

RECORRIDO POR EL MAPA FUNCIONAL DEL ENCÉFALO:

EXPLORACIÓN DE LA NEUROANATOMÍA DE FORMA APLICADA

Ángela Guitián Pinilla^{1,2}, Luis Arribas Ortega¹, César Antonio López López^{1,2}, Pilar Cifrián Casuso^{1,2}, Álvaro Sánchez Mulas^{1,2}, David Castanedo Vázquez^{1,2}, Alejandra Somoano Marfull^{1,2}, Cristina Susana González Fernández¹.

¹Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Santander; ²Instituto de Investigación Marqués de Valdecilla, Santander

1. OBJETIVOS DOCENTES

- 1 • Revisar las **PRINCIPALES ÁREAS FUNCIONALES DEL ENCÉFALO y LA ANATOMÍA** implicada en cada una de ellas.
- 2 • Explicar la **SINTOMATOLOGÍA** secundaria a la disfunción de cada una de las áreas funcionales.
- 3 • Describir las **PRINCIPALES VÍAS DE TRANSMISIÓN** de la información.
- 4 • Exponer **CASOS REPRESENTATIVOS** de nuestro hospital que correlacionen la clínica con los hallazgos en las pruebas de imagen.
- 5 • Resaltar el papel de la **TRACTOGRAFÍA** y de la **RM FUNCIONAL**.

2. ANATOMÍA FUNCIONAL

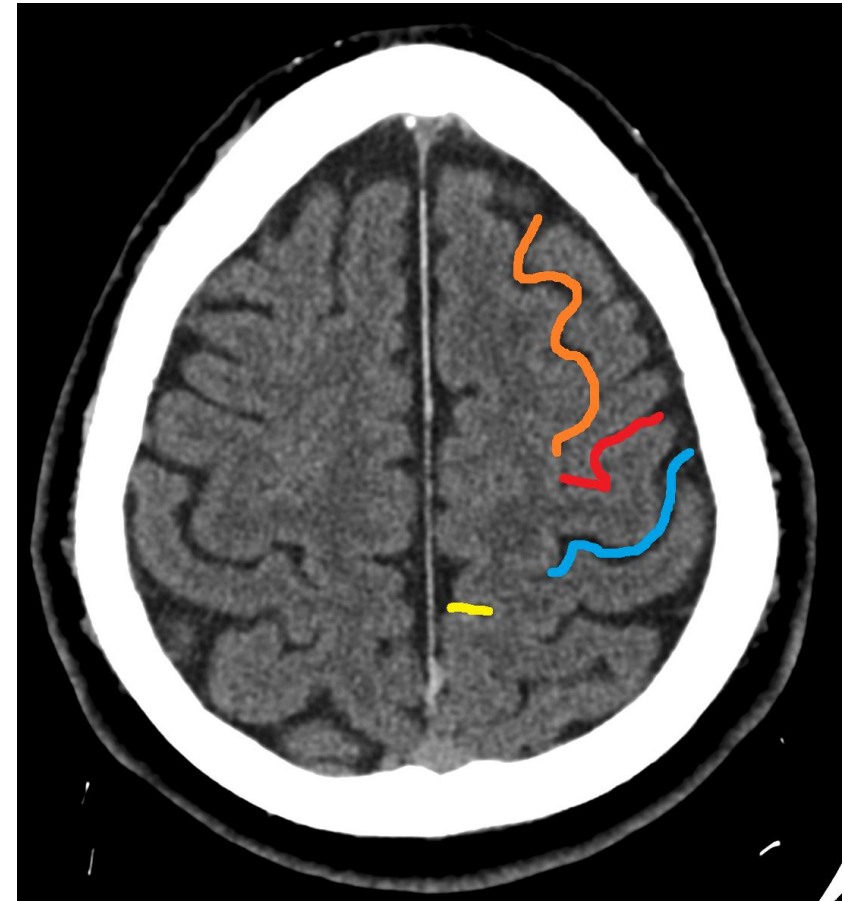
LÓBULO FRONTAL

Se encuentra delimitado:

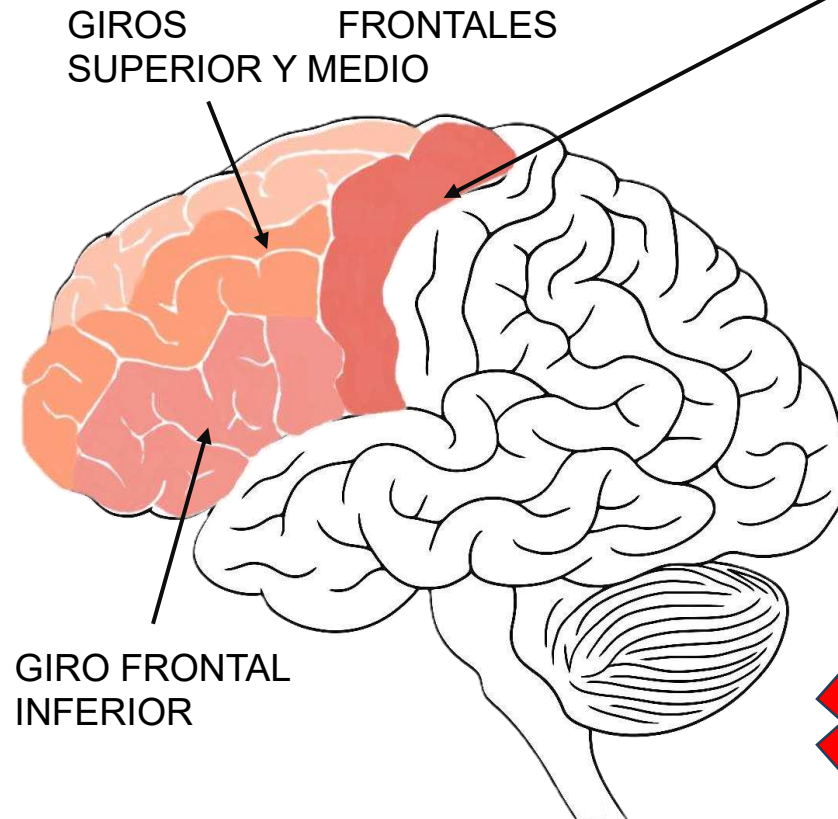
- Posteriormente por el **surco central** (*línea azul*)
- Lateralmente por la **cisura de Silvio**.

A su vez el surco central, queda inmediatamente por detrás del **surco precentral** (*rojo*), que junto con el **surco frontal superior** (*naranja*) forman una morfología en “L”, y por delante del **surco marginalis** (*amarillo*), una extensión postero-superior del surco del cíngulo.

Entre sus funciones destaca el **control motor del hemicuerpo contralateral**.



LÓBULO FRONTAL



HEMISFERIO IZDO

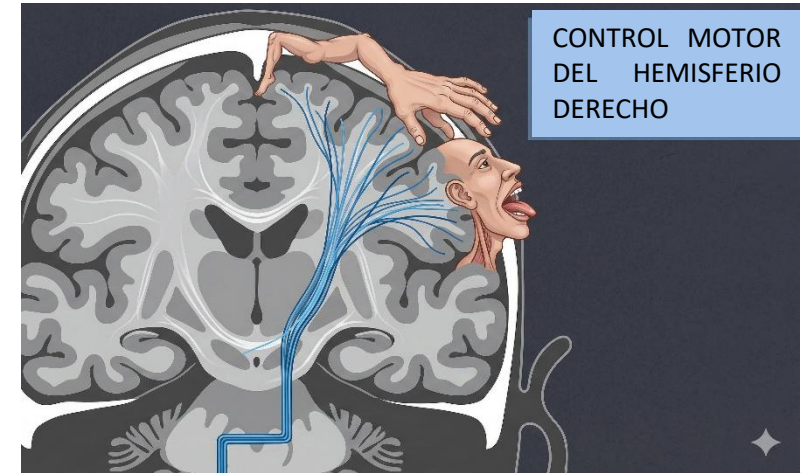
GIRO PRE-CENTRAL CORTEX MOTOR PRIMARIO

Envía las órdenes que movilizan el hemicuerpo contralateral.

Existe una representación cortical del cuerpo contralateral conocida como el **homúnculo de Penfield**.



Paresia / parálisis contralateral de la parte afecta.



Homúnculo de Penfield: Las neuronas motoras se distribuyen de superomedial a inferolateral en pie, pierna, tronco, brazo, mano, cara y lengua con una amplia representación facial y de la mano.

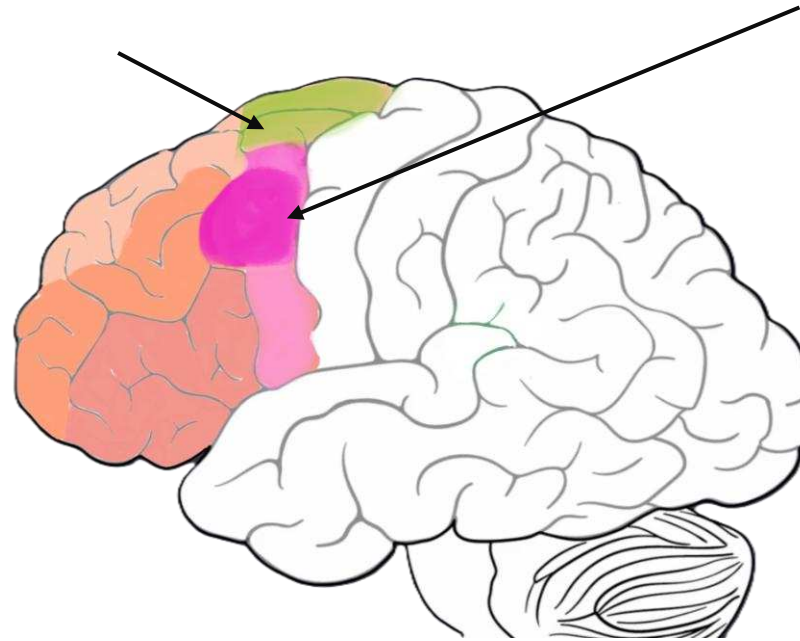
LÓBULO FRONTAL

GIROS FRONTALES SUPERIOR y MEDIO (GFS Y GFM)

ÁREA MOTORA SUPLEMENTARIA (AMS)

Localizada en el GFS con disposición medial; anterior a la representación de la pierna y con extensión hacia la cara medial del lóbulo frontal.

Identifica y planifica el movimiento.



ÁREA PREMOTORA

Se localiza en la convexidad lateral, por delante de la circunvolución precentral y lateral al AMS.

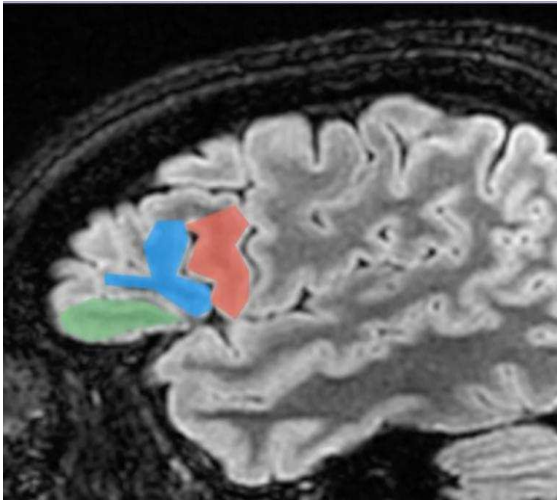
Coordina y guía los movimientos.

Contiene el **centro de la mirada conjugada** que desvía la mirada hacia el lado **contrario**, clave para localizar las lesiones corticales.



Mira a la lesión

LÓBULO FRONTAL



Pars orbitalis (POR)

Pars triangularis (PT)

Pars opercularis (POP)

GIRO FRONTAL INFERIOR

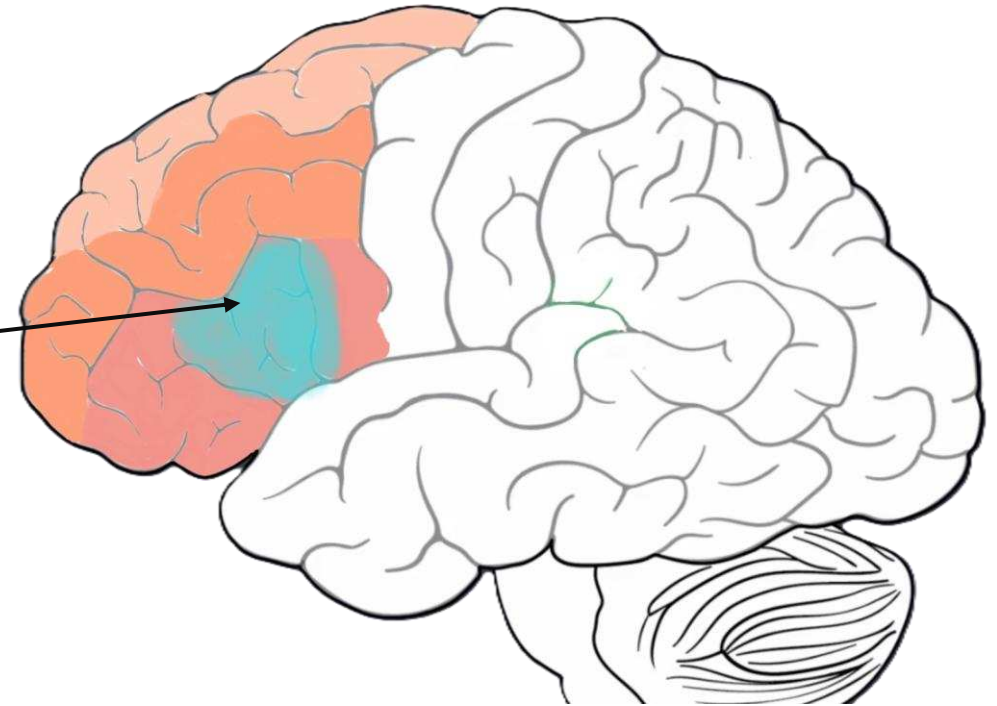
ÁREA DE BROCA

Conformado por PT y POP.

Se encarga de la **producción del lenguaje**.

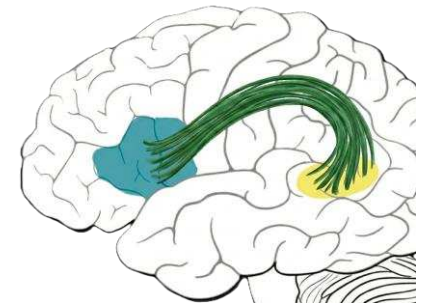


Afasia motora



FASCÍCULO ARCUATO

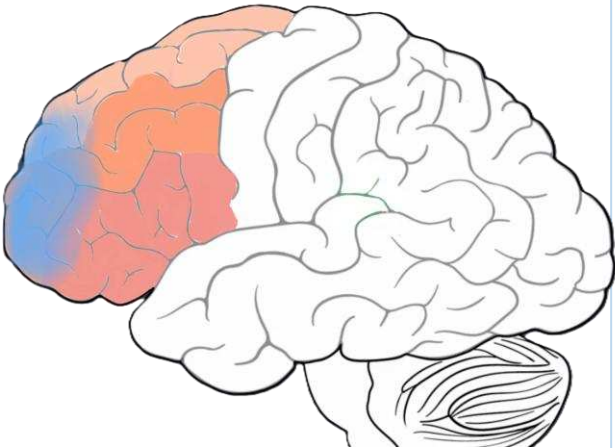
Haz de sustancia blanca que conecta las dos principales áreas del lenguaje.



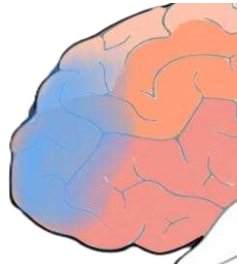
LÓBULO FRONTAL

CORTEZA PREFRONTAL

En el polo frontal anterior. Se divide en varias áreas.



DORSO-LATERAL

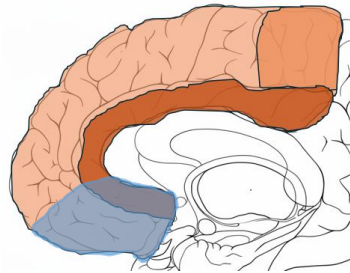


Interviene en la toma de decisiones, la **planificación de actividades**, la inteligencia emocional, la atención (hemisferio derecho).



Síndrome disejecutivo.

VENTRO-MEDIAL



Personalidad, control **de impulsos** y la inhibición social.



Alteración del comportamiento, sociopatía, desinhibición sexual y trastornos del control de impulsos.

ÓRBITO-FRONTAL



Continencia de esfínteres, estado de ánimo, la **motivación**, la iniciativa.

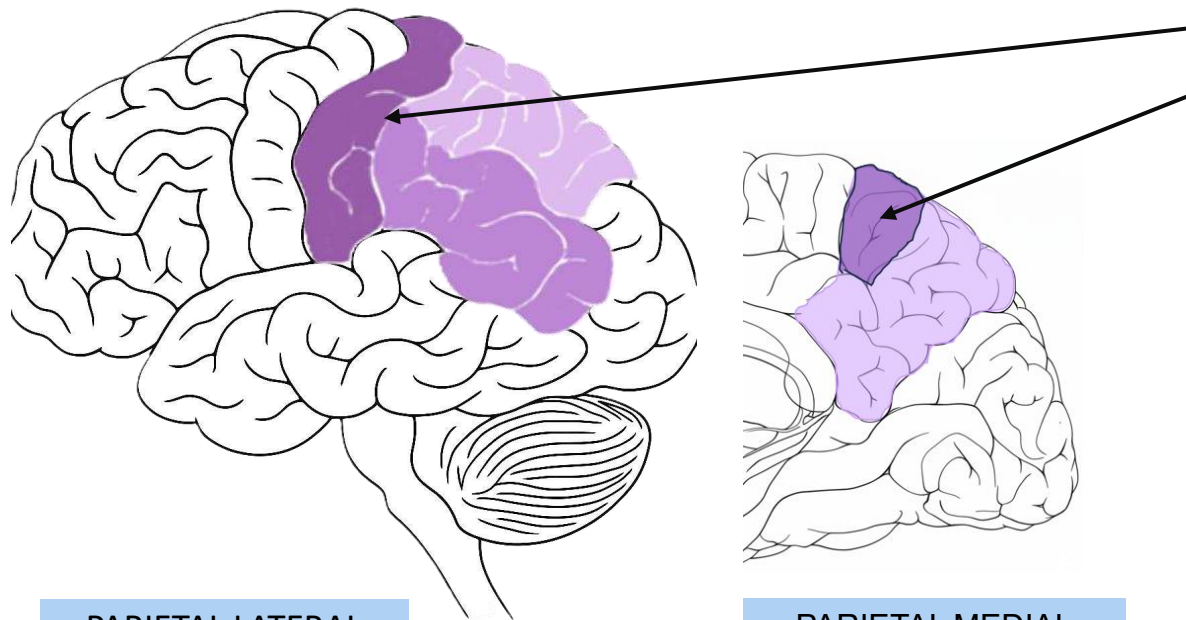


Incontinencia urinaria, apatía, abulia, indiferencia afectiva.

LÓBULO PARIETAL

El giro postcentral queda delimitado inmediatamente por detrás del surco central o de Rolando, y de la pars marginalis. Posteriormente se delimita por el surco parieto-occipital y lateralmente por el surco lateral o de Silvio.

Entre sus funciones destaca **recoger la información sensitiva** del hemicuerpo contralateral y establecer asociaciones con otras áreas.



PARIETAL LATERAL

PARIETAL MEDIAL

GIRO POST-CENTRAL

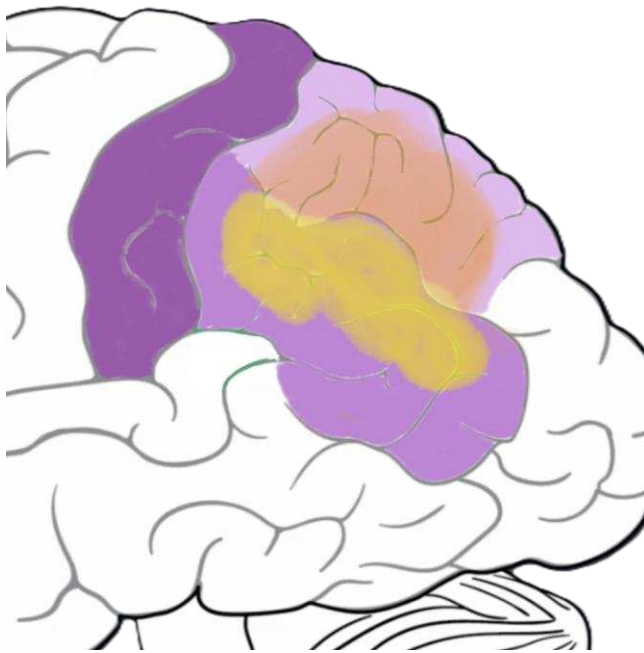
CÓRTEX SOMATOSENSORIAL PRIMARIO

Recibe **aferencias sensitivas** procedentes del tálamo. Las neuronas sensitivas tienen una representación cortical del cuerpo humano, similar al homúnculo motor.



Pérdida de la sensibilidad táctil, propioceptiva y algésica del lado contralateral de la lesión.

LÓBULO PARIETAL



GIRO PARIETAL SUPERIOR

Percepción espacial y visual, y atención.



GIRO PARIETAL INFERIOR

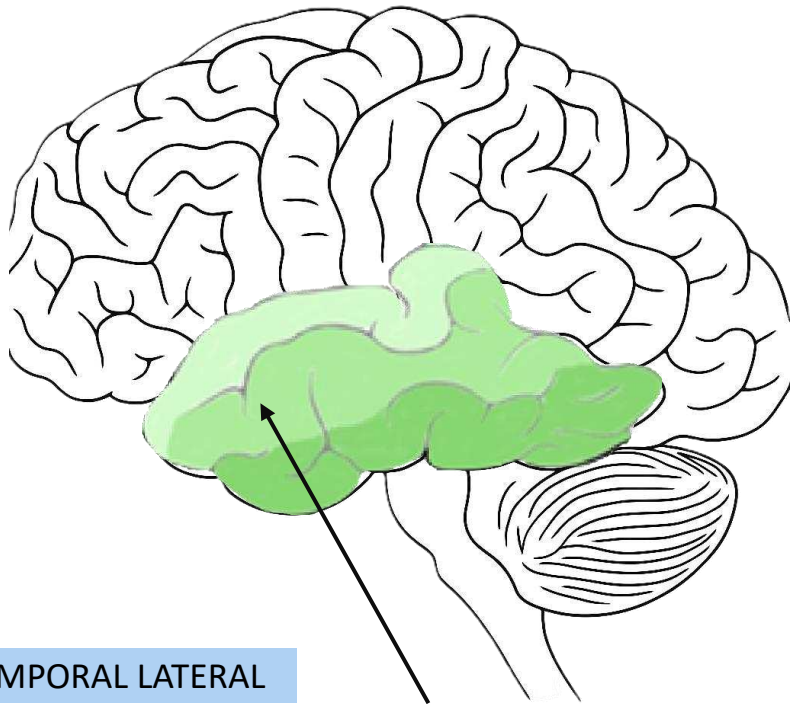
Atención.



- Hemisferio dominante: apraxias.
- Hemisferio no dominante: apraxia del vestir, desconocimiento del déficit (anosognosia), ignorancia de la mitad izquierda del cuerpo (hemiasomatognosia) y desorientación espacial.

- Heminatención o heminegligencia contralateral a la lesión.
- Hemianopsia homónima contralateral (del campo visual inferior) por el paso de las radiaciones ópticas superiores.

LÓBULO TEMPORAL



TEMPORAL LATERAL

GIROS TEMPORALES SUPERIOR, MEDIO E INFERIOR (GTS, GTM y GTI)

Delimitado superiormente por la cisura de Silvio y se extiende hacia la parte inferior del cerebro.

En este lóbulo la **asimetría dominante – no dominante** se hace más evidente; un hemisferio es dominante cuando codifica el lenguaje (el izquierdo en el 95% de diestros y en el 85% de zurdos).

Se encarga de tres funciones superiores: **el lenguaje, la memoria y las emociones.**

LÓBULO TEMPORAL

CORTEZA AUDITIVA PRIMARIA

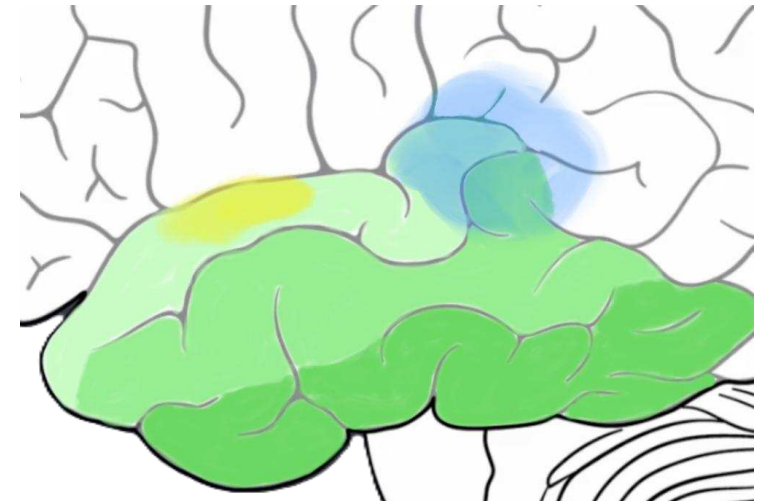
Se localiza en el tercio medio del giro temporal superior o giro de Heschl.
Por delante, se encuentra el **área de asociación auditiva**.

ÁREA DE WERNICKE

En la zona del giro supramarginal (región postero-superior), limitando con el lóbulo parietal, del hemisferio **DOMINANTE**.

Decodifica el lenguaje tanto oral (corteza auditiva por delante) como el escrito (corteza occipital por detrás).

Establece conexiones con el área de Broca mediante el **fascículo arcuato**.



TEMPORAL LATERAL



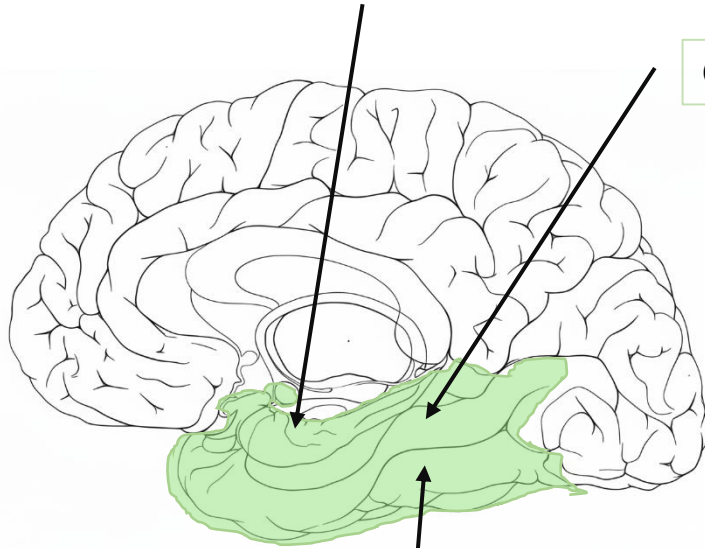
Síndrome del lóbulo temporal externo:

- Dominante: afasia sensitiva
- No dominante: inatención y disprosodia

LÓBULO TEMPORAL

HIPOCAMPO, GIRO PARAHIPOCAMPAL Y UNCUS

GIRO FUSIFORME



TEMPORAL MEDIAL

GIRO TEMPORAL INFERIOR



Discurren las **radiaciones ópticas temporales**.

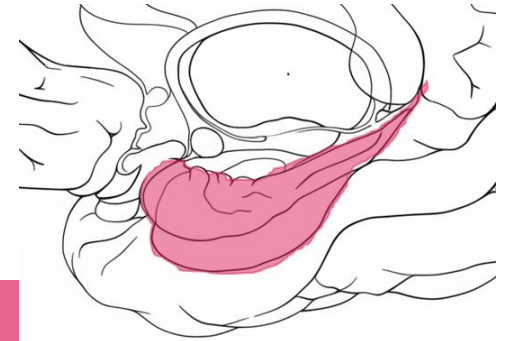
Hemianopsia homónima contralateral (de predominio superior).

COMPLEJO HIPOCAMPAL

Las partes principales son:

- Giro dentado
- Asta de Amón
- Subículum
- Hipocampo

Junto con los cuerpos mamilares y el fórnix intervienen en la **memoria**.



LÓBULO TEMPORAL

SISTEMA LÍMBICO

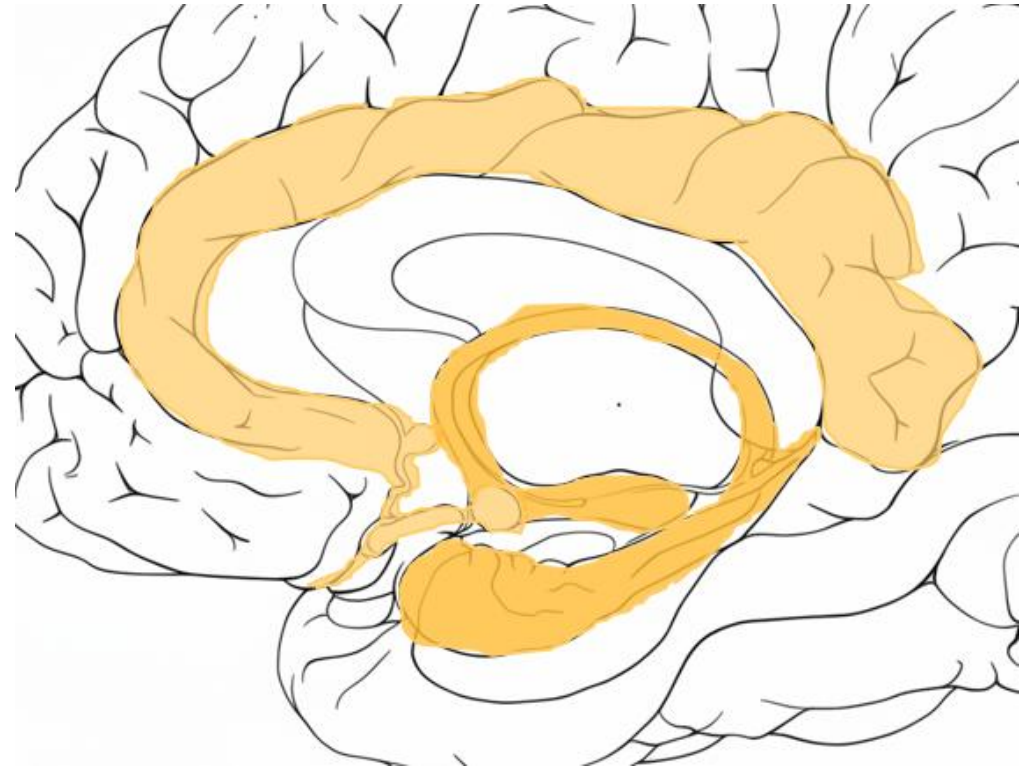
Es un sistema complejo formado por muchas estructuras (circunvolución del cíngulo, cuerpos mamilares, fórnix, amígdala, hipocampo, hipotálamo, bulbo olfatorio...) que interviene en **las emociones**.



Síndrome de la corteza paralímbica:

Alteraciones de la conducta:

- Desde apatía y abulia
- Agresividad y la falta de control de impulsos, pasando por alteraciones del apetito sexual.



LÓBULO OCCIPITAL

Se encuentra delimitado por el surco parieto-occipital.

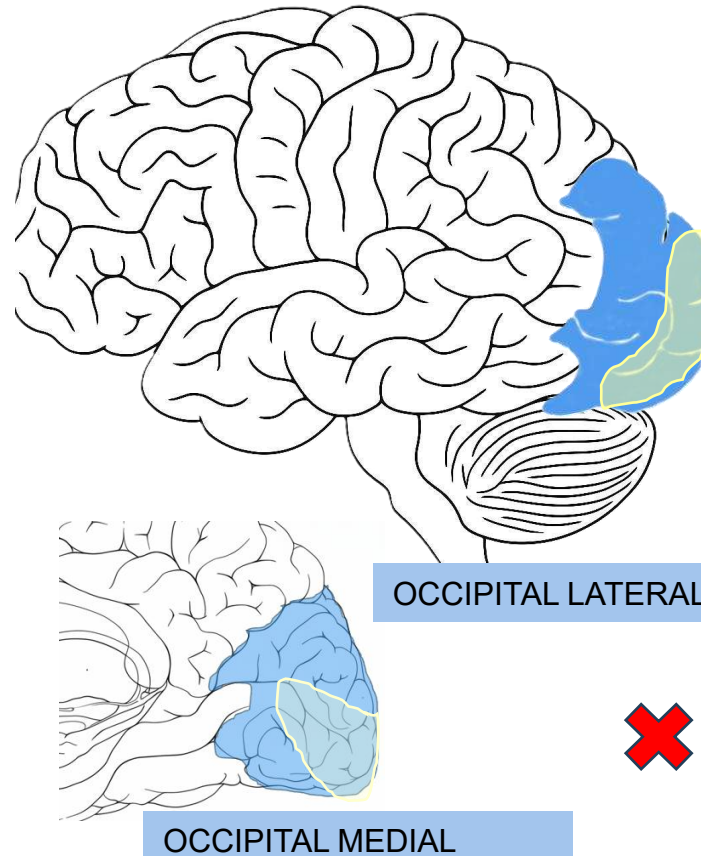
Se encarga de la **visión**.

ÁREA VISUAL ASOCIATIVA



Si se afectan las proyecciones:

- **Lesión parieto-occipital** puede dar lugar un Síndrome de Balint: simultagnosia, ataxia óptica (no acierta a tareas manuales guiadas visualmente) e impersistencia de la mirada (no es capaz de fijar la mirada).
- **Lesión parieto-occipital**: acromatopsia, prosopagnosia y agnosia para los objetos.



CORTEZA VISUAL PRIMARIA

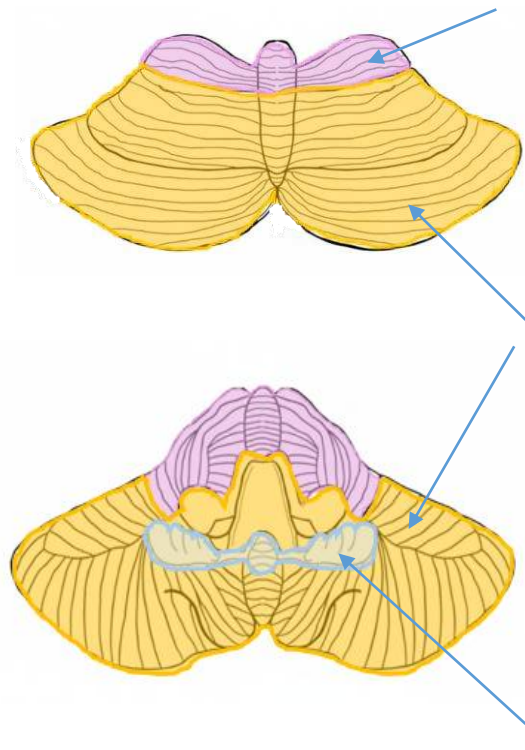
Recoge la información visual y la proyecta a las áreas asociativas:

- Proyecciones temporales: qué estamos viendo.
- Proyecciones parietales: dónde lo estamos viendo.

La afectación cortical condiciona una ceguera cortical **homónima contralateral**.

CEREBELO

Se localiza en la fosa craneal posterior, dorsal al tronco del encéfalo. Sus principales funciones son la **coordinación motora, el equilibrio e interviene en el control del tono muscular.**



LÓBULO ANTERIOR

Por delante de la fisura primaria.

Conecta principalmente con la médula espinal (vías espino-cerebelosas).

Relación con el **control postural y regulación del tono muscular.** También se encarga de esta función la parte medial del lóbulo posterior.



Ataxia de la marcha, hipotonía y trastornos de la postura.

LÓBULO POSTERIOR

Entre la fisura primaria y la postero-lateral.

Establece conexiones con la corteza cerebral, especialmente los hemisferios cerebrales (cortico-ponto-cerebelosas).

Participa en la **planificación, coordinación fina y aprendizaje motor.** También se ha vinculado a funciones **cognitivas y afectivas.**



Dismetría, disdiadococinesia, temblor intencional o alteraciones cognitivas.

LÓBULO FLÓCULO-NODULAR

Delimitado por la fisura postero-lateral.

Conexiones con los núcleos vestibulares y el aparato vestibular.

Función clave en el **equilibrio, reflejos oculomotores y coordinación de movimientos oculares.**



Nistagmo, vértigo y alteración en la coordinación oculomotora

TRONCO DEL ENCÉFALO

MESENCÉFALO

TRACTO ESPINOTALÁMICO

Es la vía sensitiva encargada del tacto grosero, la temperatura y el dolor.

FORMACIÓN RETICULAR

NÚCLEO ROJO

Coordinación motora

SUSTANCIA NEGRA

Regula el movimiento e interviene en la recompensa y el aprendizaje

TRACTO PIRAMIDAL

Es la vía motora. De medial a lateral las fibras motoras se distribuyen en fibras frontopontinas, corticoespinales, corticonucleares, temporopontinas y parietopontinas

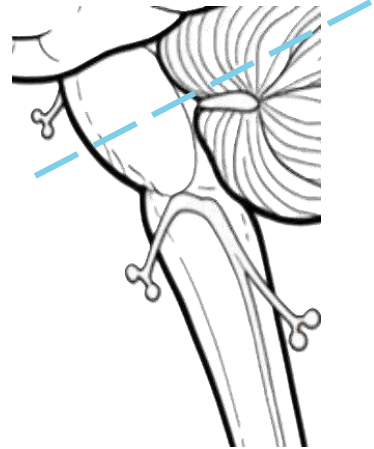
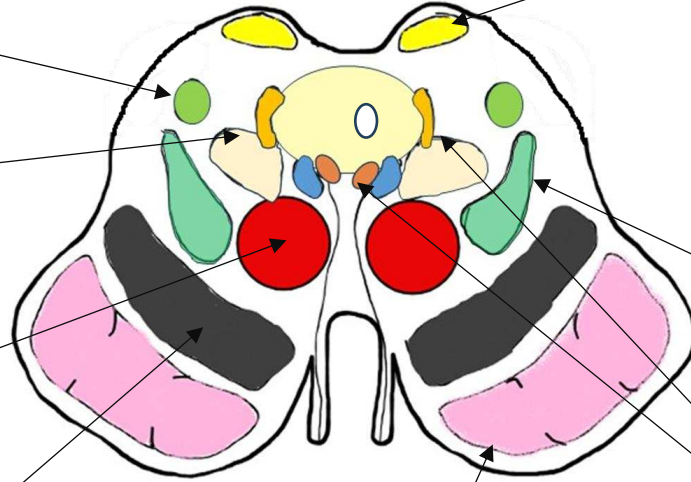
COLÍCULOS SUPERIORES

Centros visuales para reflejos y movimientos oculares.
Los inferiores son centros auditivos

LEMNISCO MEDIAL

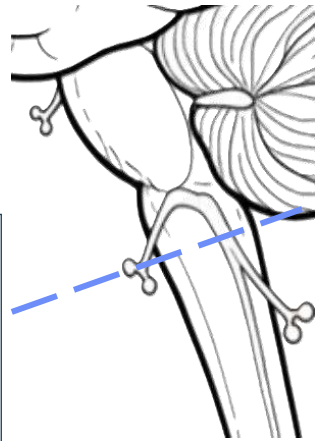
Es la vía sensitiva encargada del tacto fino, la vibración y la propiocepción.

NÚCLEOS DE LOS III, IV Y V PARES CRANEALES



TRONCO DEL ENCÉFALO

PROTUBERANCIA



PEDÚNCULOS CEREBELOSOS

FORMACIÓN RETICULAR

Se encarga del control de la vigilia, el tono muscular y reflejos básicos

NÚCLEOS PONTINOS Y FIBRAS PONTINAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSAS

Coordinación motora

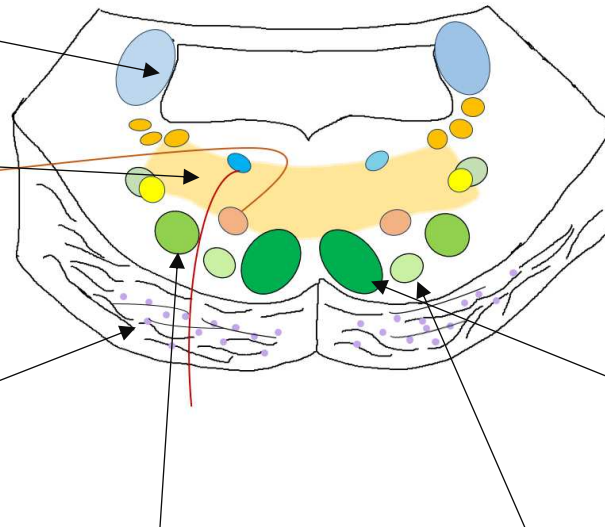
TRACTO ESPINOTALÁMICO

TRACTO ESPINAL DEL NERVIO TRIGÉMINO

NÚCLEOS DE LOS PARES CRANEALES

- Núcleos vestibulares (VIII)
- Núcleo espinal del trigémino (V)
- Núcleo del nervio abducens (VI)
- Núcleo motor del nervio facial

LEMNISCO MEDIAL



TRONCO DEL ENCÉFALO

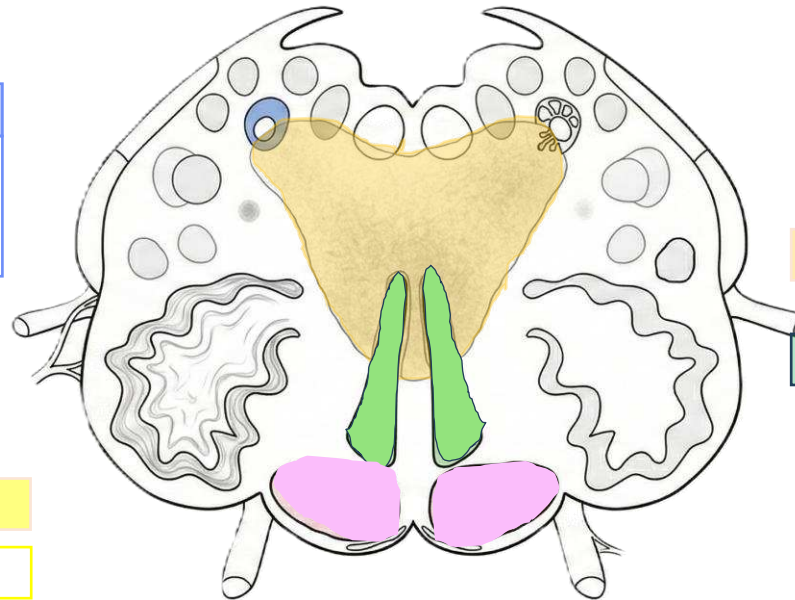
BULBO (CORTE MEDIO)

NÚCLEOS AMBIGUO Y SOLITARIO

Centros autónomos: regulación
cardiovascular y respiratoria

OLIVAS INFERIORES

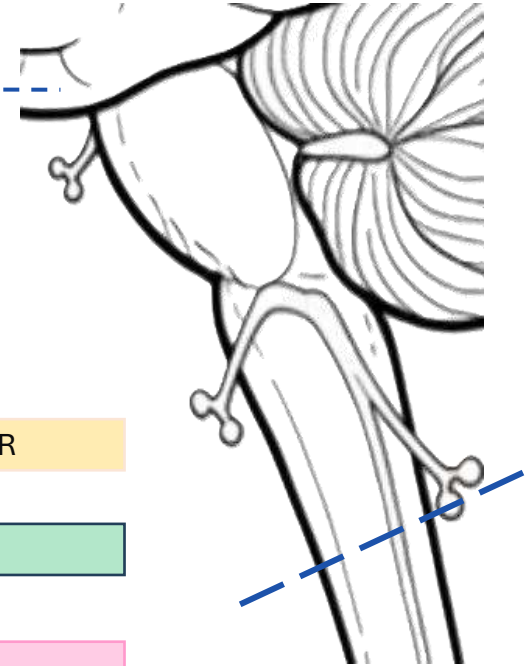
Control del movimiento



FORMACIÓN RETICULAR

LEMNISCO MEDIAL

TRACTO PIRAMIDAL

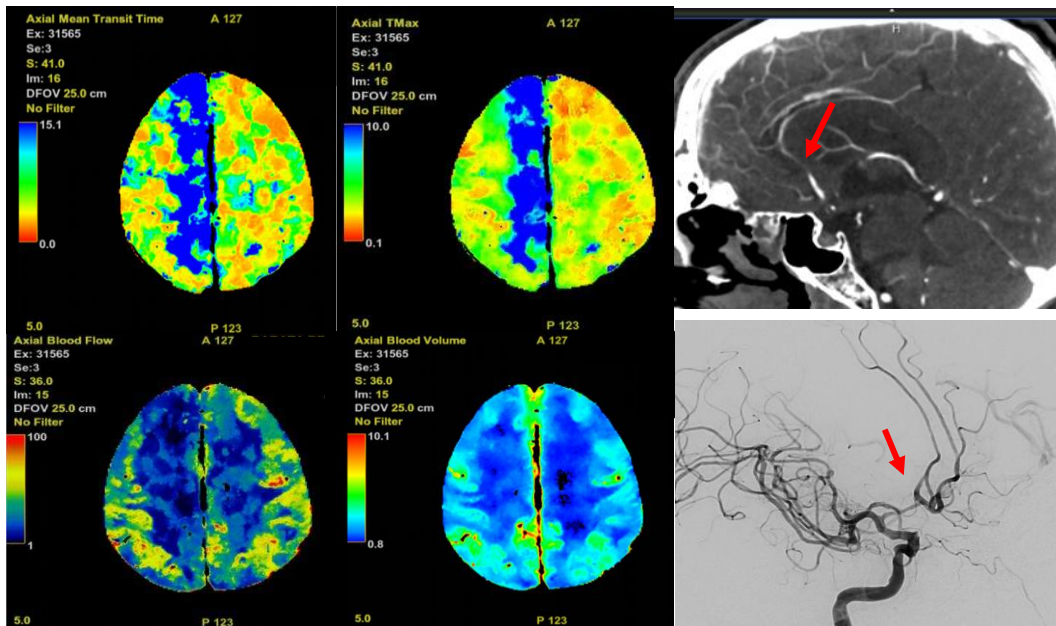


3. CASOS REPRESENTATIVOS

CASO 1: Varón de 59 años, hipertenso (HTA), dislipémico (DLP) y con diabetes mellitus (DM) tipo II. Se encuentra bradipsíquico, con aplanamiento afectivo y con paresia severa de la pierna izquierda (1-2/5). NIHSS 5.

- Bradipsiquia y aplanamiento afectivo
- Paresia del miembro inferior

- LESIÓN DEL CÓRTEX PREFRONTAL (aplanamiento afectivo y bradipsiquia)
- LESIÓN DEL CÓRTEX MOTOR PRIMARIO MEDIAL (paresia de la pierna) y ÁREA MOTORA SUPLEMENTARIA



Ictus isquémico agudo por trombo en el segmento P2 de la ACA derecha.

- TC cerebral basal **sin signos de isquemia aguda córtico-subcortical.**
- En el estudio de perfusión (A) se observa un aumento del tiempo de tránsito medio (TTM) y tiempo máximo (T_{máx}), en la región frontoparietal parasagital derecha, en el territorio irrigado por la arteria cerebral anterior, con un **mismatch del 100%** (disminución del flujo, pero sin compromiso del volumen), hallazgos compatibles con hipoperfusión.
- El angioTC (B) de troncos supraaórticos muestra un defecto de repleción en el **segmento P2 de la ACA derecha**, confirmado durante la angiografía cerebral previa a la trombectomía mecánica (C).

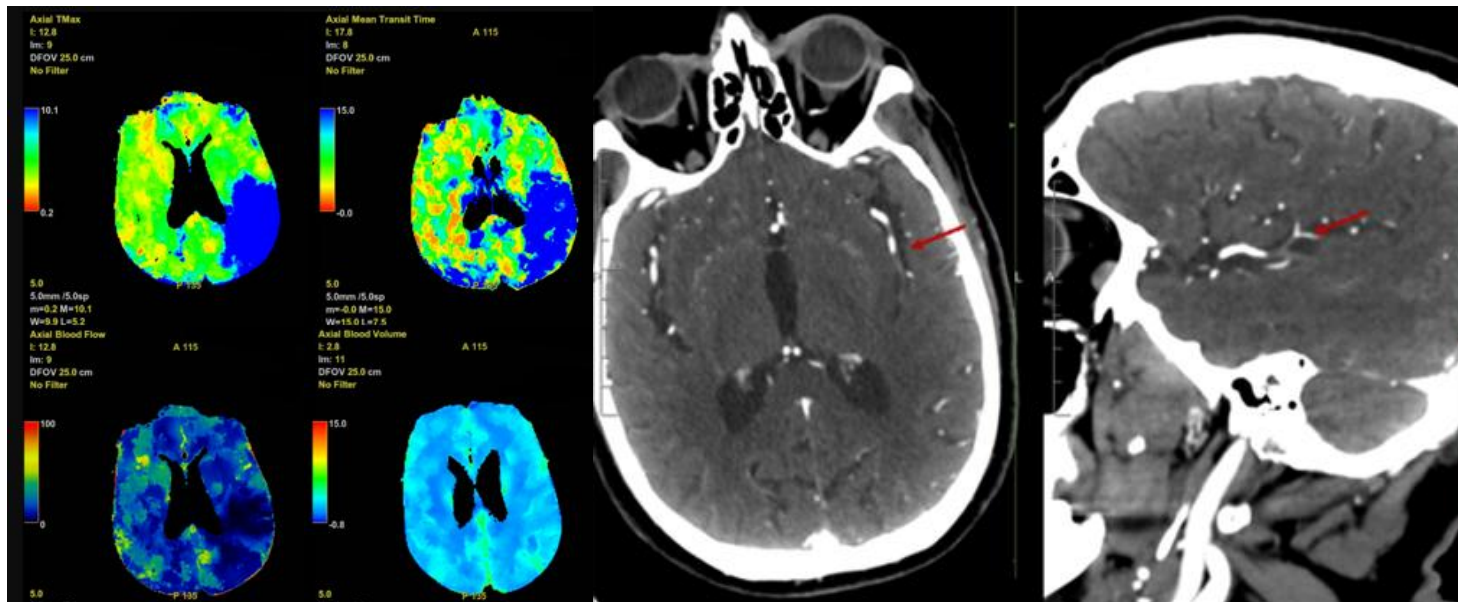
CASO 2: Varón de 82 años DLP con dificultad para la emisión del lenguaje de forma brusca (afasia), de probable perfil sensitivo, y debilidad en ambas extremidades derechas.

- Afasia sensitiva

- Paresia de ambas extremidades

LESIÓN TEMPORAL SUPERIOR EN EL HEMISFERIO DOMINANTE (WERNICKE)

LESIÓN VÍA PIRAMIDAL FIBRAS MOTORAS EN EL CENTRO SEMIOVAL O EN EL BRAZO POSTERIOR DE LA CÁPSULA INTERNA



Ictus isquémico agudo en la subdivisión posterior de la ACM izquierda.

En el estudio de perfusión (A) se observa una extensa área de penumbra temporo-parietal izquierdo con un mismatch del 100 %, objetivándose en el angioTC un defecto de repleción, compatible con trombosis, en la subdivisión posterior de la arteria cerebral media izquierda (B).

CASO 3: Mujer de 69 años sin AP de interés. Acude por cefalea, desorientación y un vómito. A la exploración física presenta desviación extrema de la mirada hacia la derecha, facial derecho, lenguaje sin alteraciones, heminegligencia izquierda con extinción sensitiva izquierda y hemianopsia homónima izquierda.

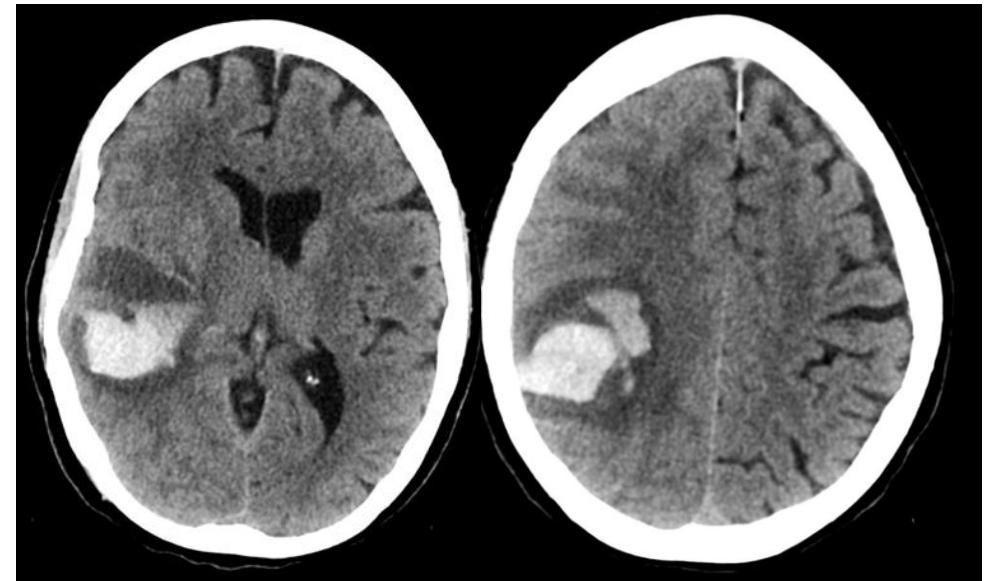
- Desviación de la mirada hacia la derecha
- Heminegligencia izquierda
- Extinción sensitiva izquierda
- Prosopagnosia
- Hemianopsia homónima izquierda

LESIÓN EN EL CENTRO DE LA MIRADA CONJUGADA DERECHO

LÓBULO PARIETAL DERECHO (Corteza somatosensorial y giro parietal inferior)

LÓBULO OCCIPITAL DERECHO

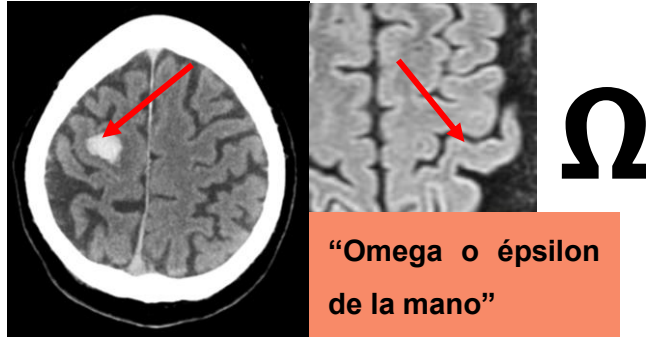
Hemorragia aguda intraparenquimatosa: TC cerebral con cortes axiales del encéfalo sin administración de contraste (A y B) donde se identifica un voluminoso hematoma intraparenquimatoso fronto-parietal derecho, que afecta al área del centro de la mirada conjugada, a la corteza somatosensorial supero-lateral (predominio tronco – brazo – cara) y radiaciones ópticas parieto-occipitales.



CASO 4: Varón de 80 años hipertenso. Comienza con paresia brusca de la mano izquierda y cefalea.

- Paresia de mano

GIRO PRECENTRAL EN LA “OMEGA” DE LA MANO

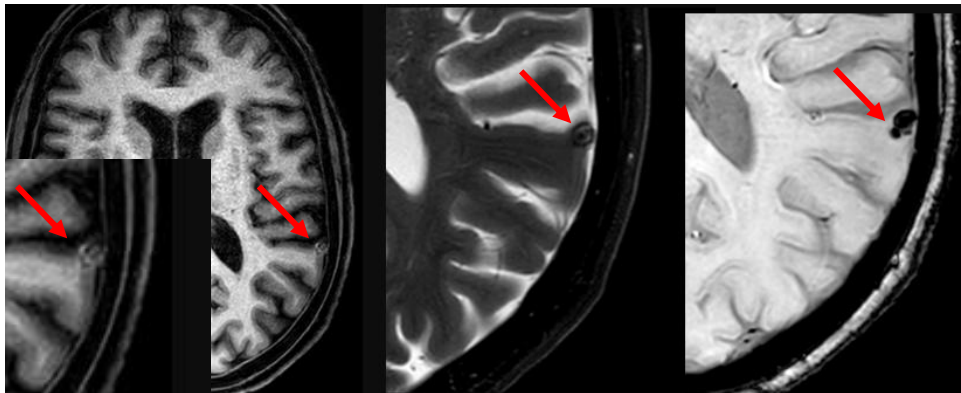


Pequeño hematoma agudo intraparenquimatoso de unos 20 x 12 mm en el giro precentral derecho, en la localización de la “omega” de la mano.

CASO 5: Mujer de 69 años con cuadro de afasia sensitiva por crisis epiléptica de unos 30 minutos de duración.

- Afasia sensitiva

LESIÓN TEMPORAL SUPERIOR HEMISFERIO DOMINANTE (WERNICKE)



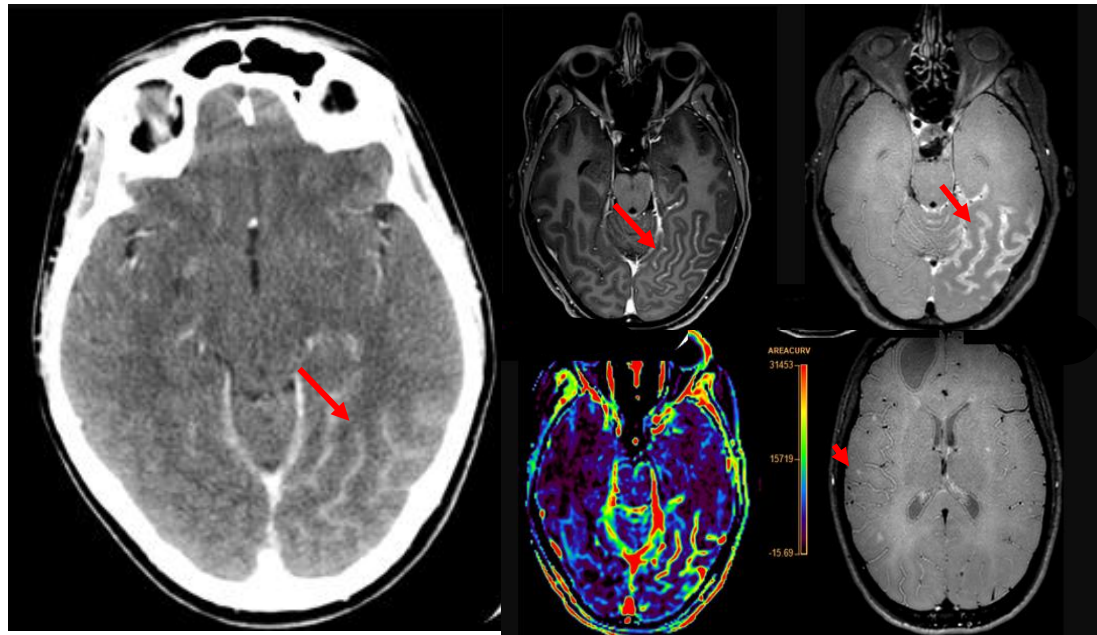
Cavernoma temporal: Lesión nodular intra-axial en la corteza del giro temporal superior izquierdo, de unos 6 mm, heterogénea en T1 con un ribete de hiperseñal (A) y heterogénea en T2 con un centro y un halo hipointensos y una capa intermedia de hiperseñal (B), que muestra una caída de señal (artefacto blooming) en la secuencia de susceptibilidad magnética (C).

CASO 6: Mujer de 33 años con carcinoma de mama triple negativo y metástasis óseas conocidas. Cefalea holocraneal opresiva de un mes de evolución. Acude a urgencias por confusión, vómitos y náuseas, extinción visual derecha (se choca con las puertas por el lado derecho porque no las veía bien), afasia de predominio sensitivo.

- Afasia de predominio sensitivo
- Extinción visual derecha

TEMPORAL SUPERIOR HEMISFERIO DOMINANTE (WERNICKE)

LESIÓN OCCIPITAL IZQUIERDO



Carcinomatosis leptomenínea:

- TC con contraste (A) con realce leptomeníneo predominantemente parieto-occipital izquierdo.
- Resonancia magnética (RM) cerebral: Reconstrucciones axiales de las secuencias potenciadas en T1 con supresión grasa y sangre negra (B, C, E) tras la administración de gadolinio, y arterial spin labelling (ASL) sin (D). Realce leptomeníneo en las secuencias referidas (B y C) con aumento de la perfusión en la localización descrita (B), hallazgos compatibles con **carcinomatosis leptomenínea**. En la secuencia sangre negra (E) se observan pequeños focos intraparenquimatosos de captación de contraste compatibles con **metástasis cerebrales**.

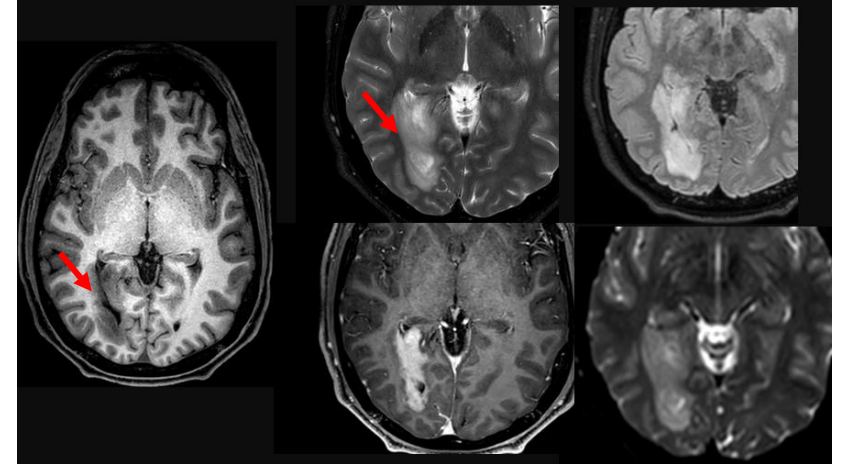
CASO 7: Varón de 29 años con cefalea de semanas de duración y hemianopsia homónima izquierda hace 24 horas.

- Hemianopsia homónima izquierda

LESIÓN OCCIPITAL DERECHA

Linfoma cerebral con compromiso de las radiaciones ópticas:

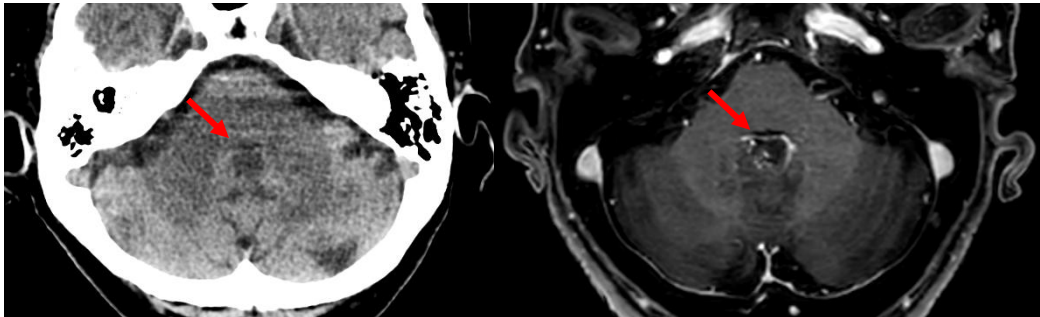
En la RM cerebral se identifica una lesión en la sustancia blanca periventricular de la región periatral y asta occipital del ventrículo lateral derecho que se comporta con una baja intensidad de señal en la secuencia T1 (A), hiperintensidad de señal en T2/FLAIR (B y C), realza de forma homogénea tras la administración de contraste (D) y presenta algunas áreas de restricción en la secuencia de difusión (E).



CASO 8. Mujer de 64 años que presenta desde hace varios días ataxia de la marcha e inestabilidad, sin otra sintomatología asociada

- Ataxia de la marcha e inestabilidad

LÓBULO ANTERIOR DEL CEREBELO



Lesión cerebelosa en vermis:

En el TC cerebral sin contraste (A) se observa una lesión hipodensa en el vermis cerebeloso que oblitera casi por completo el IV ventrículo.

En la secuencia de RM potenciada en T1 tras la administración de contraste se observa un realce periférico de la lesión.