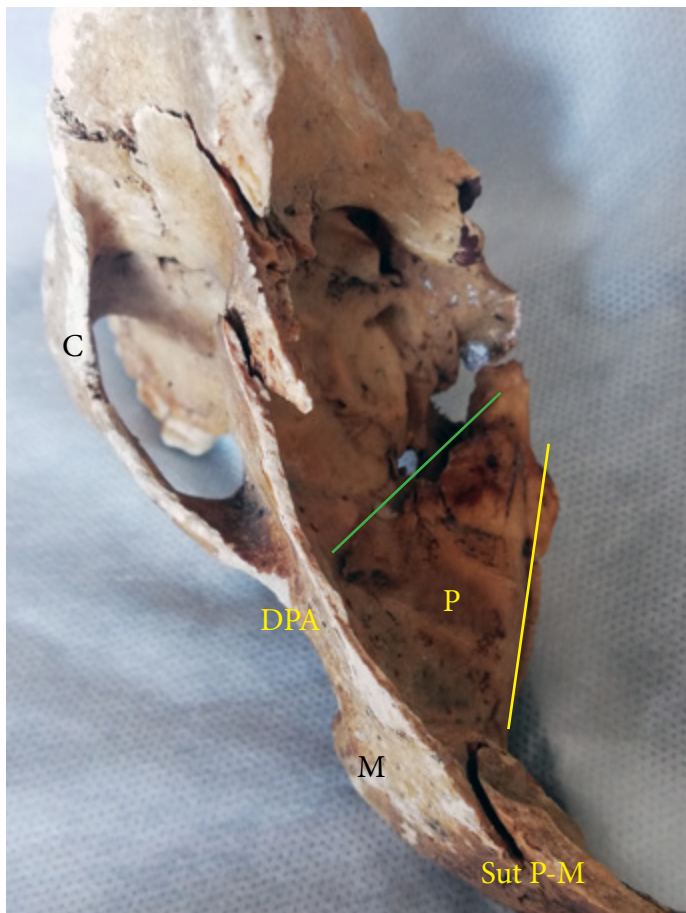


Foto N° 9-86 : Fragmento óseo de base de cráneo, visto desde arriba, mostrando el peñasco (P), encerrado entre 2 líneas. La línea verde marca el límite anterior del mismo, lo cual coincide con la depresión preauricular (DPA), mientras que la línea amarilla representa el borde posterior del peñasco, coincidiendo con la unión de la sutura escamosa con la parieto-mastoidea (Sut P-M). Esos 2 reparos marcan el sitio más apto para un abordaje subtemporal, ya que recorre la porción más plana de la base temporal. Por delante del reparo anterior la base temporal es cóncava, tanto en sentido ántero-posterior como lateral-medial. Por detrás del reparo posterior la tienda del cerebelo se incurva hacia arriba, como una tienda de campaña. C: cigoma. M: mastoides.



inferior del surco central se ubicaría 25 mms detrás de la sutura coronal.

Punto coronal posterior: unión del **surco frontal superior** con el **surco precentral**. Se ubica 1,5 cms posterior al bregma y a 3 cms de la línea media. Marca el límite anterior del área motora de la mano. Este punto craneométrico, en un plano coronal, se relaciona con la superficie dorsal del tálamo y el piso del cuerpo del ventrículo lateral, situado detrás del Monro.

Punto de reunión del surco frontal inferior con el surco precentral: se ubica 2 cms posterior al estefanion. Marca por delante la porción del giro precentral que corresponde a la cara y por arriba y detrás a la pars opercularis del GFI (área de Broca a izquierda)

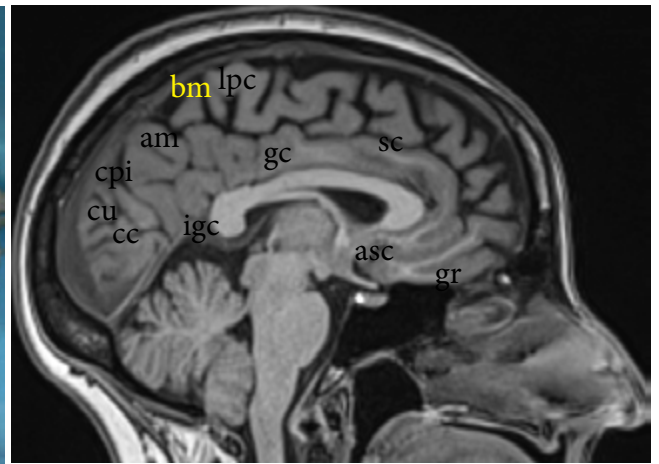
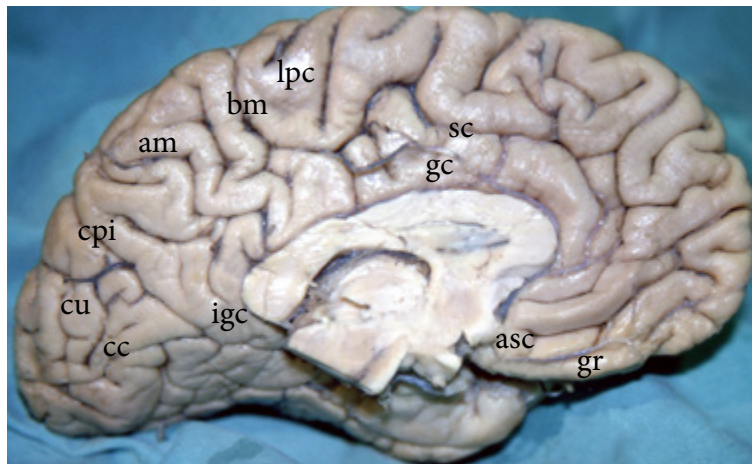
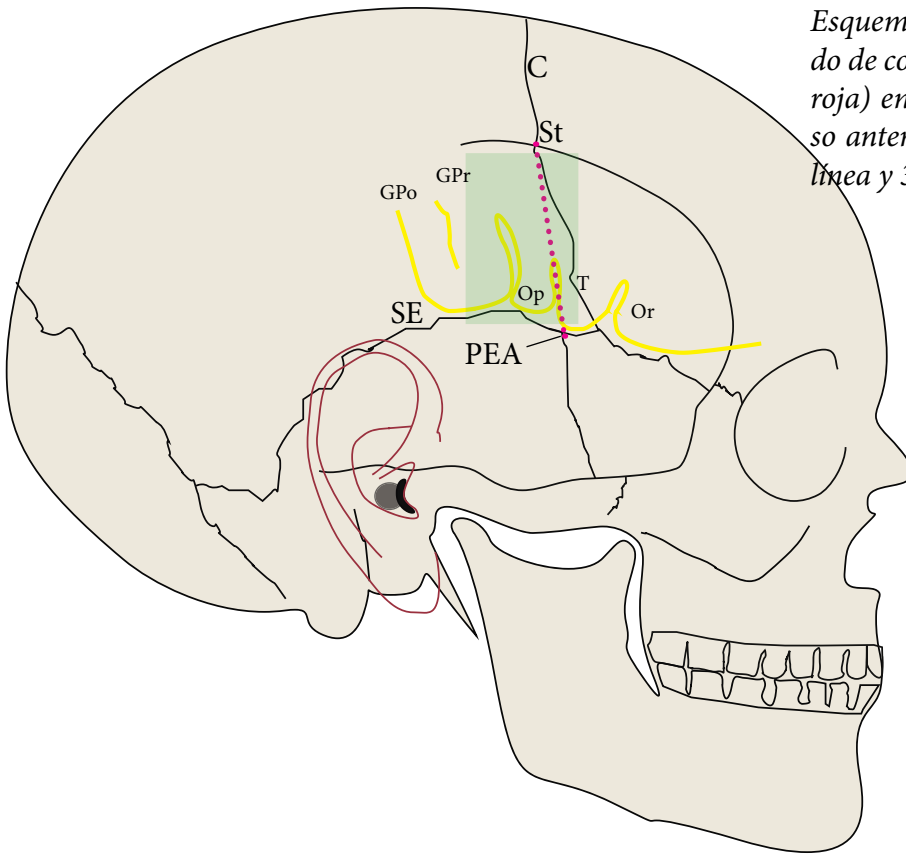
Punto Rolándico superior: zona de confluencia del extremo superior del **surco central o de Rolando**, con el borde superior del hemisferio. Se sitúa unos 5 cms. detrás del bregma.

Punto intraparietal: corresponde a la unión del **surco intraparietal** con el postcentral. Se ubica, 6 cms por delante del lambda y entre 3,5 a 5 cms lateral a la línea media. Es un reparo útil para abordar el atrio ventricular.

Incisura parieto-occipital: corresponde a la proyección sobre la cara lateral del hemisferio de la cisura parieto-occipital. Se ubica exactamente debajo del lambda y marca el extremo posterior del **lobulillo cuadrilátero**

Esquema N° 74: Área motora del habla (cuadrado de color verde). Se traza una línea (punteada roja) entre el stafanion (St) y el punto escamoso anterior (PEA). Un cm por delante de dicha línea y 3 cms por detrás de la

misma se ubicaría el área esperada del lenguaje, que corresponde a las áreas 44 y 45 de Brodmann. Abarcaría parte de la pars triangularis (T), pars opercularis (Op) y parte inferior del giro precentral (GPr). GPo: giro postcentral. Or: pars orbitalis. SE: sutura escamosa



Fotos N° 9-87-88 : Foto y resonancia de la cara medial del hemisferio con sus principales accidentes. Am: antemuro Asc:área subcallosa; bm: brazo marginal del surco cingulado (sc) cc: cisura calcarina; cpi: cisura perpendicular interna; cu: cuña; gc: giro cingulado; gr: girus rectus. igc: istmo del giro cinguli; lpc: lobulillo paracentral.

y el anterior del cuneus.

Extremo posterior del **surco temporal superior**: se ubica 3 cms, directamente arriba del punto de reunión de la sutura escamosa con la parieto-mastoidea, la cual, puede ser percibida como una ligera depresión al tacto en la base de la mastoides. Permite abordar la parte baja del atrio, sobre todo en el hemisferio no dominante.

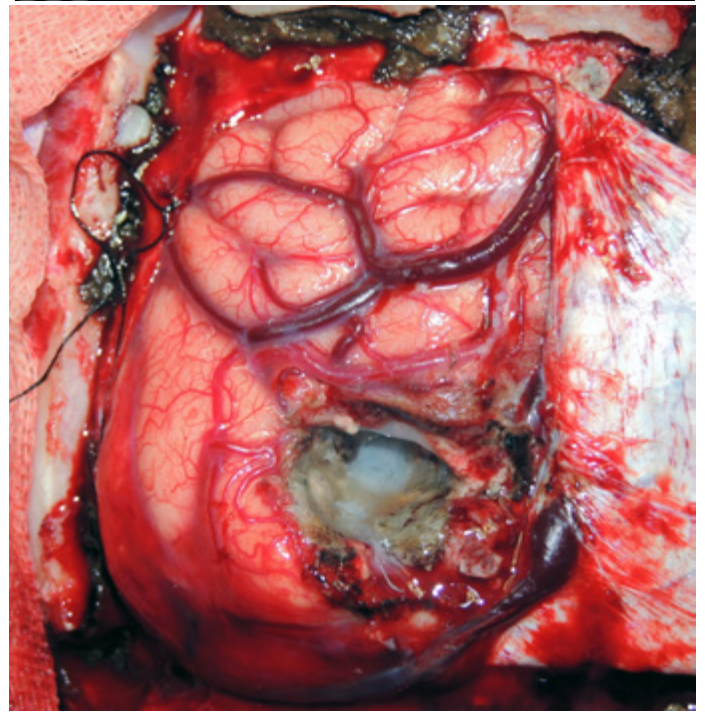
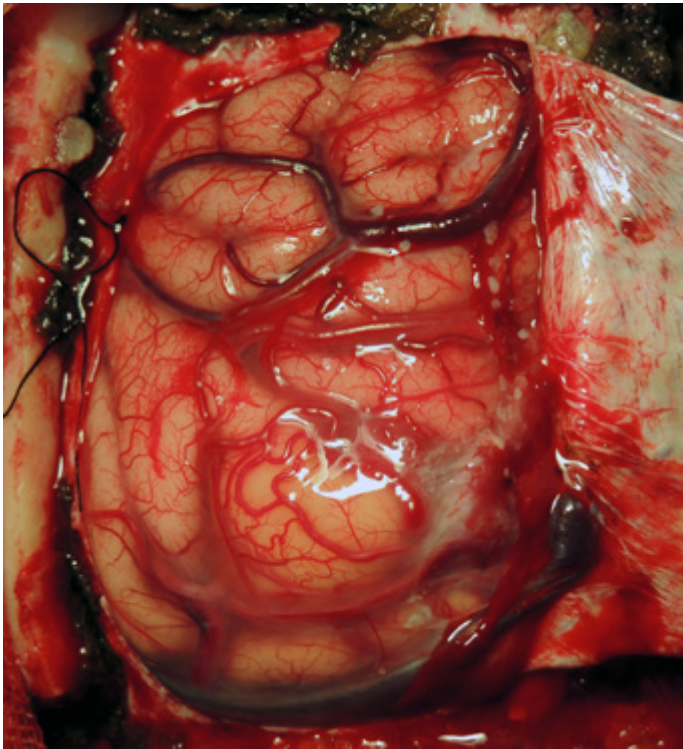
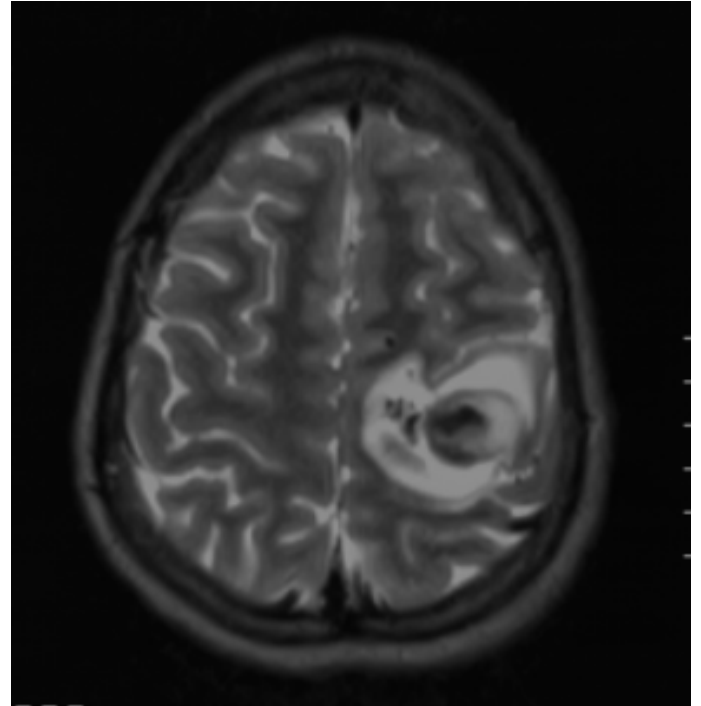
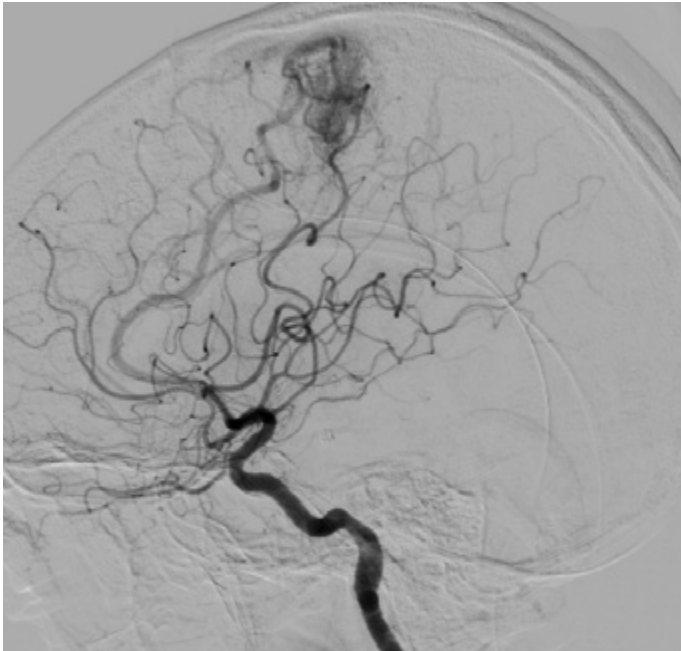
Reparos de la base temporal: un agujero de trépano situado a nivel de la **depresión preauricular** (en la base del cigoma, por delante del trago y el conducto auditivo externo) marca el margen anterior del peñasco. Por delante de este punto la fosa temporal es cóncava tanto en sentido antero-posterior como de lateral a medial. Mientras que, por detrás de ese punto, la base

temporal es plana, siendo esto adecuado para un abordaje subtemporal. Otro agujero de trepano, situado 1 cm arriba de la unión sutura escamosa con la sutura parieto-mastoidea, es el mojón del borde posterior de la cara superior del peñasco. Si es necesario prolongar la craneotomía hacia atrás pero permanecer supratentorial, el agujero de trépano debe colocarse 1 cm arriba del asterion. Esta craneotomía expone el **giro temporal inferior** y la mitad anterior del **giro fusiforme**.

LECTURAS RECOMENDADAS

Afif A, Mertens P: Description of sulcal organization of the insular cortex. Surg Radiol Anat. 2010 Jun;32(5):491-8.

Agarwal N; Port JD: Neuroimaging: Anatomy Meets



Fotos N° 9-89/92 : Malformación arterio-venosa en una paciente joven con paresia crural derecha. La lesión es alimentada por ramas de la cerebral anterior y se ubica en la parte alta del giro precentral. Nótese en la imagen de abajo a la izquierda como se observa abultado que aloja la mav. Abajo a la derecha la malformación ha sido resecada.

Function. 2018. Springer

review. J Clin Neurosci 2014

Allen JS, Bruss J, Damasio H: Looking for the lunate sulcus: a magnetic resonance imaging study in modern humans. *Anat Rec A Discov Mol Cell Evol Biol.* 2006 Aug;288(8):867-76.

Chiavaras MM, Petrides M: Orbitofrontal sulci of the human and macaque monkey brain. *J Comp Neurol.* 2000 Jun 19;422(1):35-54.

Alves RV, Ribas GC, Párraga RG, de Oliveira E: The occipital lobe convexity sulci and gyri. *J Neurosurg.* 2012 May;116(5):1014-23.

Crick, Francis C, and Christof Koch. "What Is the Function of the Claustrum?" *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 360.1458 (2005): 1271–1279. PMC. Web. 18 Feb. 2015.

Campero A; Ajler P.; Emmerich.; J.Goldschmidt E.; Martins C.; Rhoton A: Brain suci and gyri: a practical anatomical

Da Veiga M, Prates JC: The sulci of the cuneus of the human cerebrum. *Ital J Anat Embryol.* 1993 Jan-Mar;98(1):41-57.

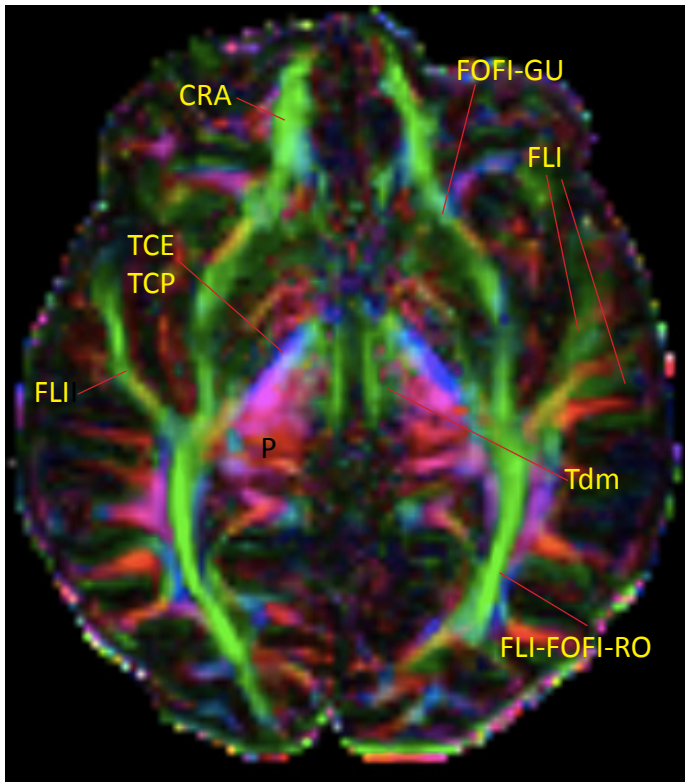


Foto N° 9-93 : tractografía por tensor de difusión. Corte axial: CRA: corona radiata anterior; FOFI-GU: fascículo fronto-occipital inferior y giro uncinado; FLI: fascículo longitudinal inferior; TCE-TCP: tractos córtico-espinal y córtico-ponticos; Tdm: tálamo dorso-medio; P: pulvinar

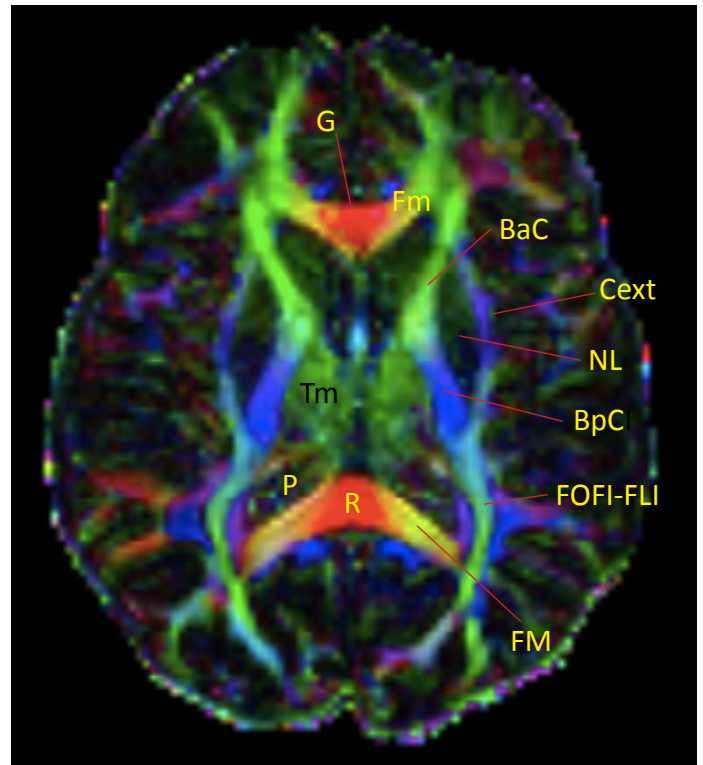


Foto N° 9-94 : Tractografía por tensor de difusión. Corte axial a la altura del genu (G) y rodete (R) del cuerpo calloso. Fm: forceps minor del cuerpo calloso; FM: forceps mayor. Tm: tálamo medial; P: pulvinar; BaC: brazo anterior de la cápsula interna; Cext: cápsula externa; NL: núcleo lenticular; BpC: brazo posterior de la cápsula interna; FOFI-FLI: fascículo fronto-occipital inferior y fascículo longitudinal inferior

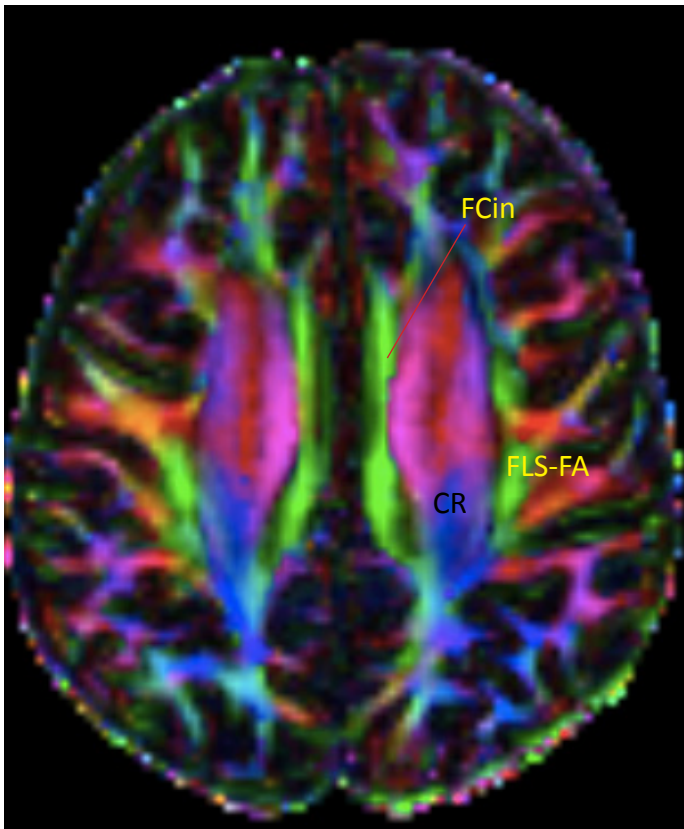


Foto N° 9-95 : Tractografía por tensor de difusión. CR: corona radiata. FCin: cíngulo con fascículo cingulado; FLS-FA: fascículo longitudinal superior- Fascículo arcuato

Fernández-Miranda, Juan C; Rhoton, Albert L. Jr; Álvarez-Linera, Juan; Kakizawa, Yukinari., Ph.D; Choi, Chanyoung ; de Oliveira, Evandro P: Three-dimensional microsurgical and tractographic anatomy of the white matter of the human brain. Neurosurgery: June 2008 Vol 62. Issue 6.

Frigeri T, Paglioli E, de Oliveira E, Rhoton AL Jr: Microsurgical anatomy of the central lobe. J Neurosurg. 2015 Jan 2:1-16.

García Aguirre, J.; Quintero Giraldo, L.P. Moncada Aguirre, J: Giros y Surcos de la Cara Lateral del Lobo Occipital: Descripción Anatómica y Propuesta Terminológica. Rev. Arg. Anat. Onl. 2013;4(1): 29 – 34
Gagliardi F.; Gragnaniello C.; Mortini P.; Caputy AJ: Operative Cranial Neurosurgical Anatomy.2019. Thieme

Germann J, Robbins S, Halsband U, Petrides M. Precentral sulcal complex of the human brain: morphology and statistical probability maps. J Comp Neurol. 2005 Dec 19;493(3):334-56.

Gusmão S, Silveira RL, Arantes A: Landmarks to the cranial approaches.Arq Neuropsiquiatr. 2003 Jun;61(2A):305-8.

Kucukyuruk, Baris MD; Yagmurlu, Kaan MD; Tanriover,

- Necmettin MD; Uzan, Mustafa MD; Rhoton, Albert L. Jr MD: Microsurgical Anatomy of the White Matter Tracts in Hemispherotomy. *Neurosurgery*: march 1995. Vol 36 Issue 3 p 517-532.
- Le Provost JB, Bartres-Faz D, Paillere-Martinot ML, Artiges E, Pappata S, Recasens C, Perez-Gomez M, Bernardo M, Baeza I, Bayle F, Martinot JL: Paracingulate sulcus morphology in men with early-onset schizophrenia. *Br J Psychiatry*. 2003 Mar;182:228-32.
- Naidich TP, Kang E, Fatterpekar GM, Delman BN, Gultekin SH, Wolfe D, Ortiz O, Yousry I, Weismann M, Yousry TAThe insula: anatomic study and MR imaging display at 1.5 T.*AJNR Am J Neuroradiol*. 2004 Feb;25(2):222-32
- Naidich TP¹, Valavanis AG, Kubik S. Anatomic relationships along the low-middle convexity: Part I--Normal specimens and magnetic resonance imaging.*Neurosurgery*. 1995 Mar;36(3):517-32.
- Nieuwenhuys R.; Voogd J.; Van Huijzen C: The Human Central Nervous System. 2008 Springer
- Ono, M; Kubik S.; Abernathey CD: Atlas of the Cerebral Sulci. 1990. Thieme.
- Paus T, Tomaiuolo F, Otaky N, MacDonald D, Petrides M, Atlas J, Morris R, Evans AC: Human cingulate and paracingulate sulci: pattern, variability, asymmetry, and probabilistic map.*Cereb Cortex*. 1996 Mar-Apr;6(2):207-14
- Perneczky A.; Reisch Robert: Keyhole Approach in Neurosurgery. 2008 Springer Wien New York.
- Pretto Flores L: Occipital Lobe Morphological Anatomy *Arq. Neuro-Psiquiatr*. vol.60 no.3A São Paulo Sept. 2002
- Ribas Guilherme:Applied Cranial-Cerebral Anatomy. 2018 Cambridge University Press.
- Ribas, Guilherme C; Yasuda, Alexandre; Ribas, Eduardo C; Nishikuni, Koshiro; Rodrigues, Aldo J. Jr: Surgical Anatomy of Microneurosurgical Sulcal Key Points. *Neurosurgery*: October 2006. Vol 59. Issue 4. PP ONS 177- ONS 211.
- Seeger W: The microsurgical approaches to the target areas of the brain. 1993. Springer Verlag Wien New York.
- Spasojević G, Malobabic S, Pilipović-Spasojević O, Djukić-Macut N, Maliković A: Morphology and digitally aided morphometry of the human paracentral lobule. *Folia Morphol (Warsz)*. 2013 Feb;72(1):10-6.
- Türe U, Yaşargil DC, Al-Mefty O, Yaşargil MG. Topographic anatomy of the insular region. *J Neurosurg*. 1999 Apr;90(4):720-33.
- Ugur HC, Kahilogullari G, Coscarella E, Unlu A, Tekdemir I, Morcos JJ, Elhan A, Baskaya MK: Arterial vascularization of primary motor cortex (precentral gyrus). *Surg Neurol*. 2005;64 Suppl 2:S48-52.
- Yasargil MG: Microneurosurgery in 4 volumes. 1994. Thieme.
- Xie T, Sun C, Zhang X, Zhu W, Zhang J, Gu Y, Li W: The Contralateral Transfalcine Transprecuneus Approach to the Atrium of the Lateral Ventricle: Operative Technique and Surgical Results. *Neurosurgery*. 2015 Mar;11 Suppl 2:110-118.