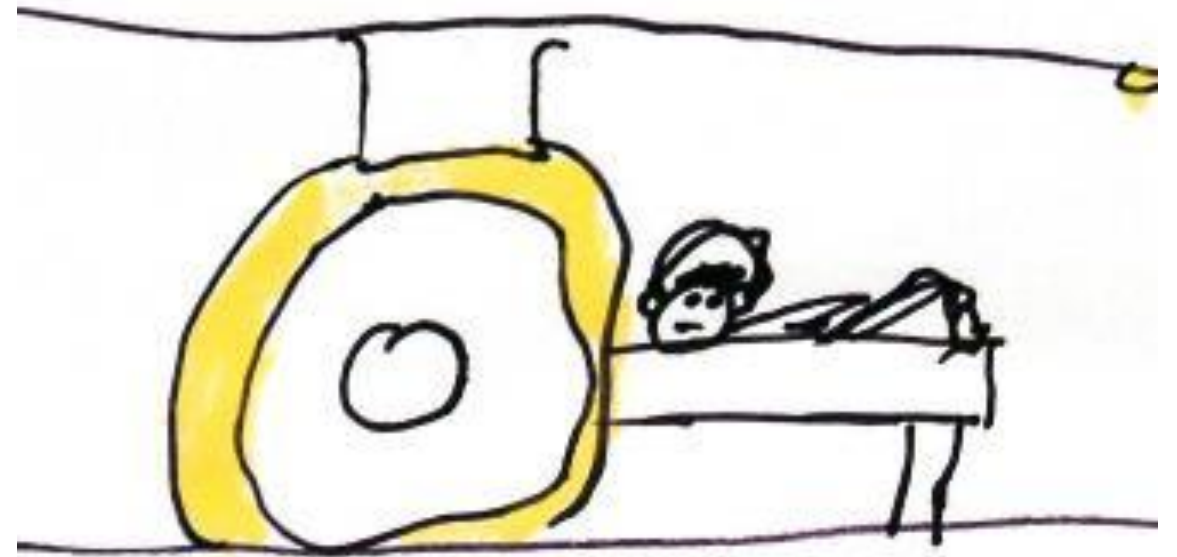


Conceptos básicos en Neuroimagen

Dra. Inés Solís Muñiz



OBJETIVOS

- Técnicas de imagen en Neurorradiología pediátrica
 - Ventajas e inconvenientes
 - Indicaciones
- Resonancia magnética
 - Semiología básica en RM
 - Técnicas avanzadas en RM





Radiografía simple



W. Röntgen, 1895



Radiografía simple



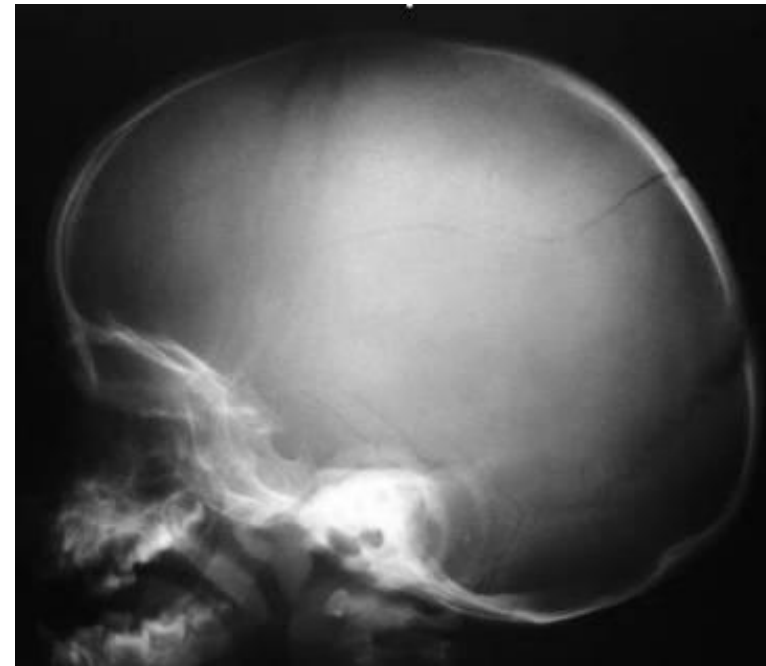
W. Röntgen, 1901



- **Rápida, disponible, barata, irradia**
- **Poco útil, poco utilizada**

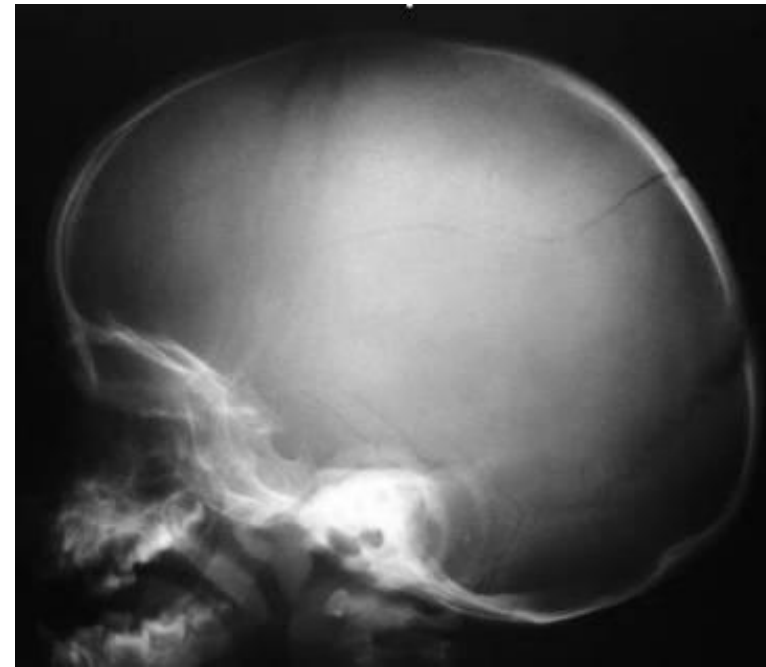
Radiografía simple

- ~~Fractura craneal~~



Radiografía simple

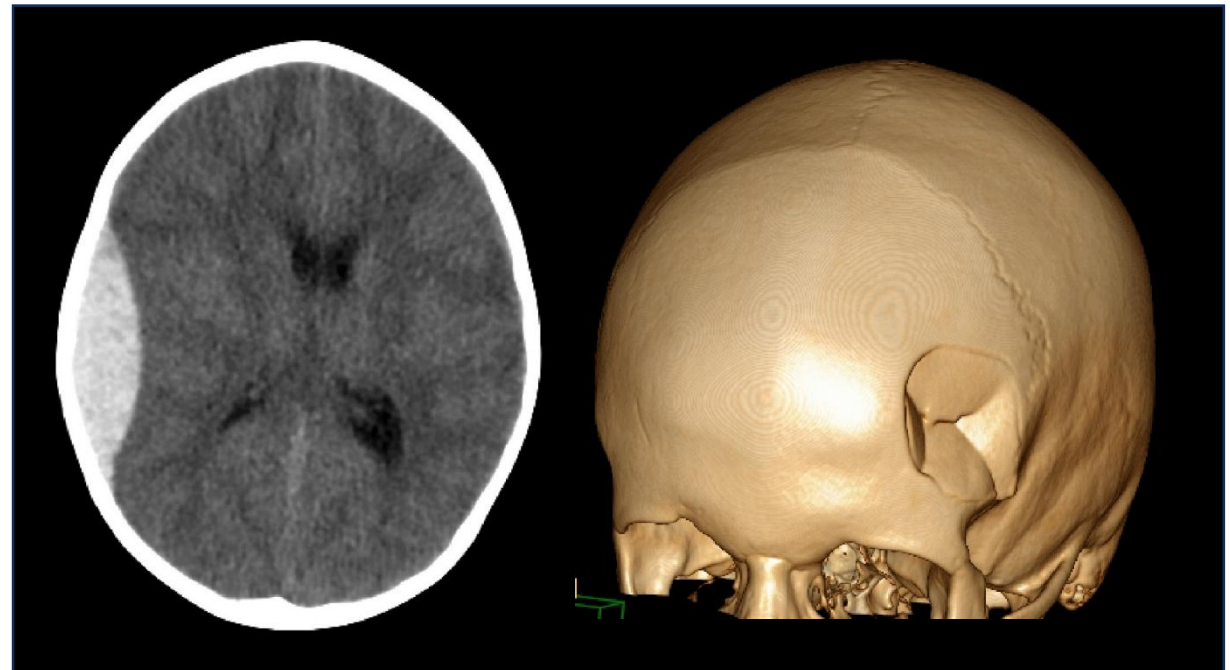
- ~~Fractura craneal~~



seram Recomendaciones de “no hacer”
Sociedad Española de Radiología Médica

NO
hacer

**Radiografía simple en el
traumatismo cráneo-encefálico,
excepto en sospecha de causa no
accidental.**



Radiografía simple

- ~~Fractura craneal~~

seram
Sociedad Española de Radiología Médica

Recomendaciones de “no hacer”

NO
hacer

Radiografía simple en el traumatismo cráneo-encefálico, excepto en sospecha de causa no accidental.

No hacer

Estudios de imagen de forma rutinaria en niños con sinusitis aguda bacteriana no complicada



No hacer

Estudios de neuroimagen en pacientes pediátricos con cefalea primaria



No hacer

Radiografía lateral de cráneo de forma sistemática en niños con síndrome de apnea-hipopnea del sueño (SHAS)

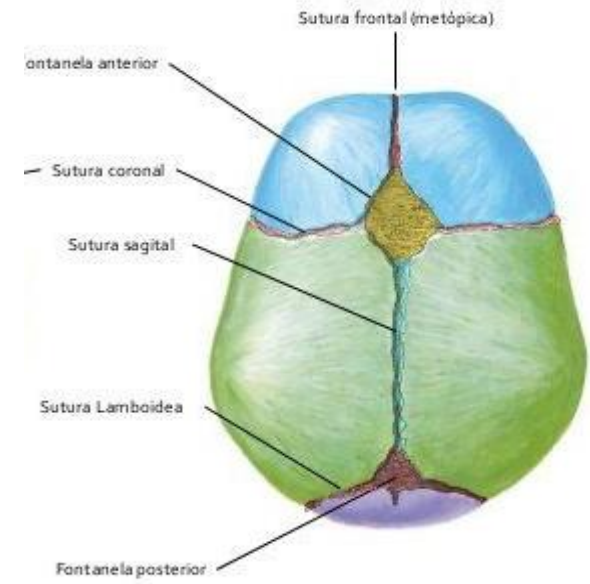
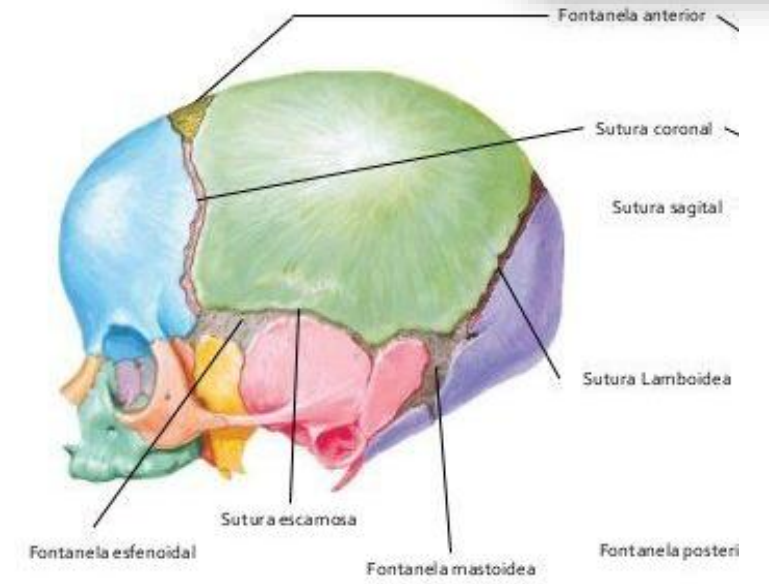
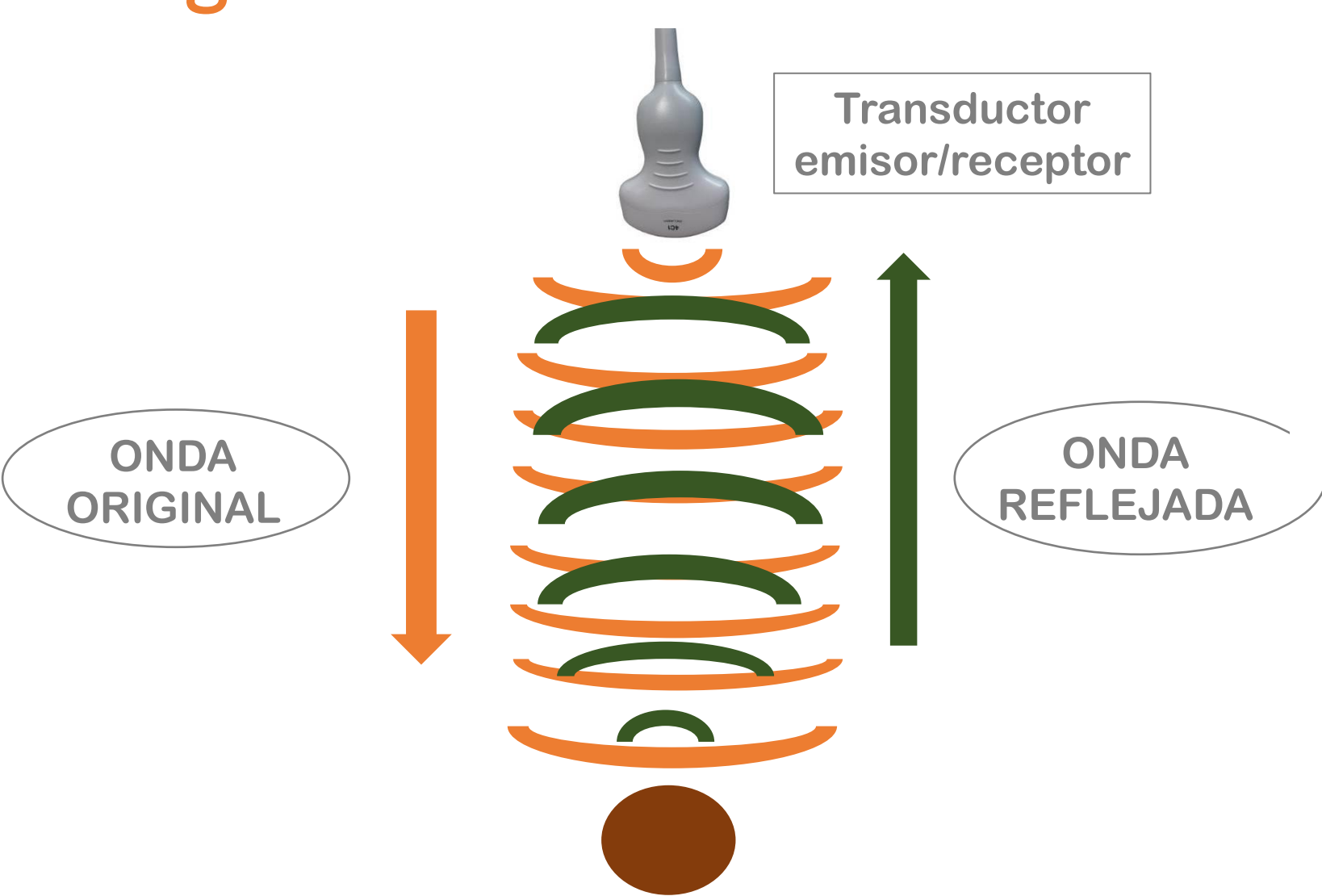


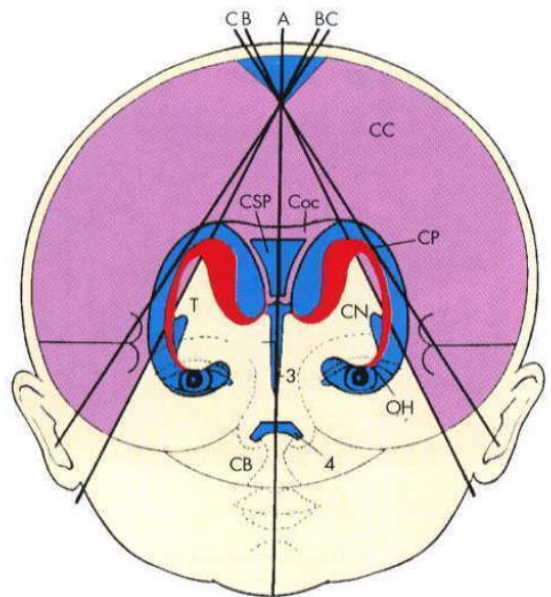
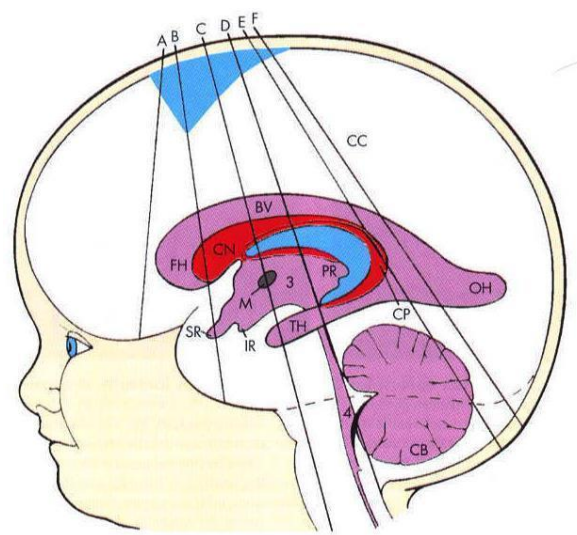
Radiografía simple

- ~~Fractura craneal~~
- Estudio de lesión ósea
- Valoración de trayecto de catéter de válvula de derivación



Ecografía





Ecografía

VENTAJAS

- Rápida, disponible, barata, no irradia
- Exploración tiempo real
- Exploración en la cama del paciente

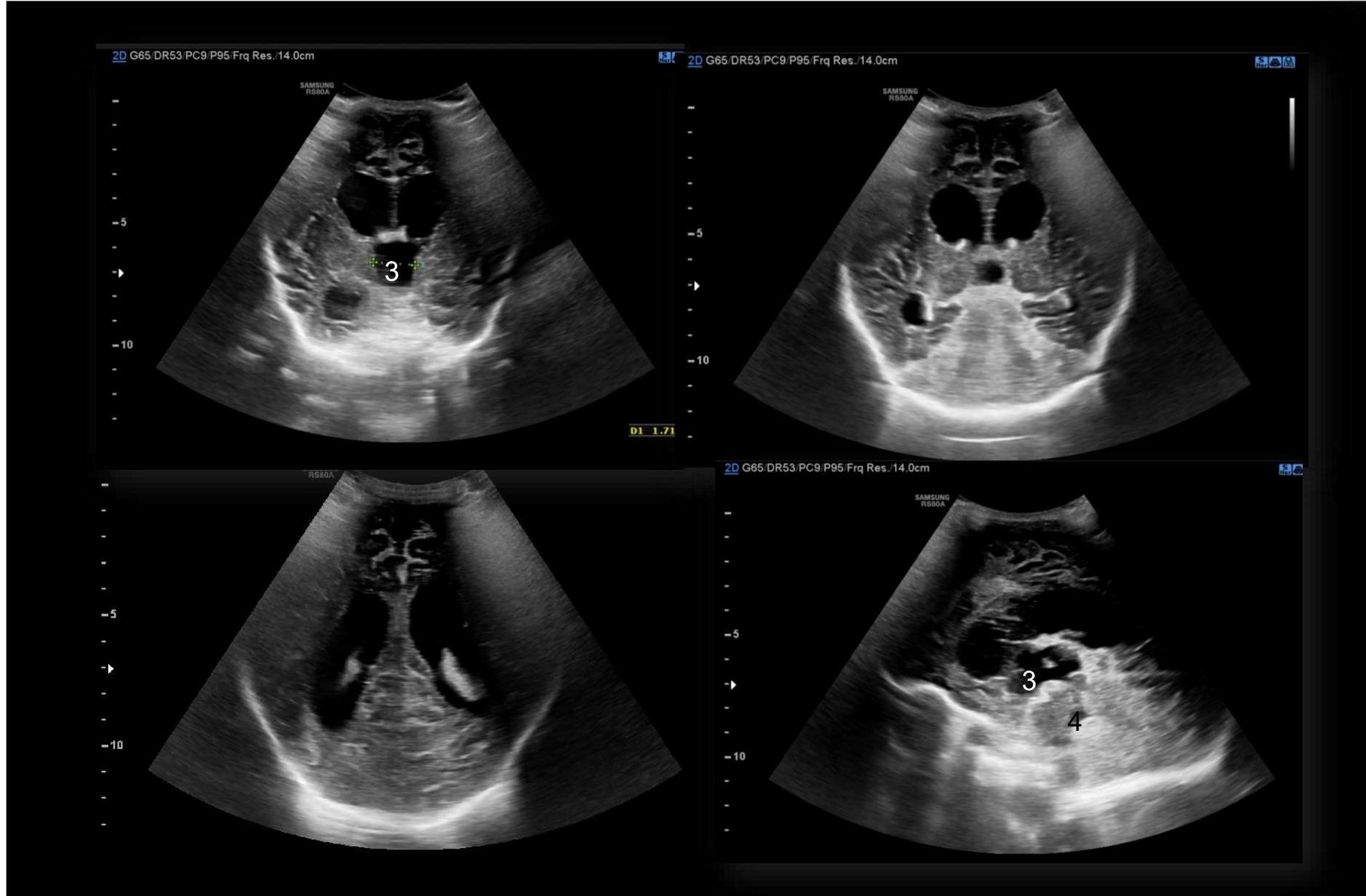
INCONVENIENTES

- Fontanela cerrada
- Pelo
- Lesiones periféricas

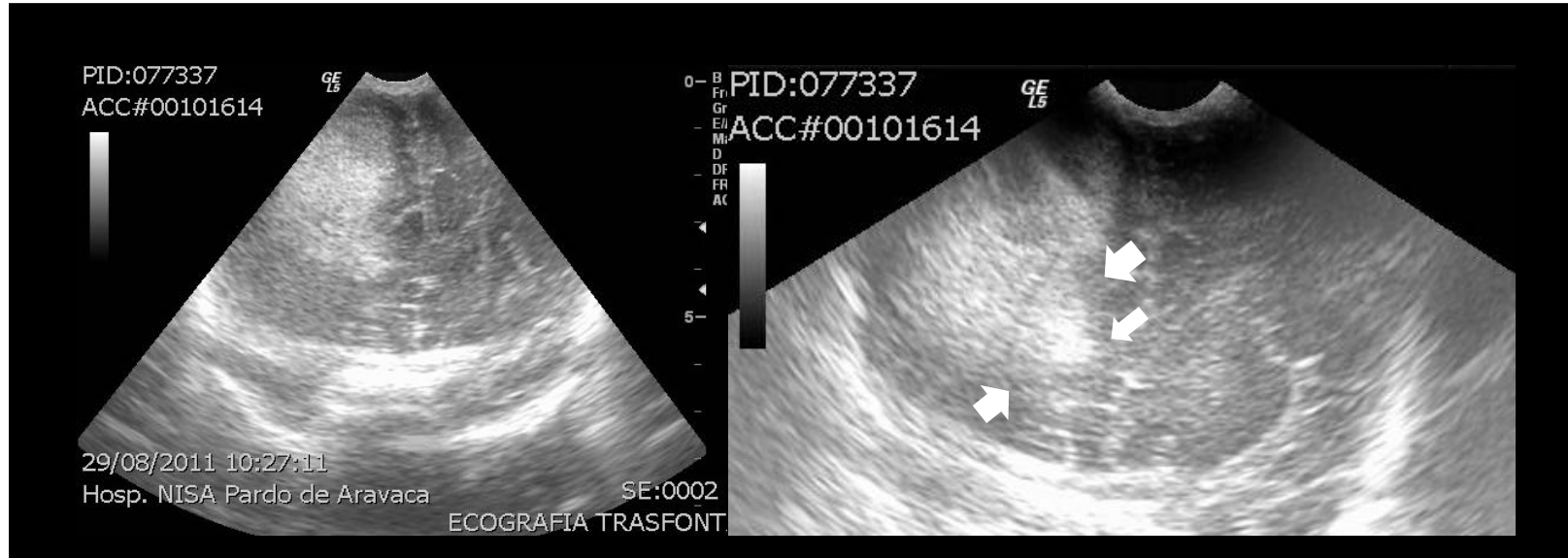
Indicaciones

- Hidrocefalia
- Hemorragia
- Lesiones isquémicas
- Anomalías congénitas

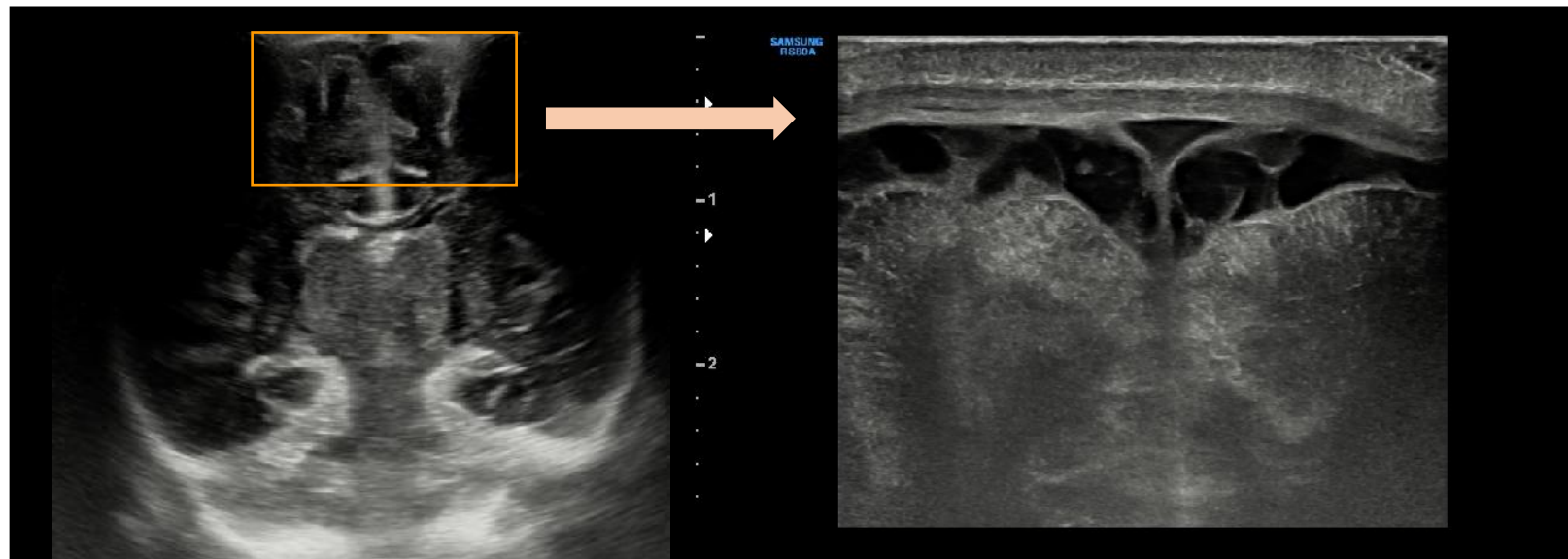
HIDROCEFALIA SUPRATENTORIAL



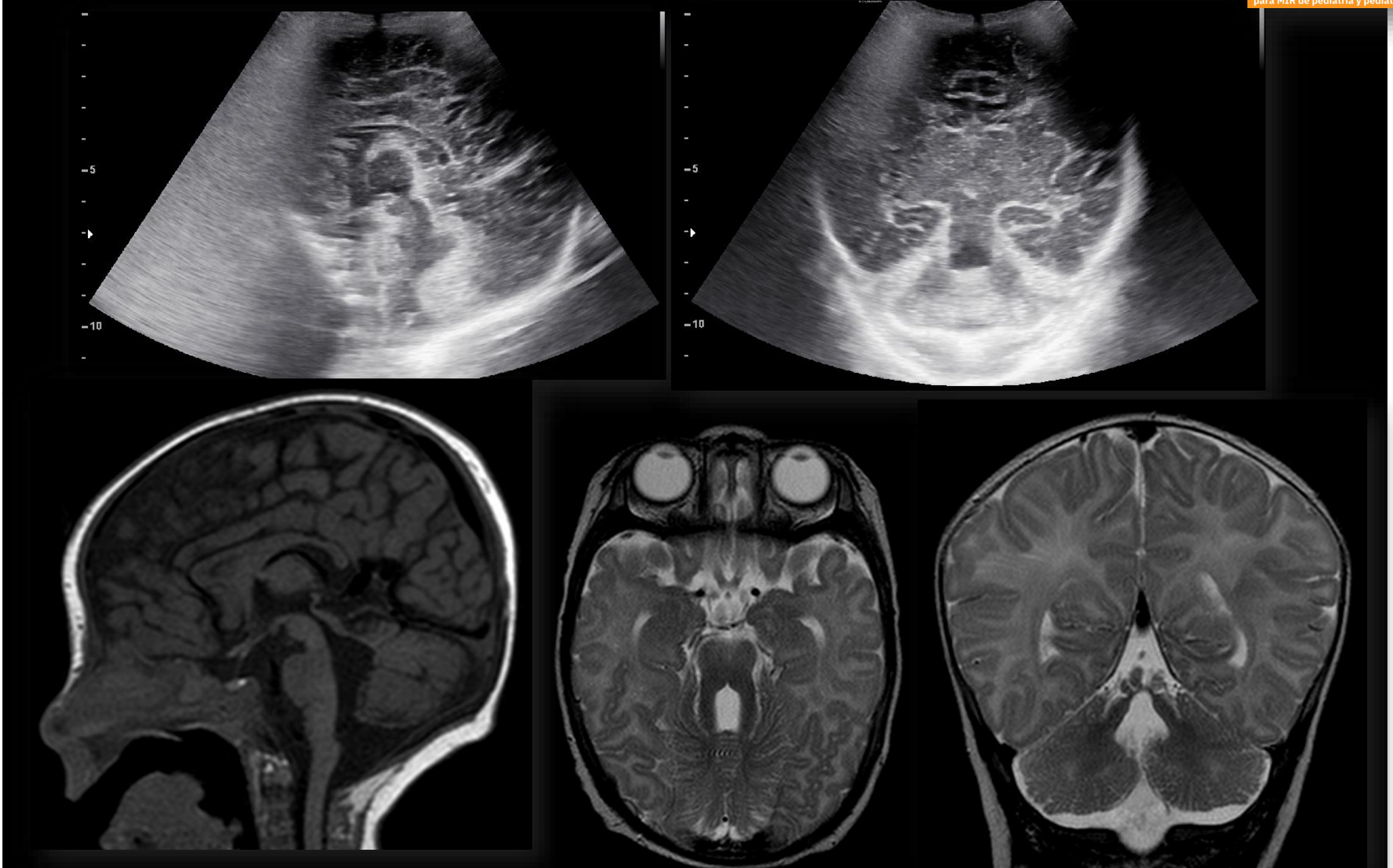
HEMORRAGIA



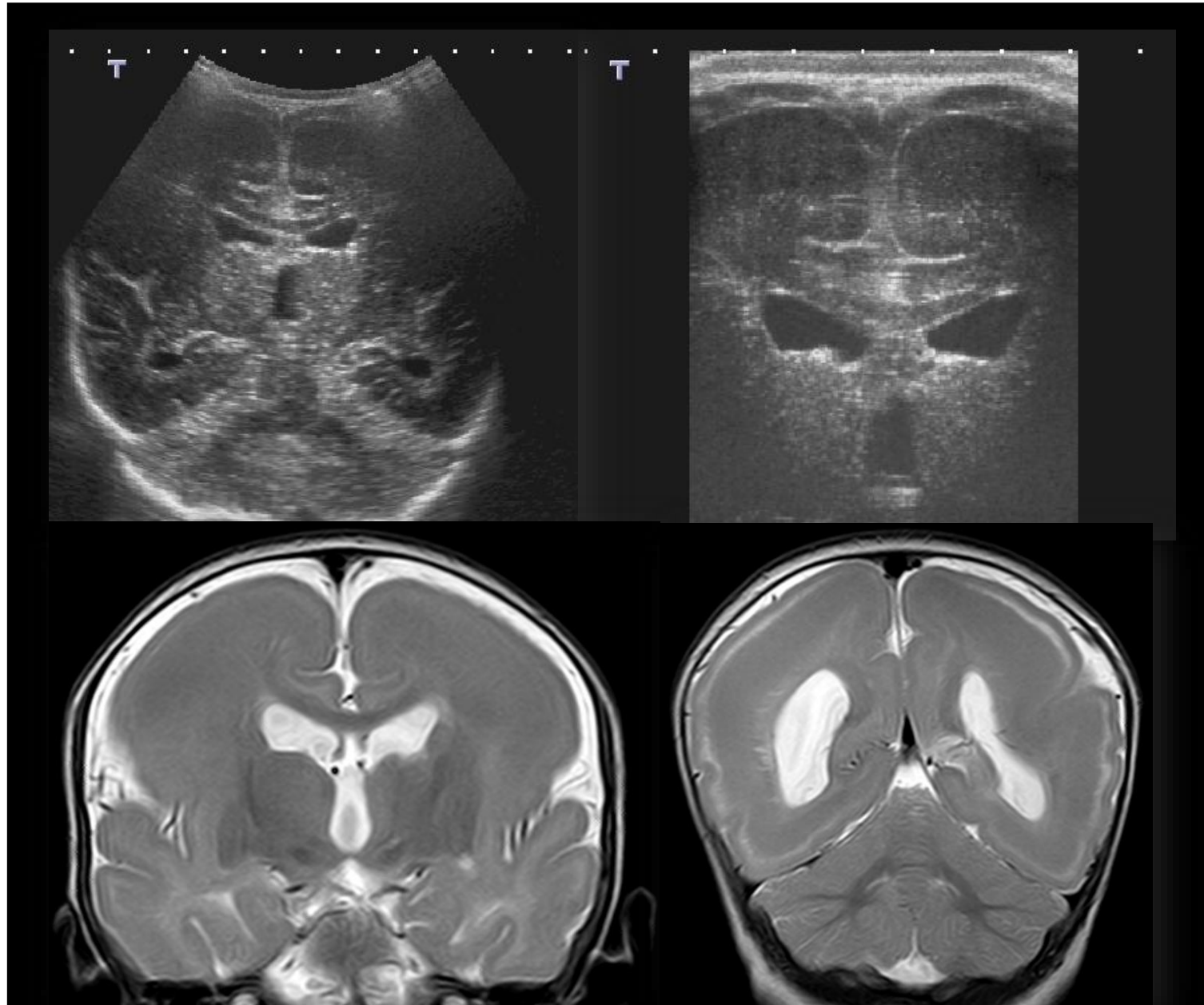
MENINGITIS



SÍNDROME DE JOUBERT



LISENCEFALIA



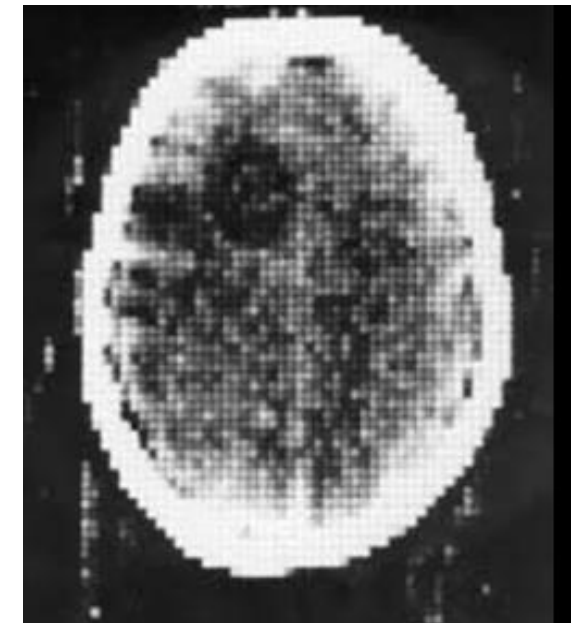
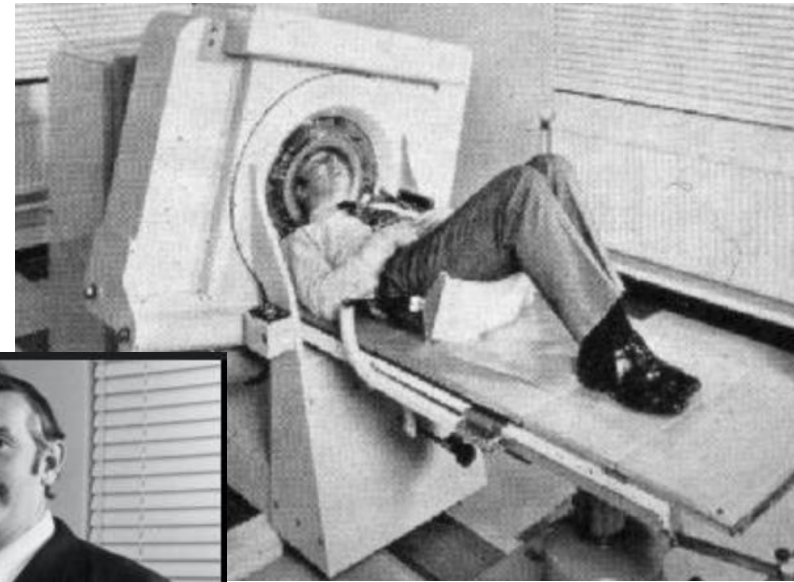
TAC: Tomografía Axial Computerizada



EMI

Electric and Musical
Industries

G. Hounsfield, 1967



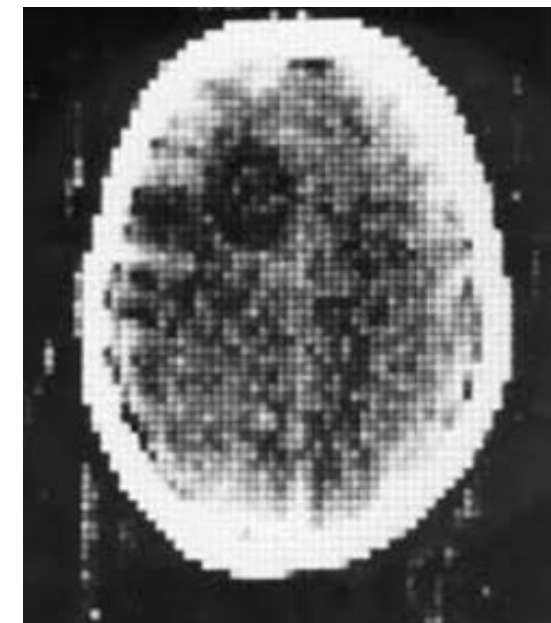
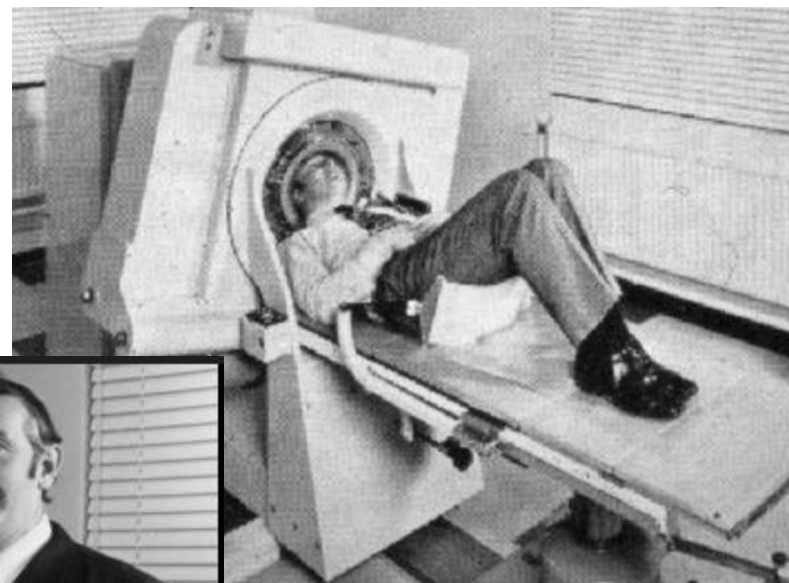
TAC: Tomografía Axial Computerizada



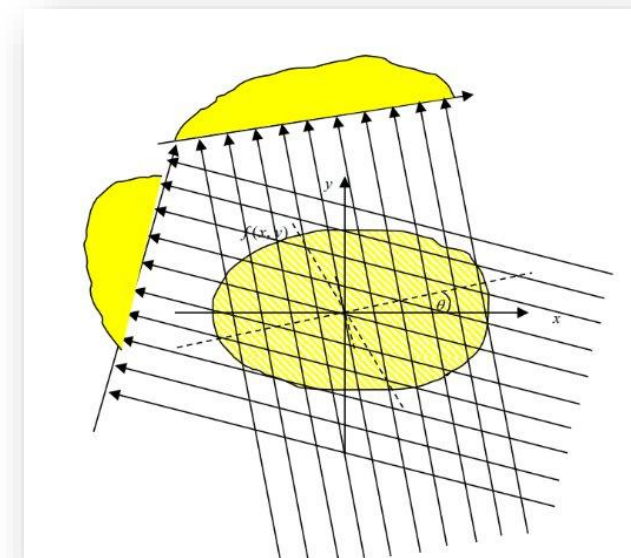
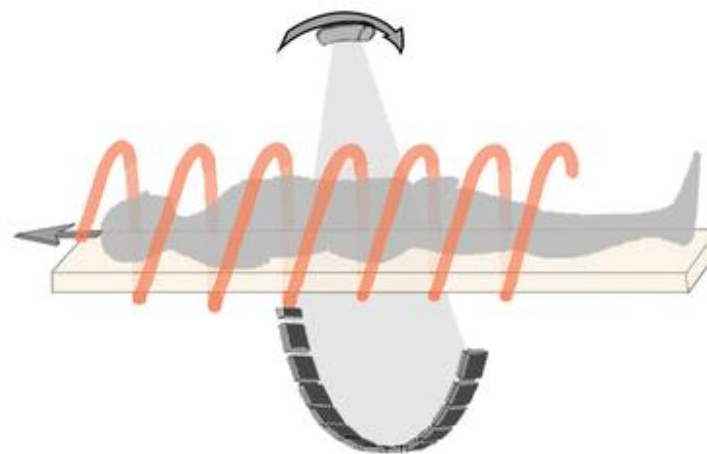
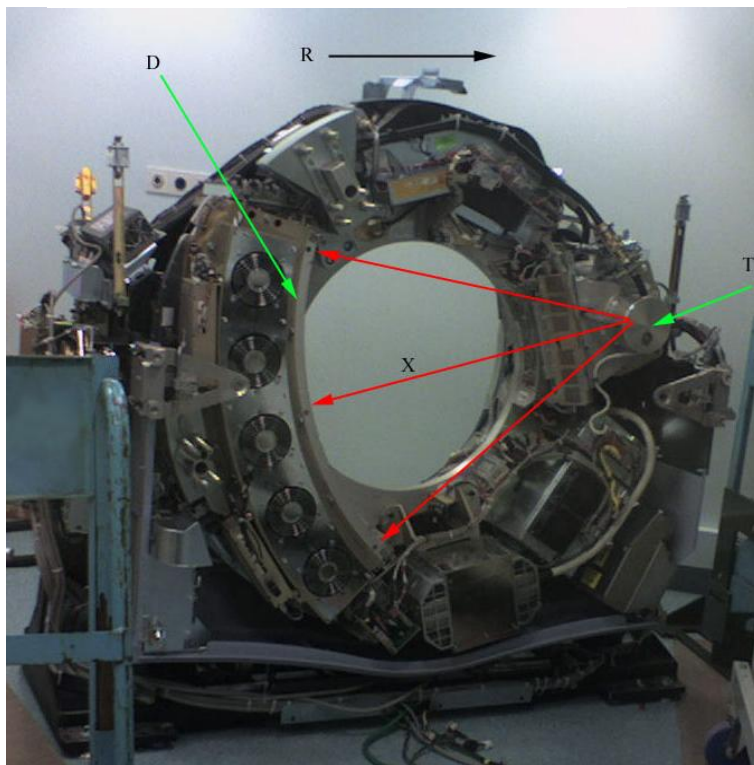
EMI

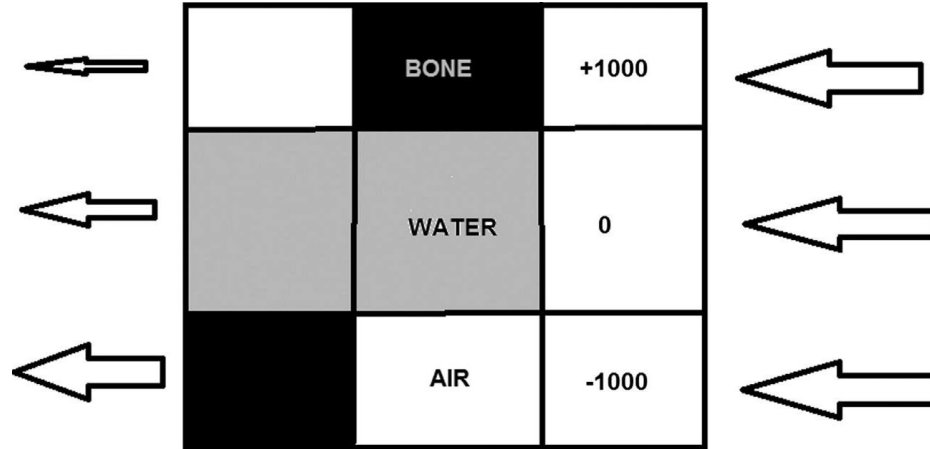
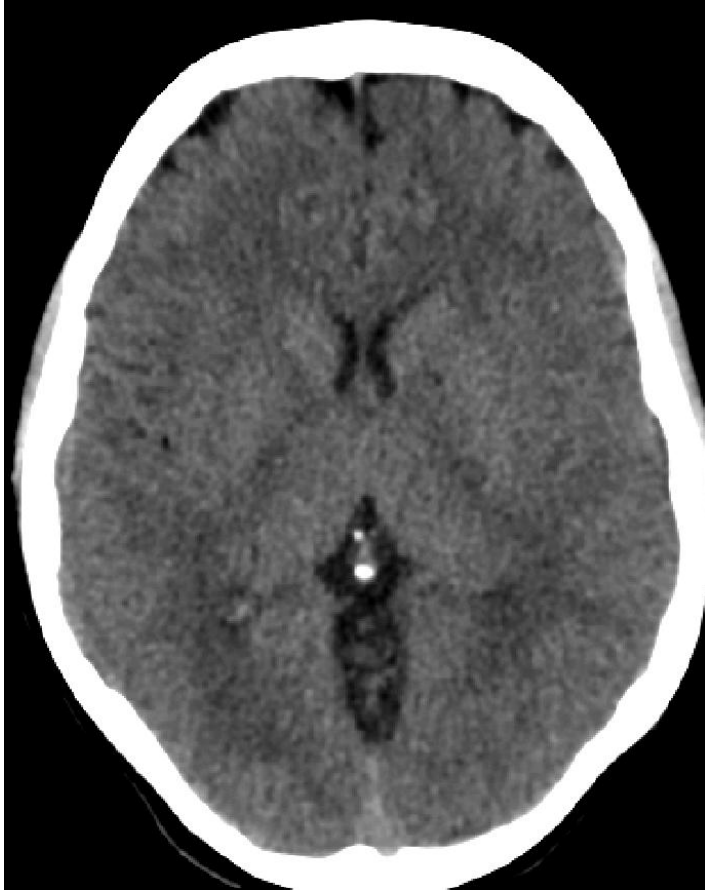
Electric and Musical
Industries

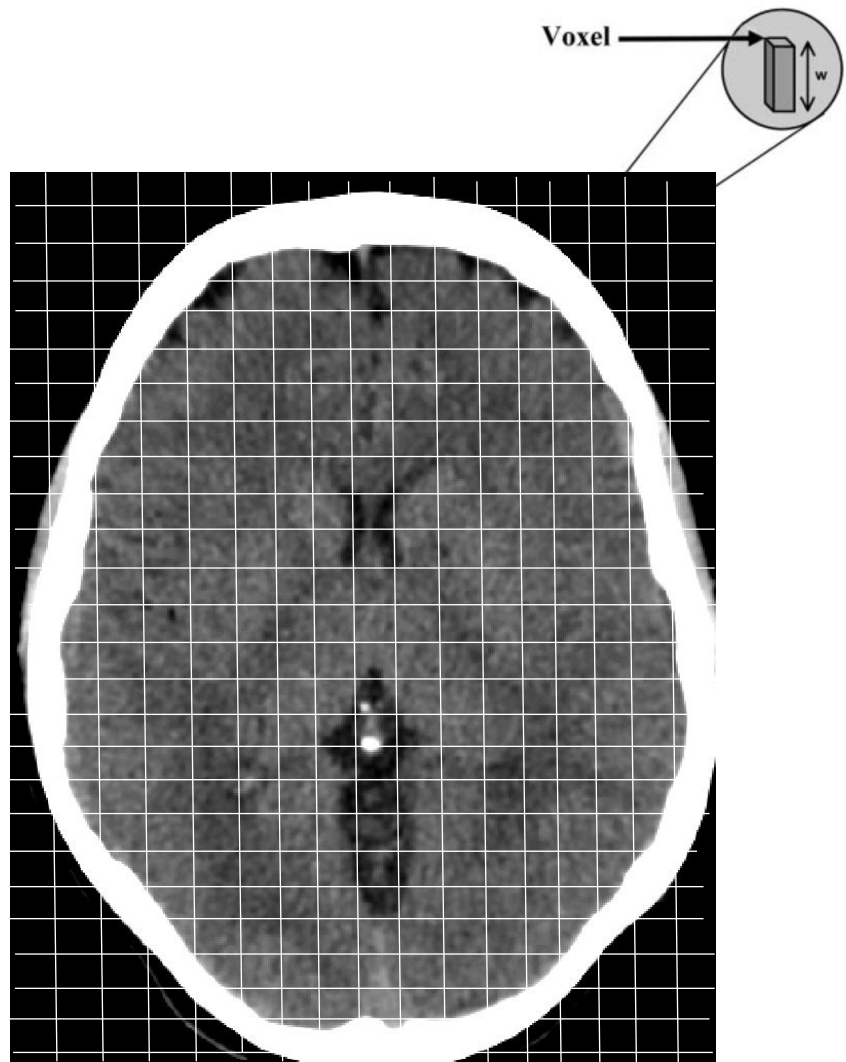
*A. Cormack
G. Hounsfield, 1979*

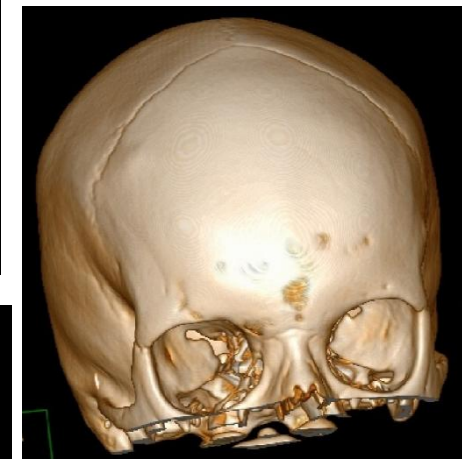
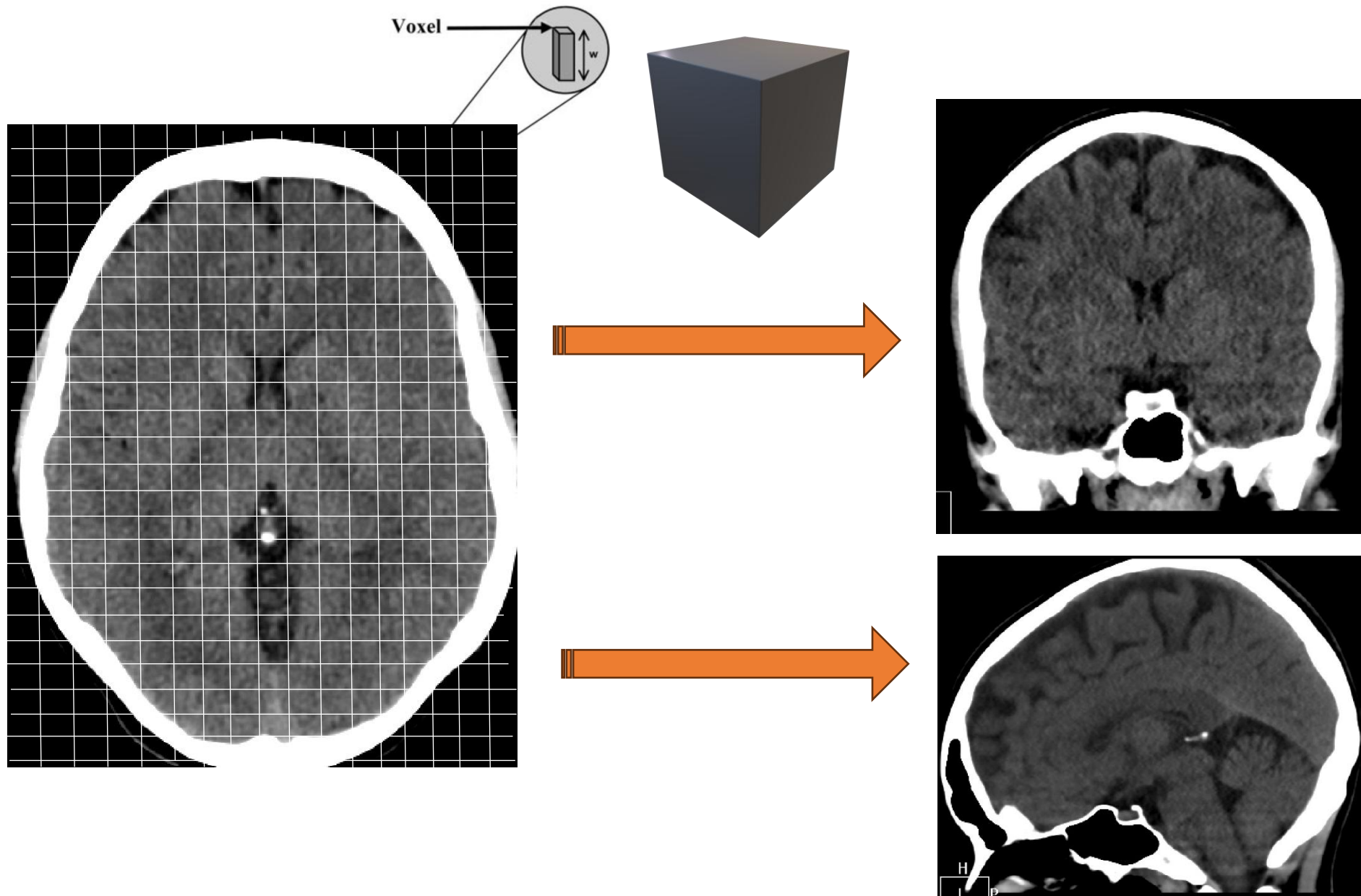


TAC: Tomografía Axial Computerizada











Criterio A.L.A.R.A

- Justificación clínica de las pruebas
- Si es posible, utilizar pruebas alternativas que no utilicen radiación ionizante





Radiación: mayor susceptibilidad en la edad pediátrica

Tabla 4. Dosis efectivas típicas para pruebas de imagen diagnóstica y su equivalencia en número de radiografías de tórax y en tiempo de exposición a radiación natural de fondo^a

Prueba diagnóstica	Número equivalente de radiografías torácicas	Periodo equivalente de exposición a radiación natural de fondo ^b	Dosis efectiva típica (mSv)
Radiografía tórax (una sola toma PA)			
Adulto	1	3 días	0.02 ^c
Paciente pediátrico de 5 años	1	3 días	0.02 ^c
TC craneal			
Adulto	100	10 meses	2 ^c
Recién nacido ^e	200	2,5 años	6
Paciente pediátrico de 1 año	185	1,5 años	3.7
Paciente pediátrico de 5 años	100	10 meses	2 ^d
Paciente pediátrico de 10 años	110	11 meses	2.2
Angiografía con TC craneal pediátrica ^f	250	2 años	5

- Organismos en desarrollo
- A menor tamaño de un órgano, mayor la dosis absorbida
- Mayor esperanza de vida

World Health Organization. (2016). Communicating radiation risks in paediatric imaging: information to support health care discussions about benefit and risk. World Health Organization.

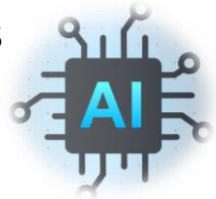


Radiación: mayor susceptibilidad en la edad pediátrica

Tabla 4. Dosis efectivas típicas para pruebas de imagen diagnóstica y su equivalencia en número de radiografías de tórax y en tiempo de exposición a radiación natural de fondo^a

Prueba diagnóstica	Número equivalente de radiografías torácicas	Periodo equivalente de exposición a radiación natural de fondo ^b	Dosis efectiva típica (mSv)
Radiografía tórax (una sola toma PA)			
Adulto	1	3 días	0.02 ^c
Paciente pediátrico de 5 años	1	3 días	0.02 ^c
TC craneal			
Adulto	100	10 meses	2 ^c
Recién nacido ^e	200	2,5 años	6
Paciente pediátrico de 1 año	185	1,5 años	3.7
Paciente pediátrico de 5 años	100	10 meses	2 ^d
Paciente pediátrico de 10 años	110	11 meses	2.2
Angiografía con TC craneal pediátrica ^f	250	2 años	5

- Equipos modernos: sistemas de reducción de dosis
- Protocolos adecuados



World Health Organization. (2016). Communicating radiation risks in paediatric imaging: information to support health care discussions about benefit and risk. World Health Organization.

TC

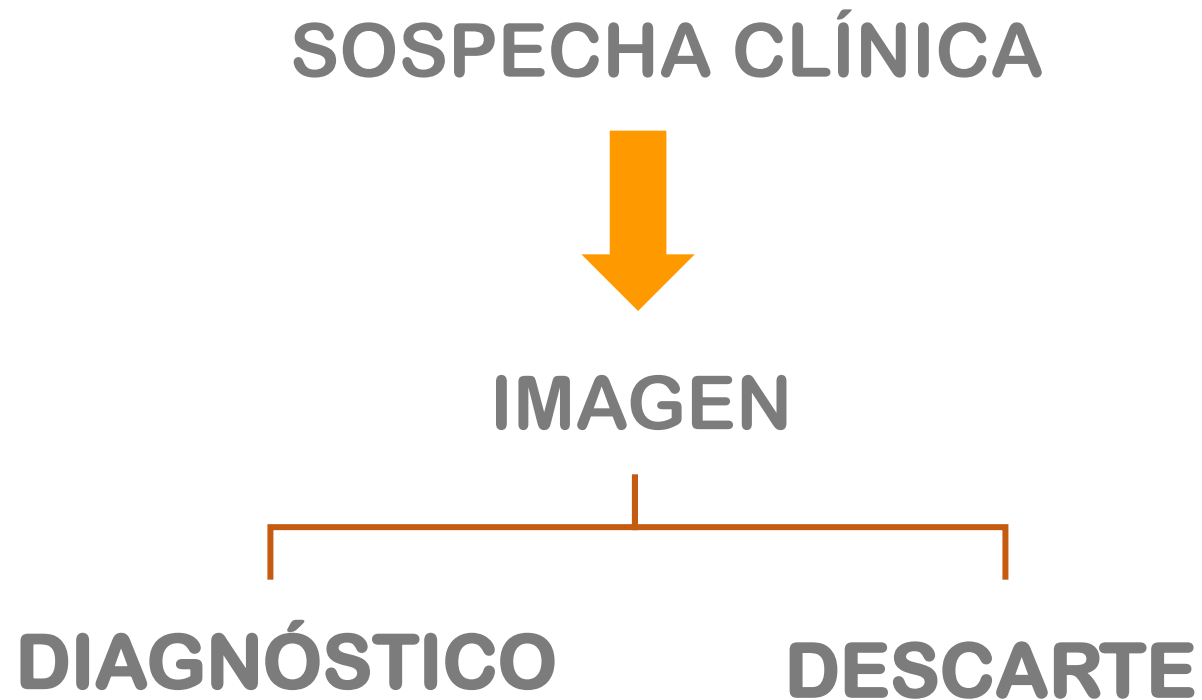
- Fundamental en la URGENCIA:

- ✓ Disponibilidad 24/7
- ✓ Rapidez (no anestesia)
- ✓ Efectos de masa
- ✓ Hidrocefalia
- ✓ Sensibilidad a sangre aguda

➔ Neurocirugía urgente

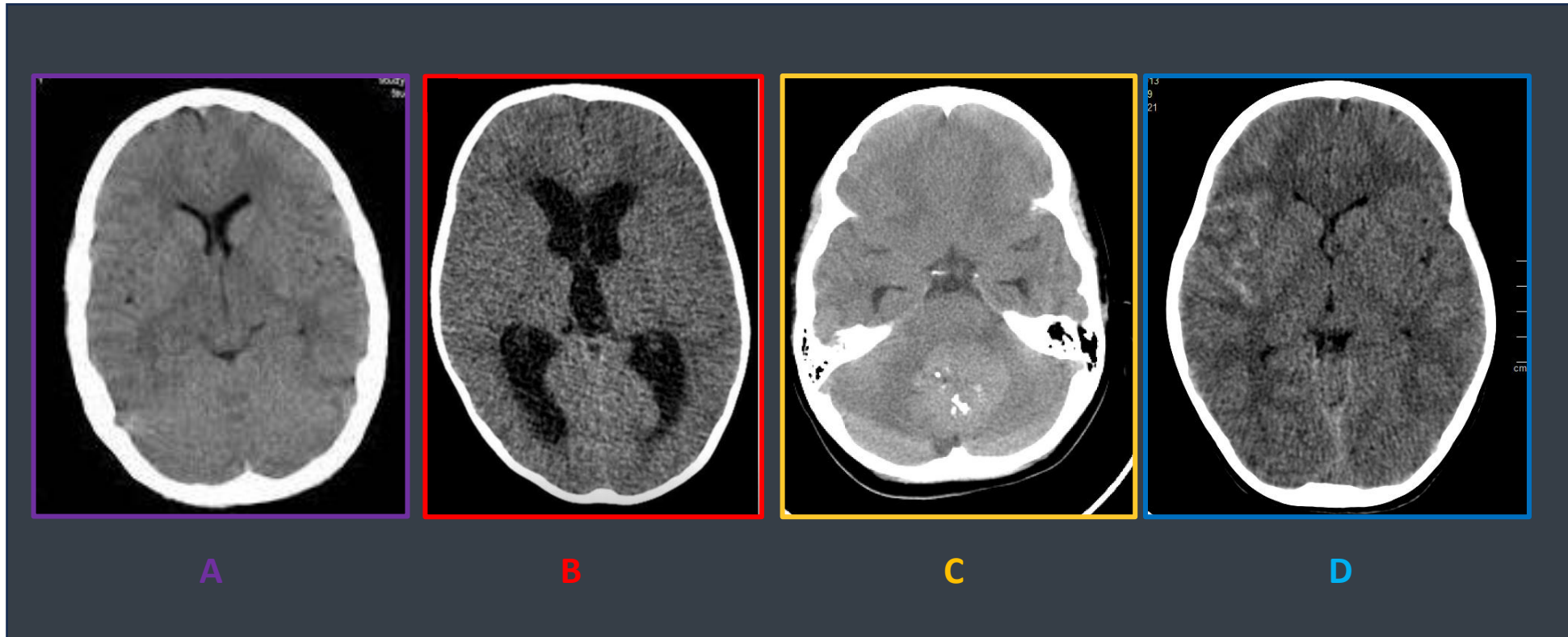


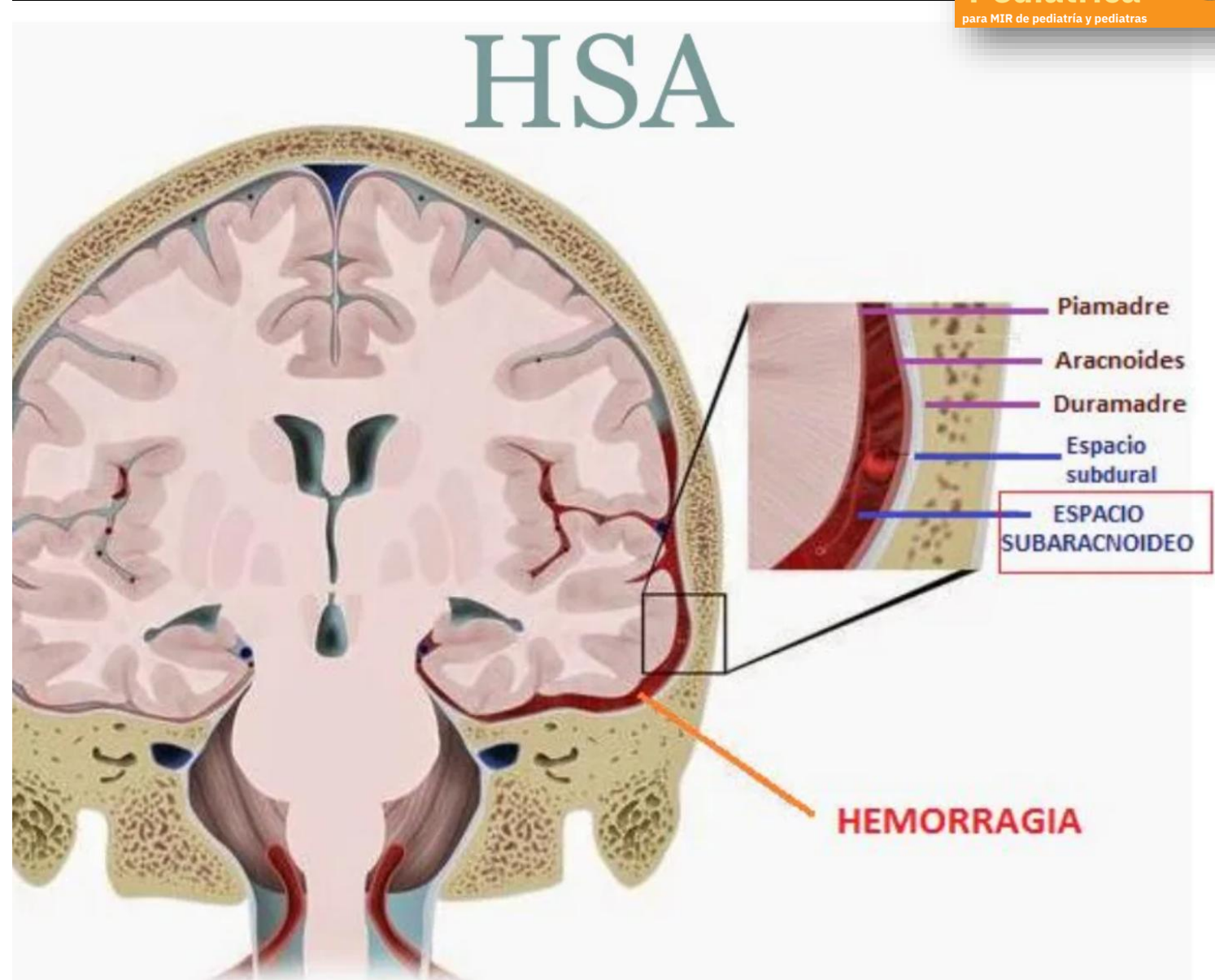
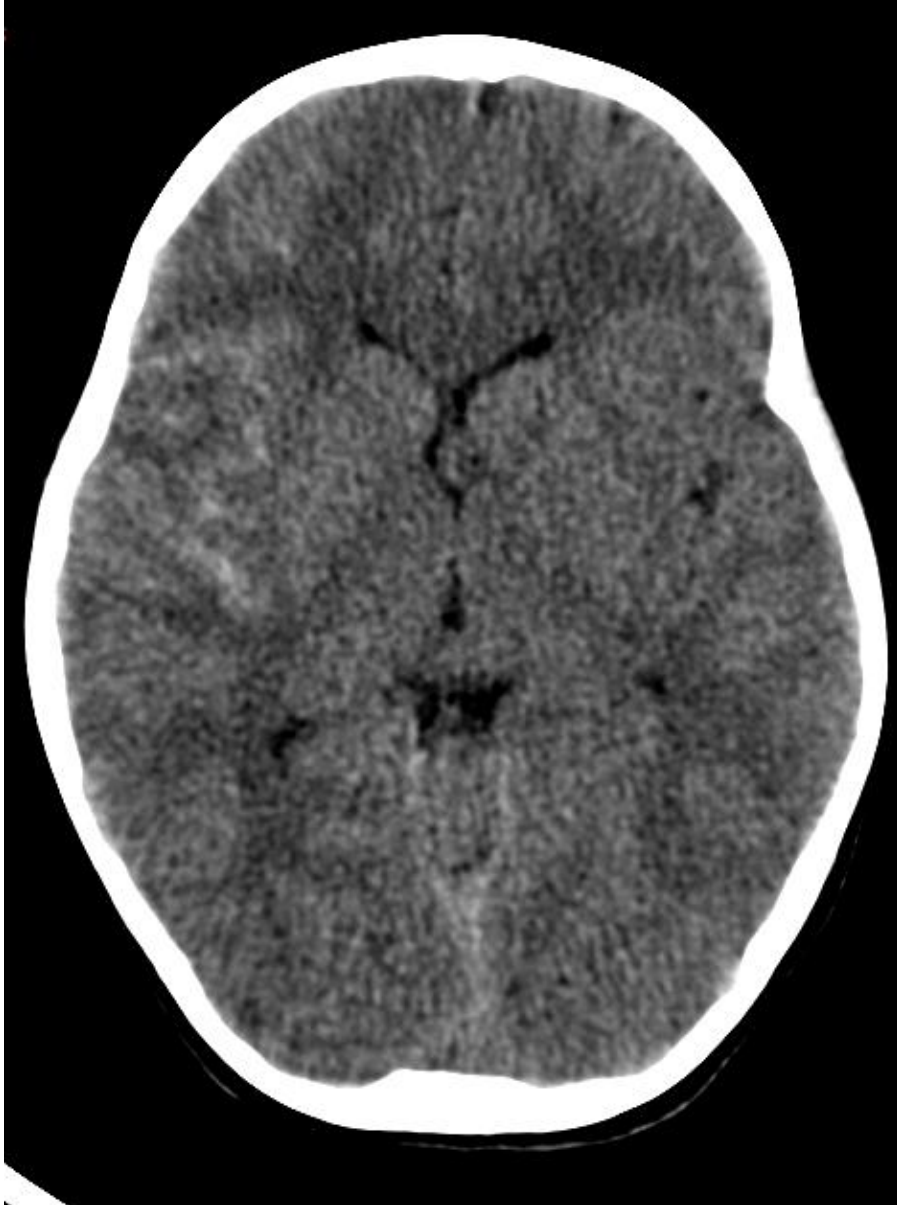
Adolescente de 15 años que hace 3 horas de forma súbita, comienza con cefalea intensa asociando náuseas, vómitos y parestesias en brazo izquierdo.



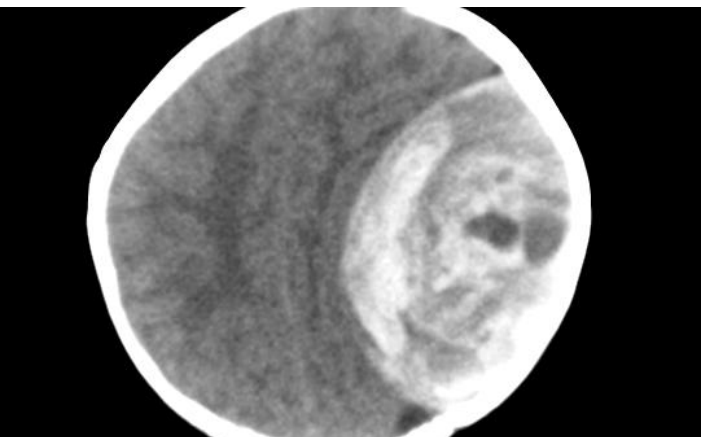
Adolescente de 15 años que hace 3 horas de forma súbita, comienza con cefalea intensa asociando náuseas, vómitos y parestesias en brazo izquierdo.

¿Qué imagen de TC asociarías a esta paciente con mayor probabilidad?

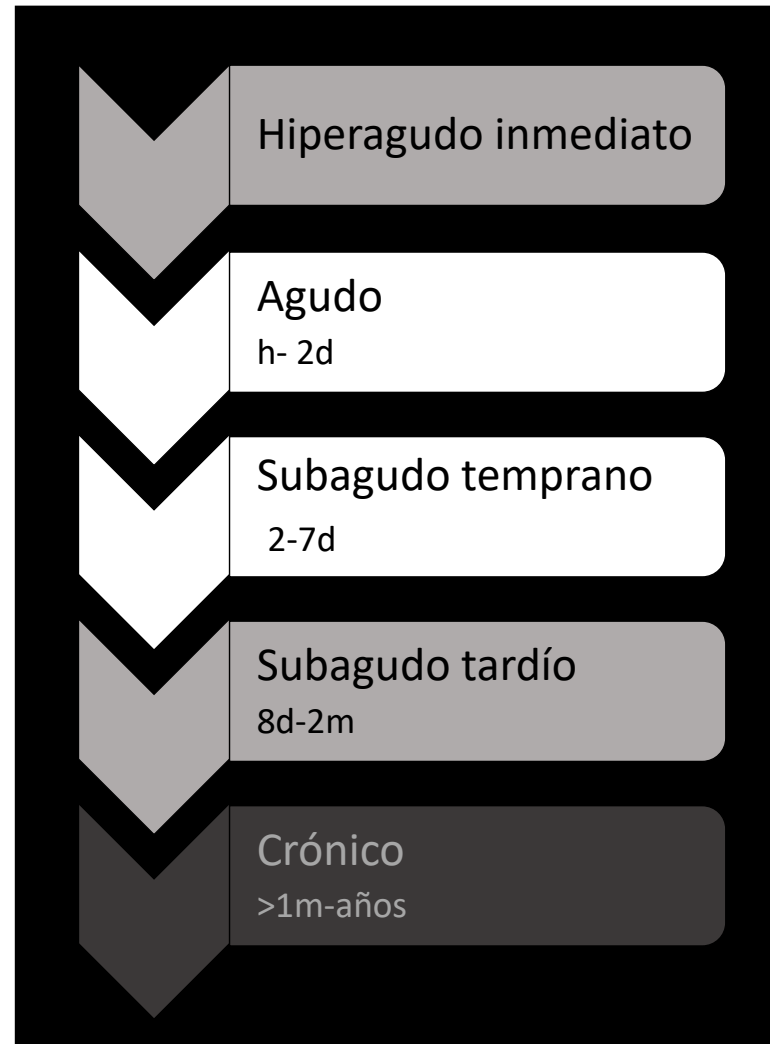
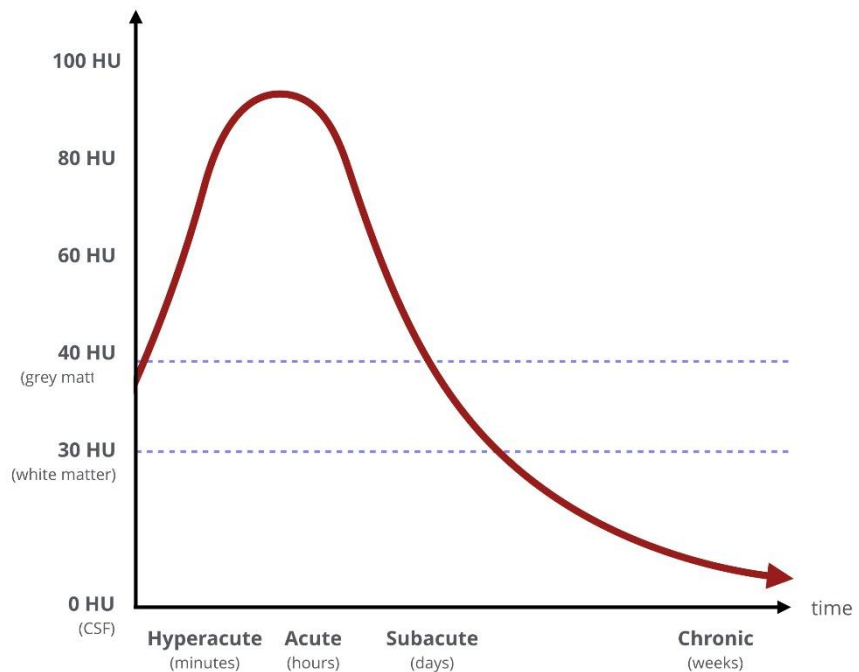




Sangre

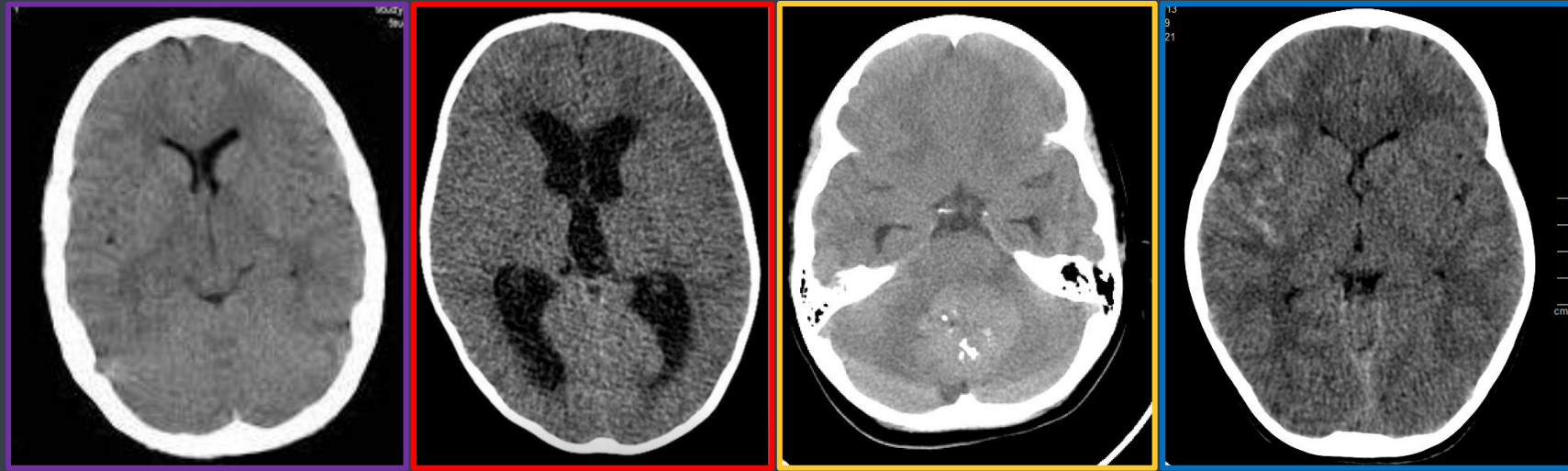


Hematoma CT density



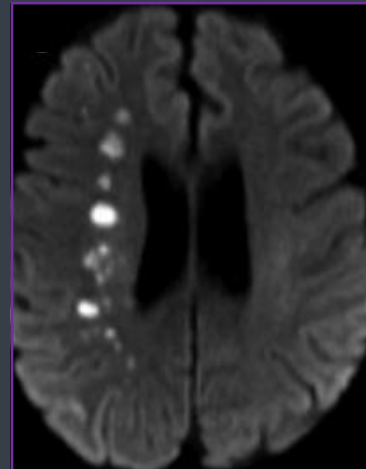
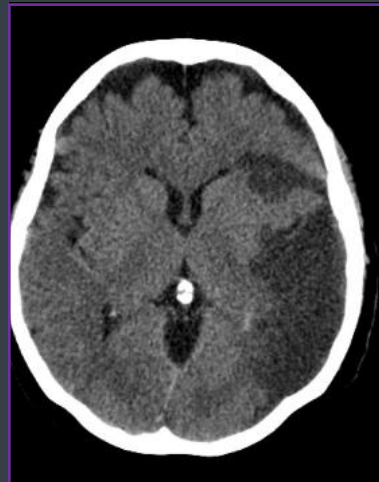
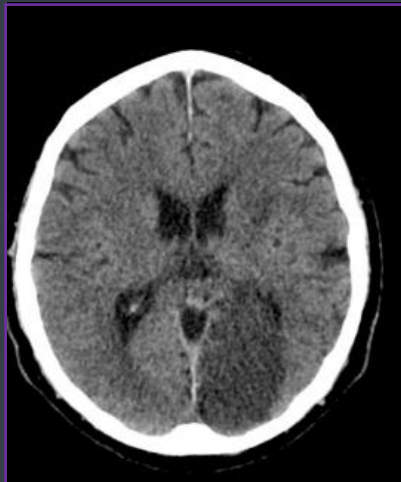


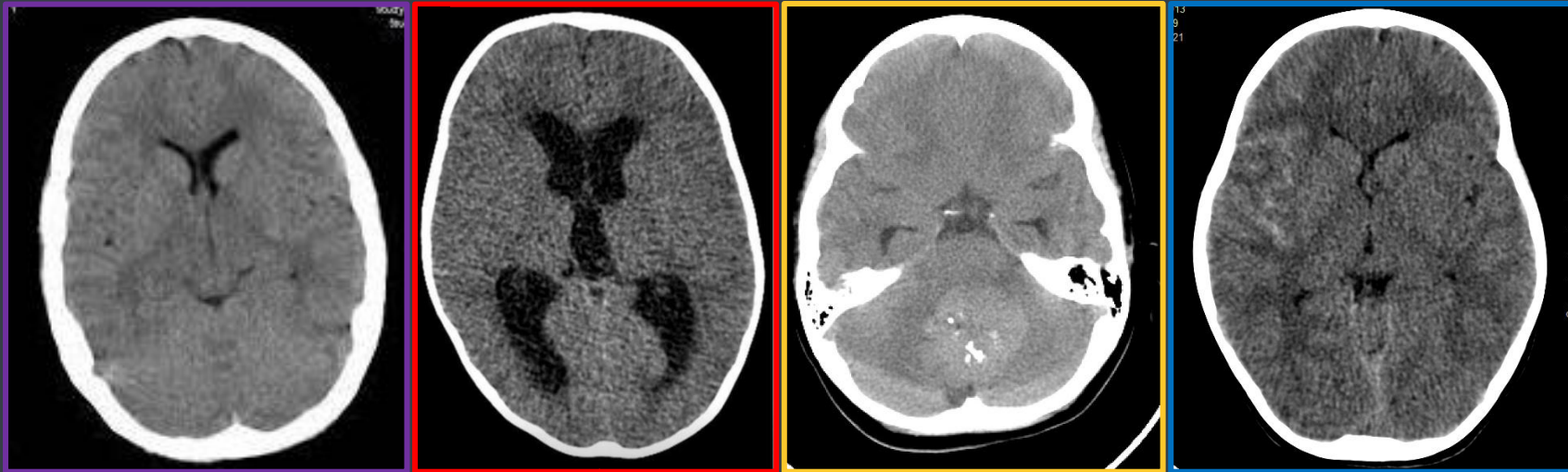
↓
Sangre



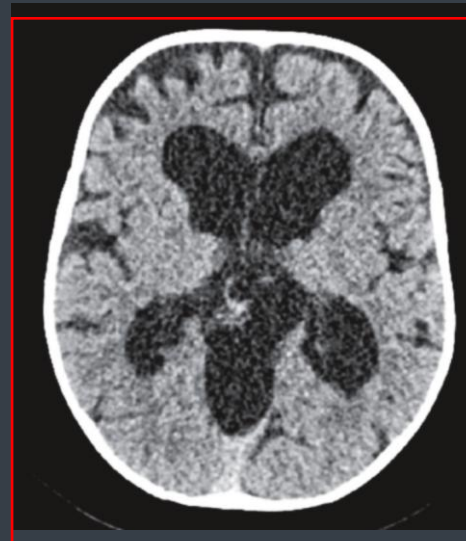
Normal

Ictus isquémico

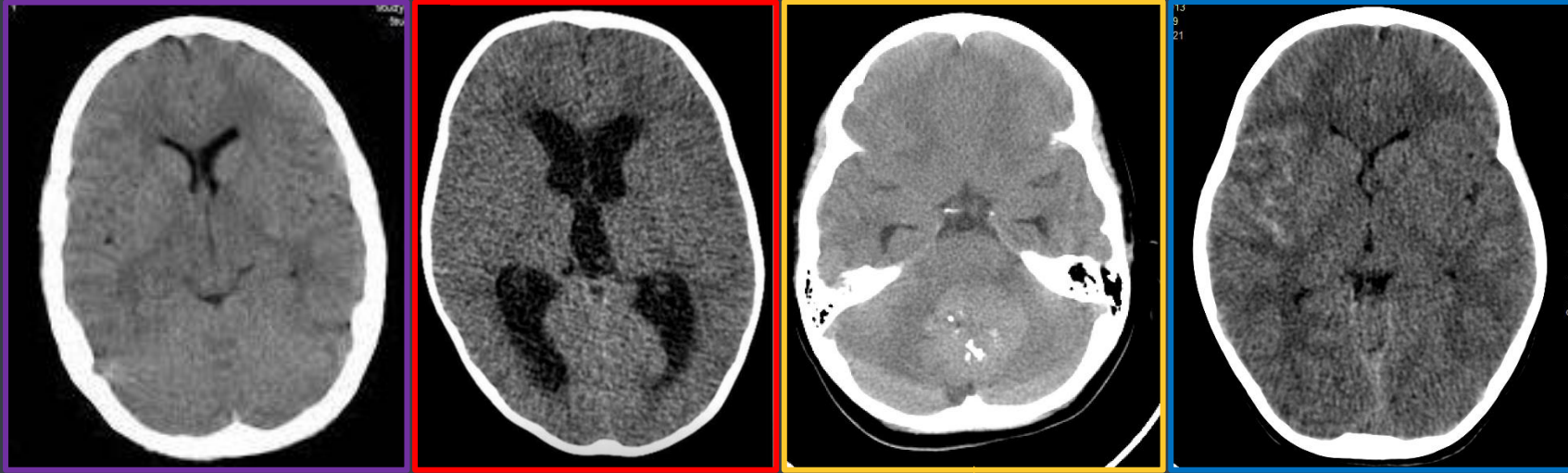




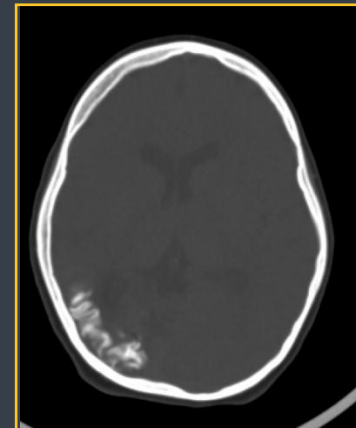
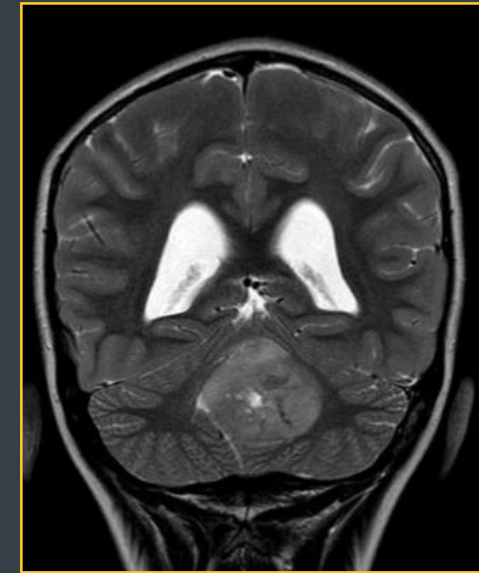
Tamaño ventricular



Protocolos de baja dosis



Efectos de masa
Calcio



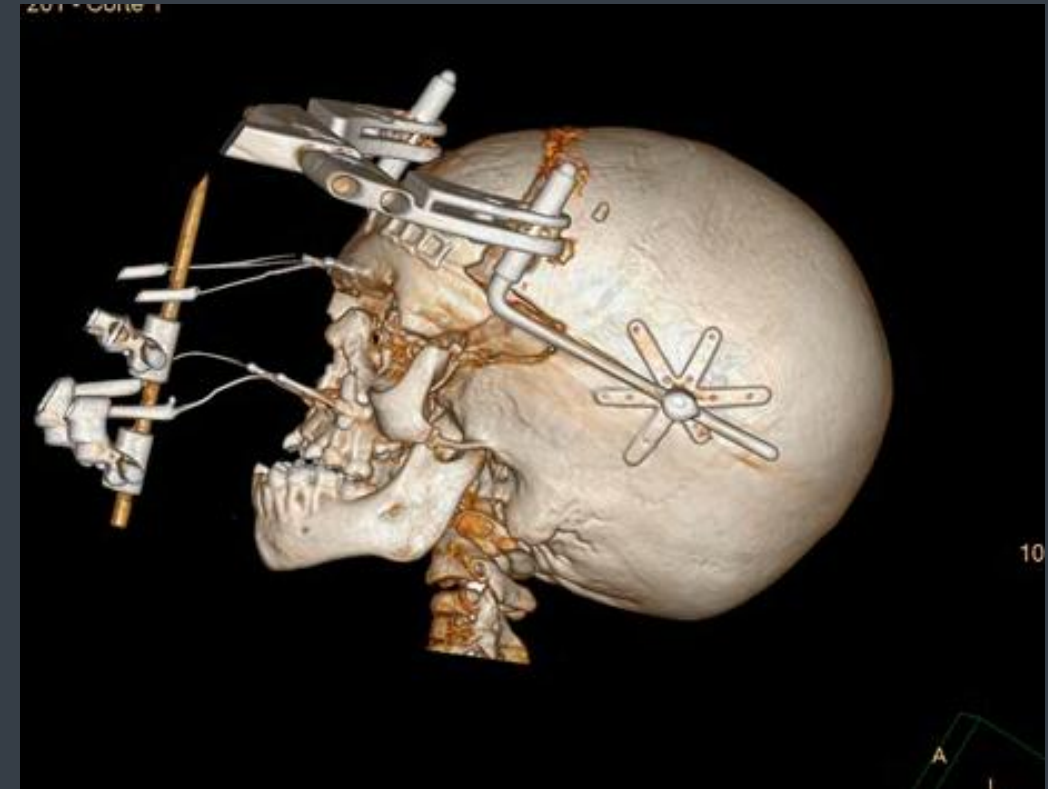
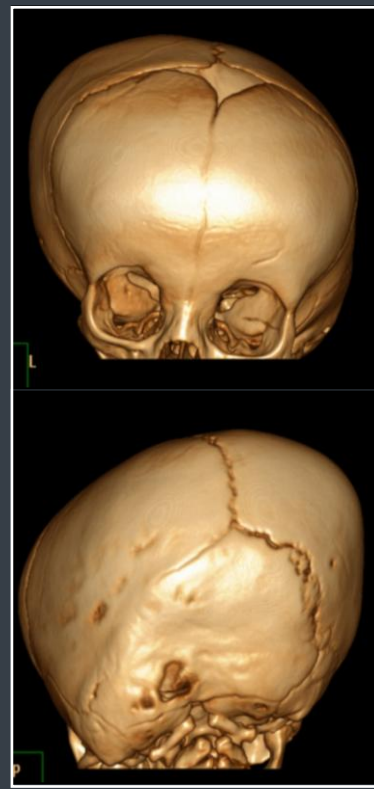
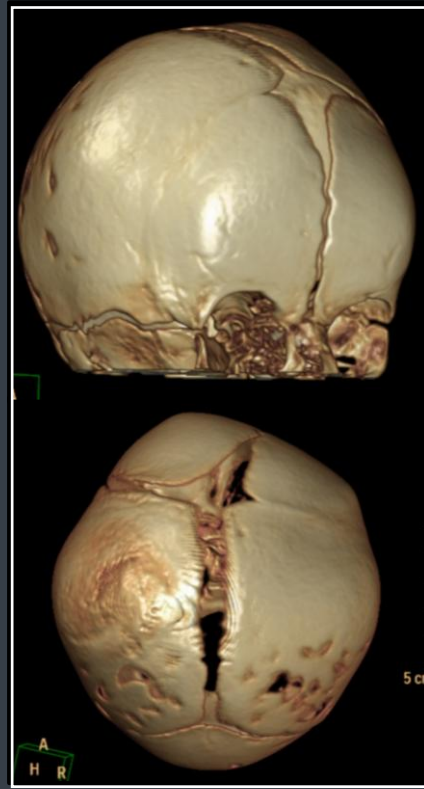
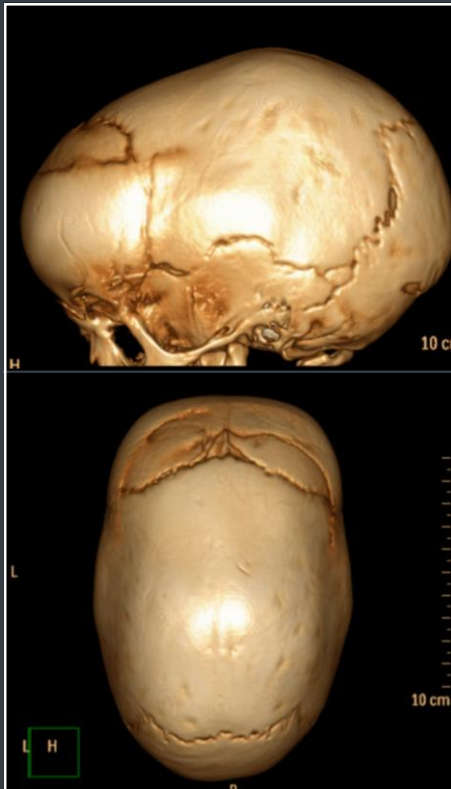
TC cerebral

- Alteraciones de densidad:
 - Hiperdensidad: sangre, calcio, algunos tumores
 - Hipodensidad: edema, gliosis, colecciones
- Efectos de masa:
 - Desplazamientos de línea media
 - Borramiento de surcos y cisuras
- Tamaño del sistema ventricular



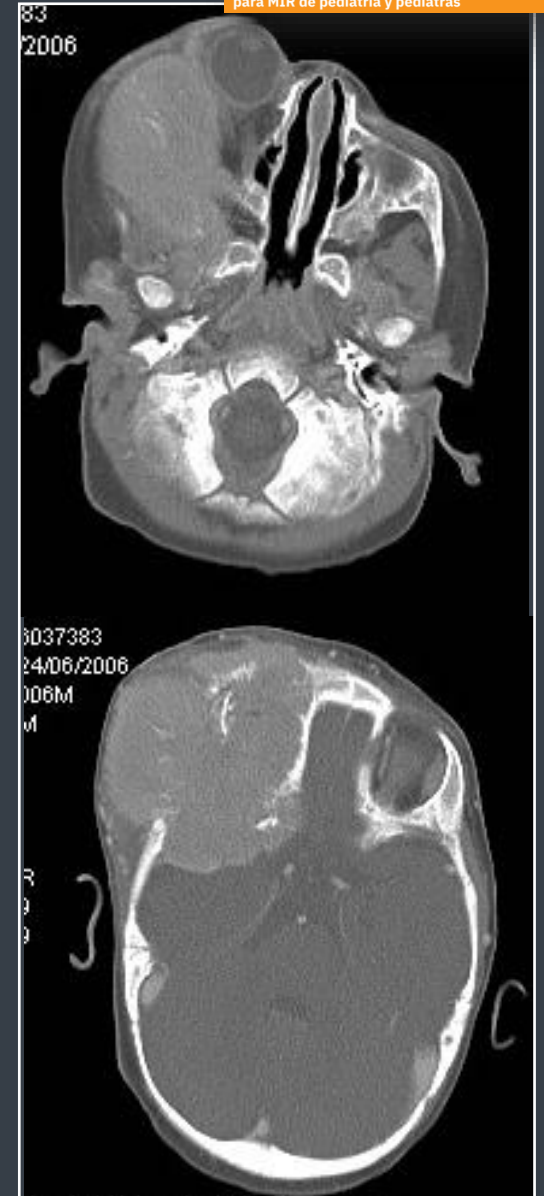
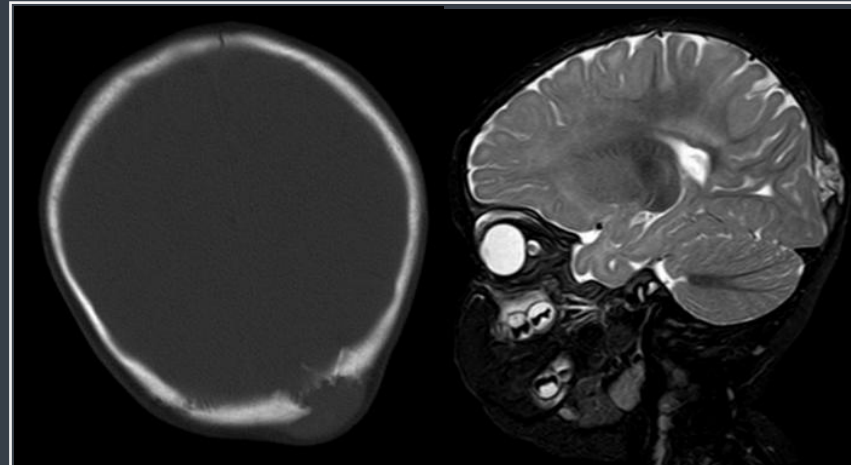
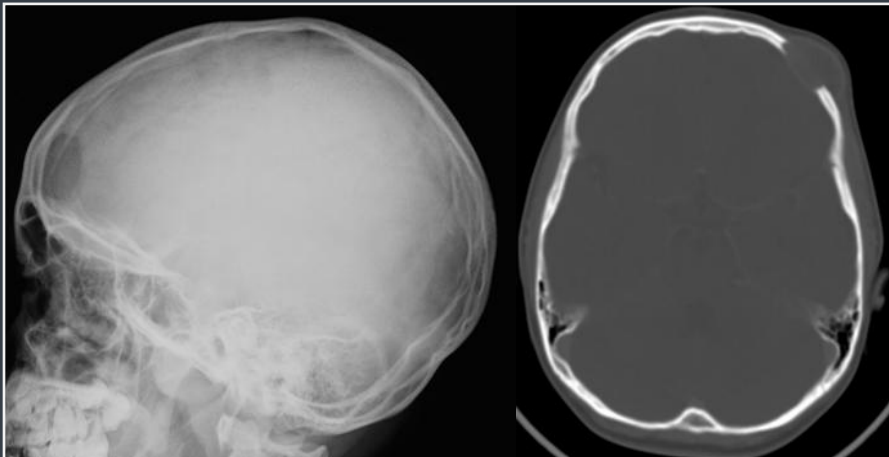
TC craneal

- Valoración de suturas y anomalías craneofaciales



TC craneal

- Valoración de suturas y anomalías craneofaciales
- Afectación ósea secundaria, tumores



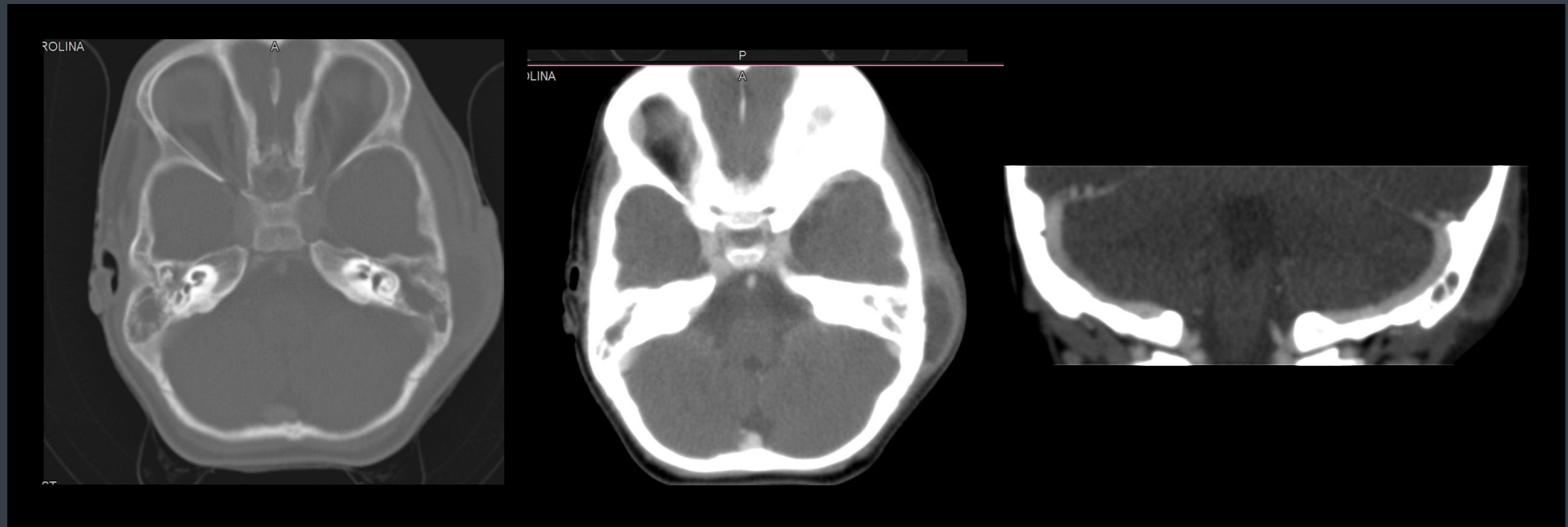
TC craneal

- Valoración de suturas y anomalías craneofaciales
- Afectación ósea secundaria, tumores
- Patología oído medio, otomastoiditis



TC craneal

- Valoración de suturas y anomalías craneofaciales
- Afectación ósea secundaria, tumores
- Patología oído medio, otomastoiditis



Indicaciones TC craneal

- **Cerebral URGENTE:**

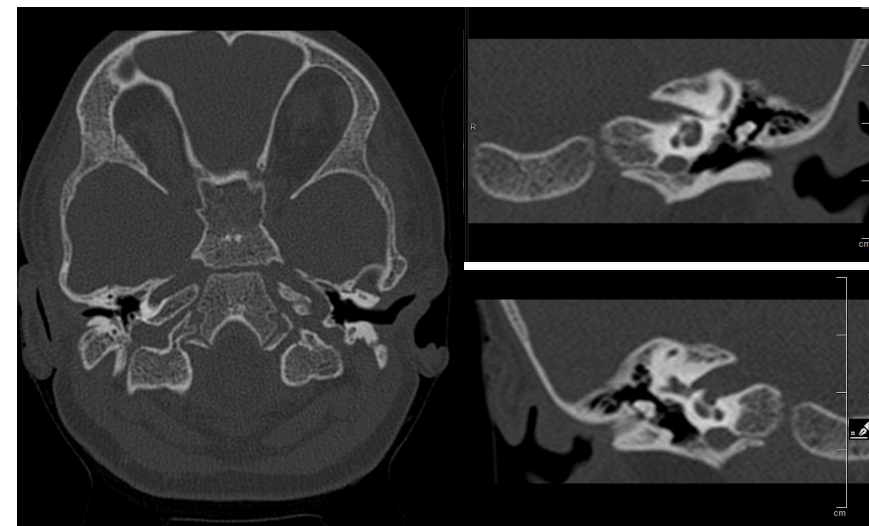
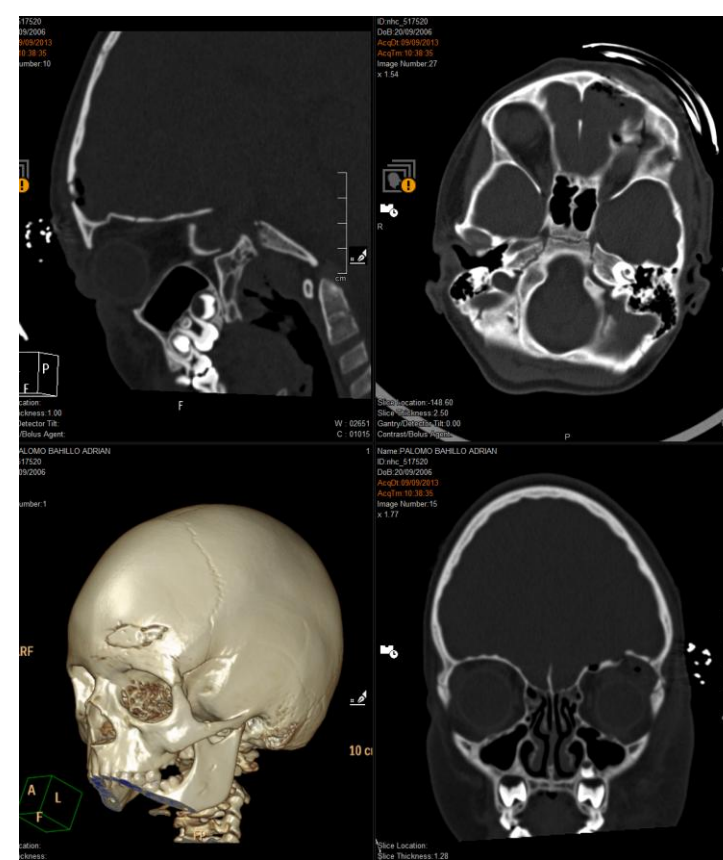
TCE, disminución del nivel de consciencia, déficit neurológico focal, cefalea con signos de alarma, crisis convulsivas, hidrocefalia, trombosis de senos venosos...

- **Valoración del hueso:**

Craneosinostosis y otras anomalías craneofaciales, estudio de oídos

- **Patología inflamatorio-infecciosa**

Otomastoiditis complicada, celulitis orbitaria con sospecha de absceso subperióstico

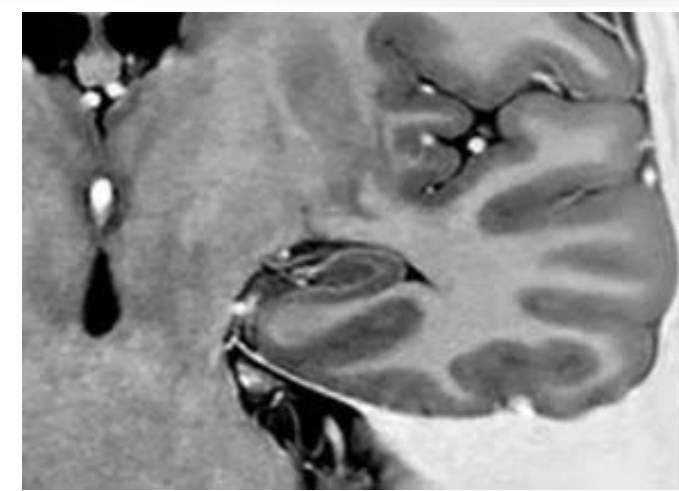
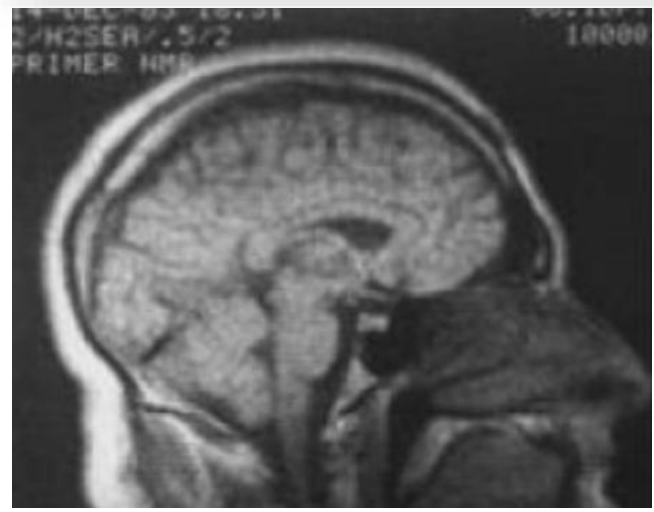
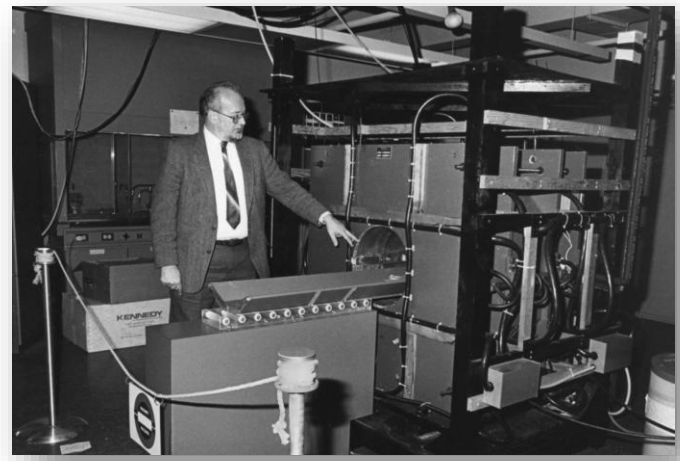


RM: Resonancia Magnética

~~Nuclear~~



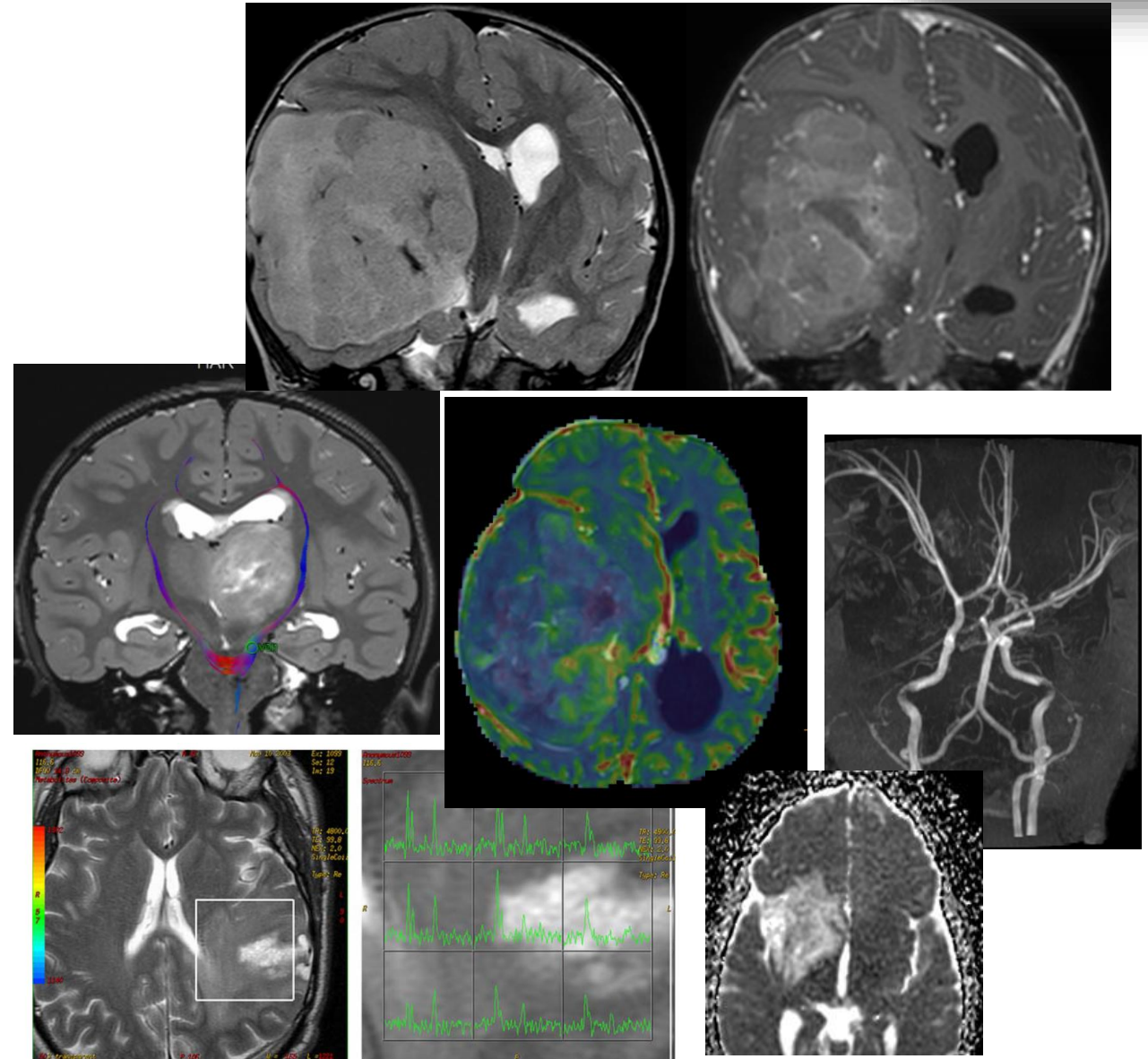
P. Mansfield, P. Lauterbur, 2003



RM

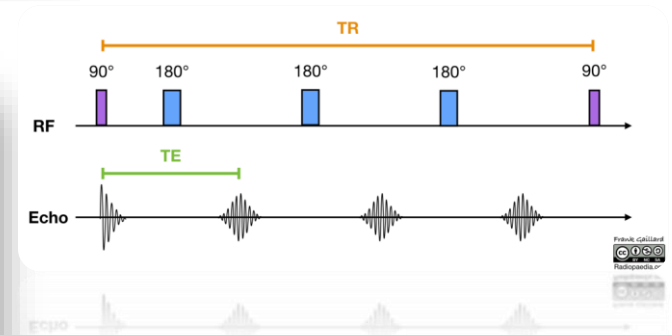
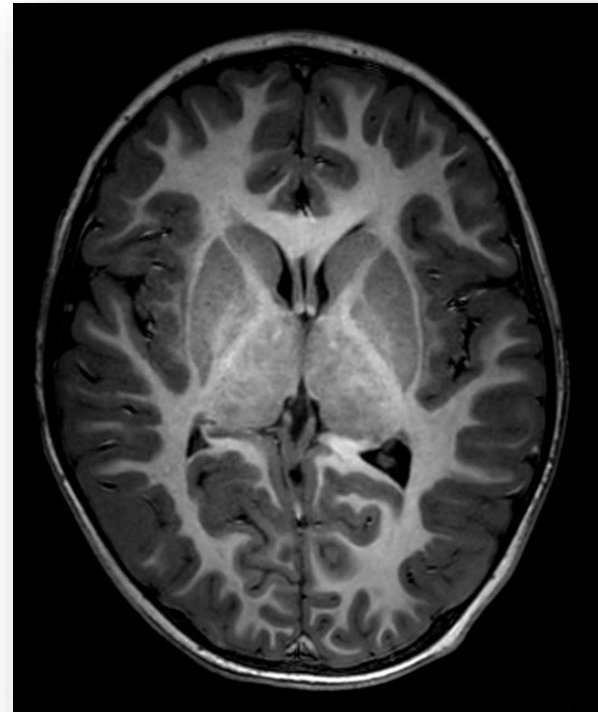
- ✓ No radiación ionizante
- ✓ Contraste tisular
- ✓ Información no solo morfológica:

- Contraste
 - Difusión
 - Perfusión
 - Funcional
 - Espectroscopia
- } Información fisiológica
- Información metabólica



RM

- ✘ Disponibilidad limitada
- ✘ Exploración prolongada
- ✘ Sensible al movimiento
- ✘ Niños: anestesia
- ✘ Incompatibilidad de dispositivos



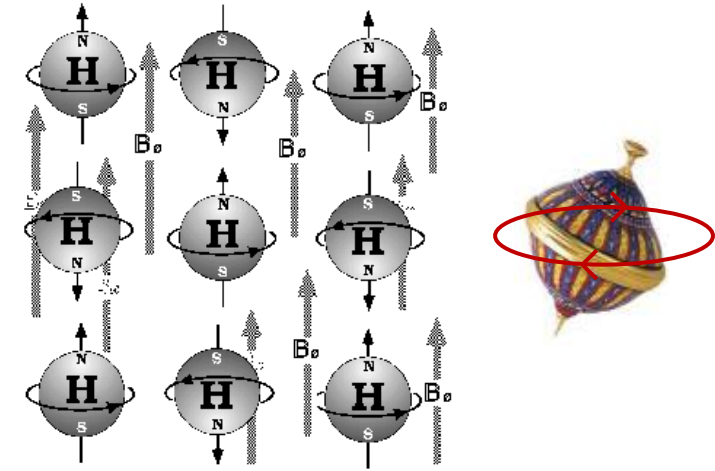
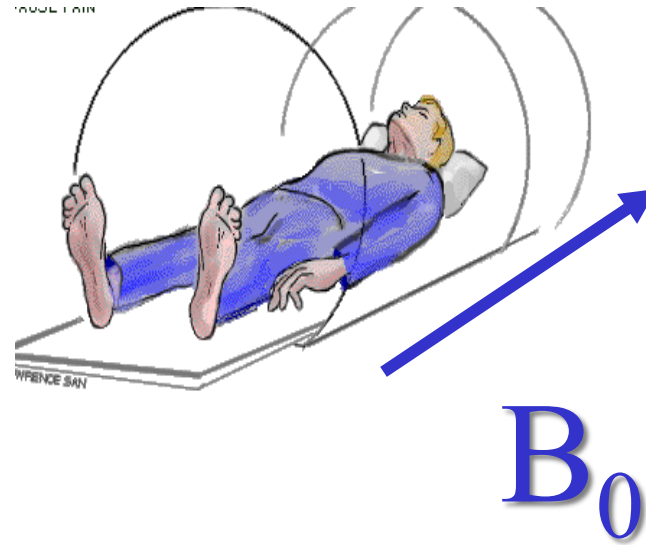
RM: Indicaciones en S.N.C

Casi todas



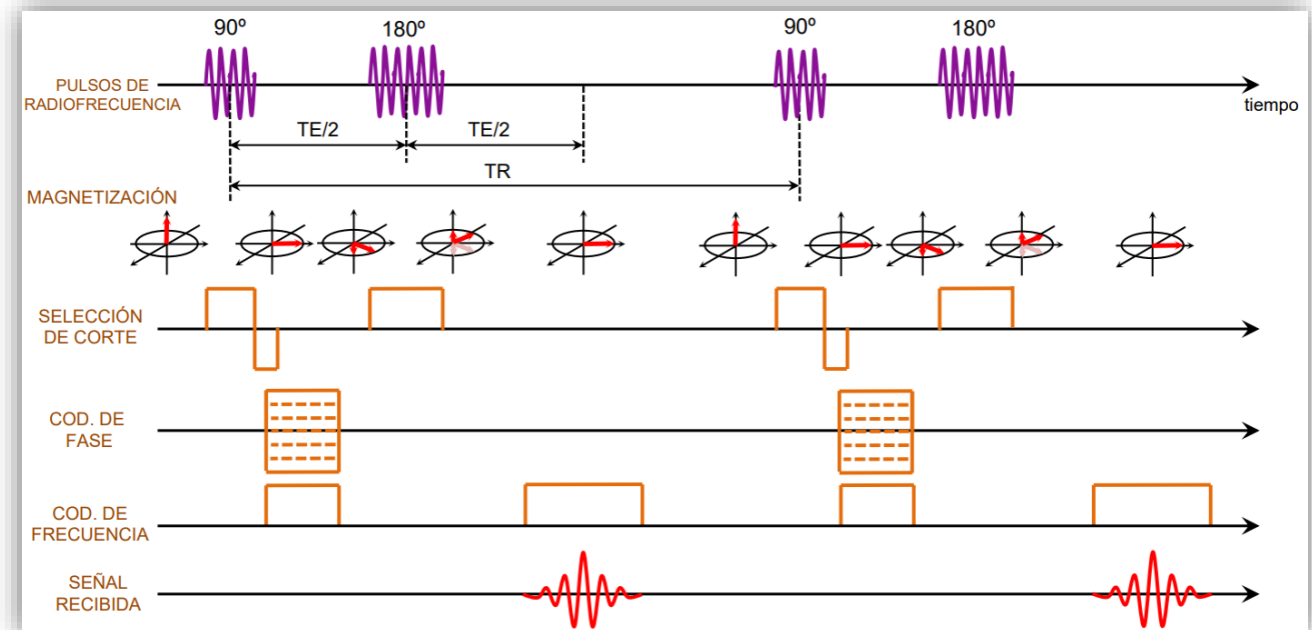
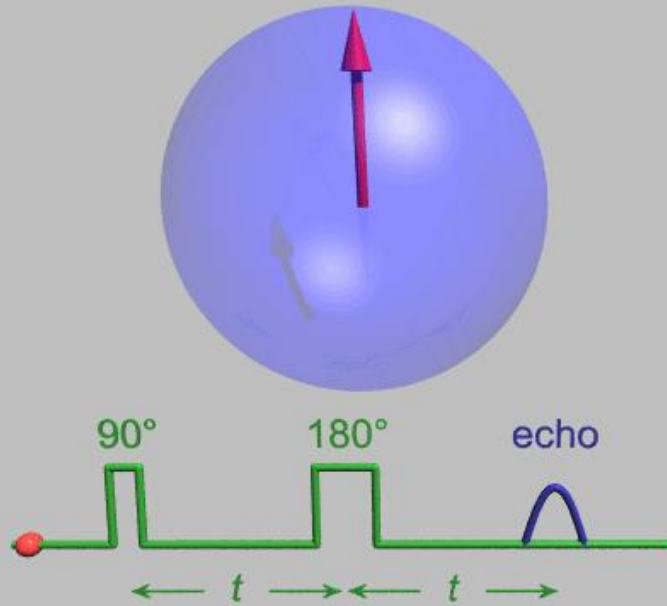
Pero en pediatría mayores indicaciones por la ausencia de radiación

RM

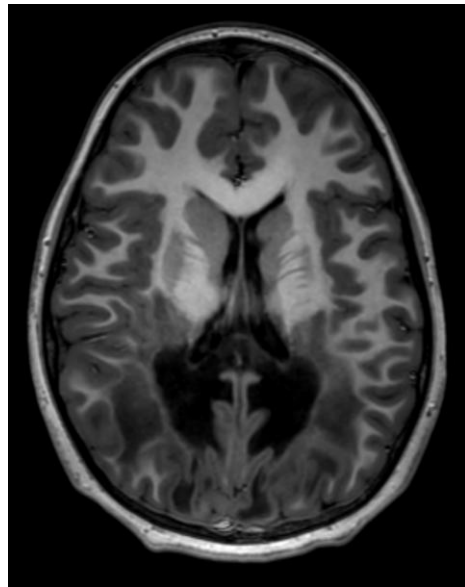
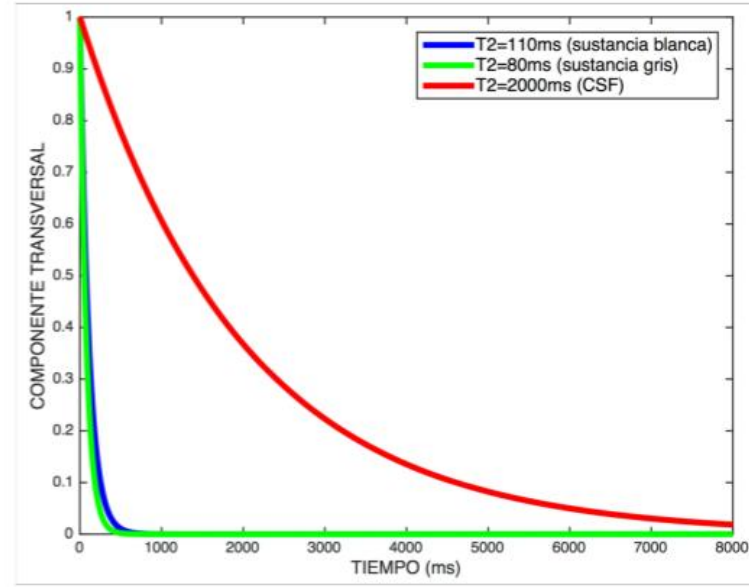
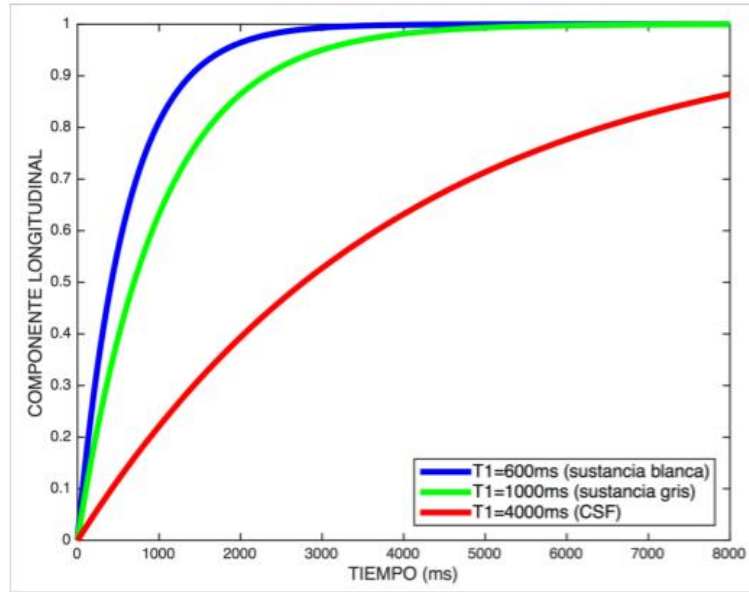


$B_0 = 3T = 30.000 \text{ gauss}$
Campo magnético de la tierra = 0.5 gauss

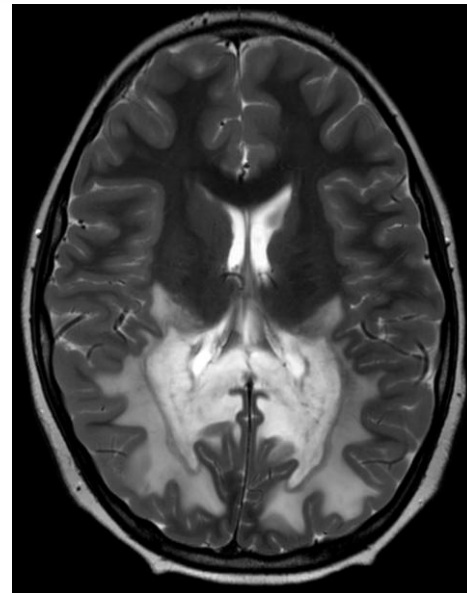
“SECUENCIAS”



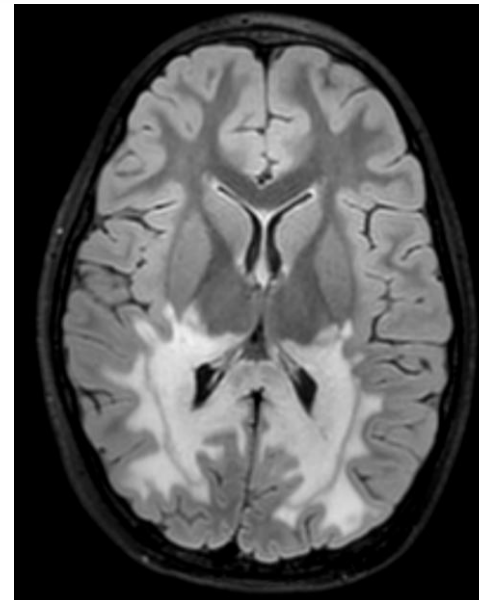
RM



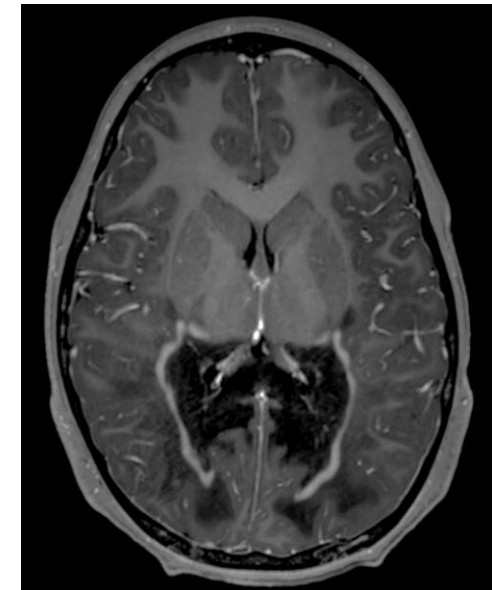
T1



T2

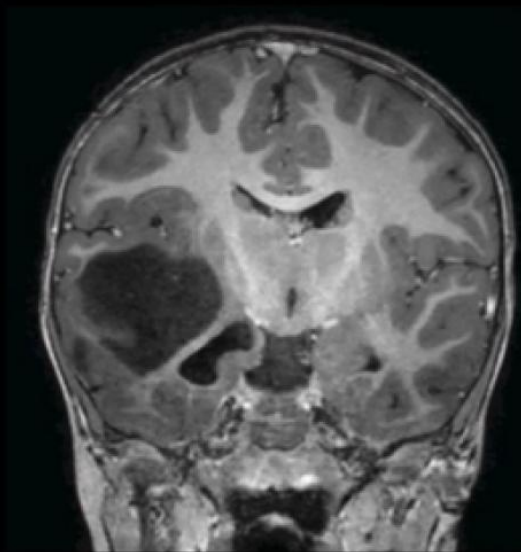
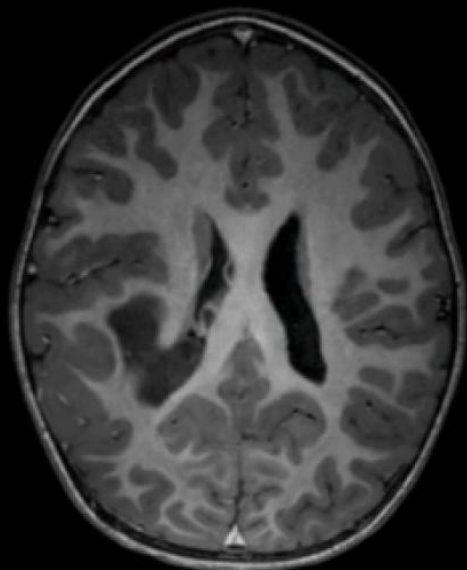
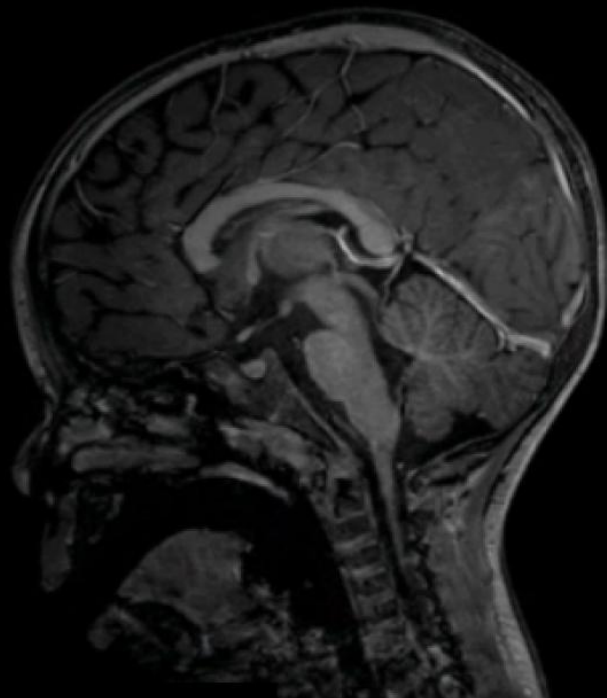
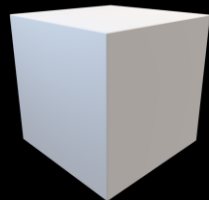


T2 FLAIR

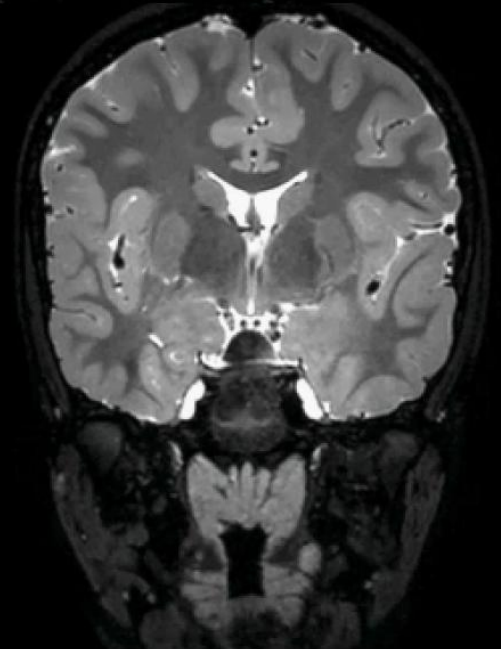
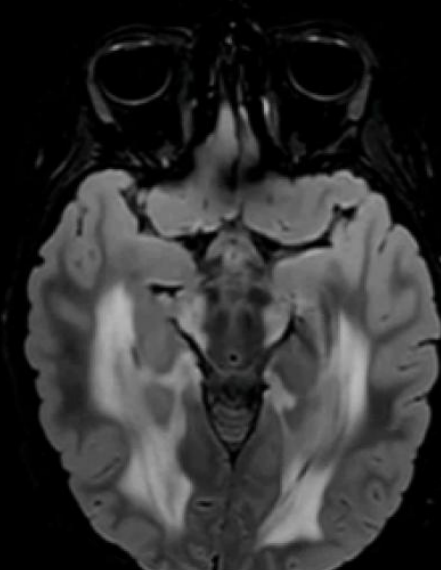
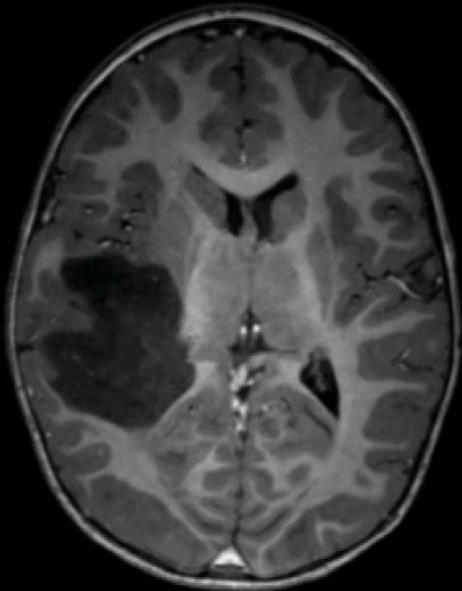
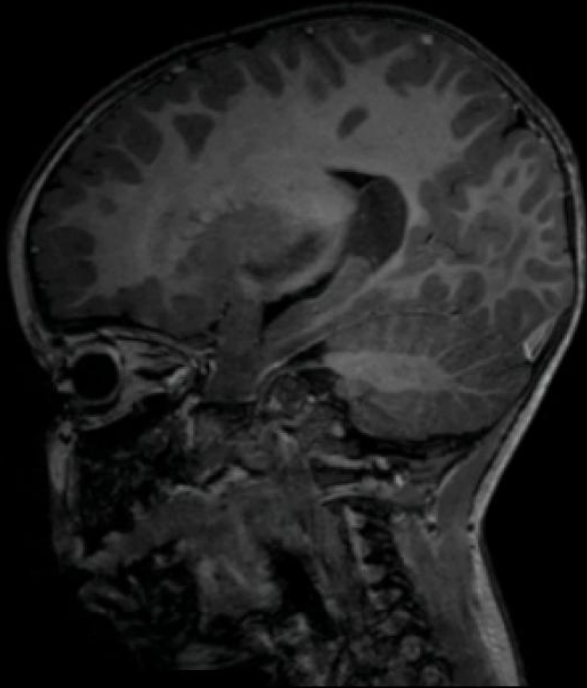
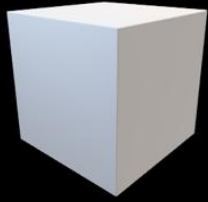


T1 POST GAD

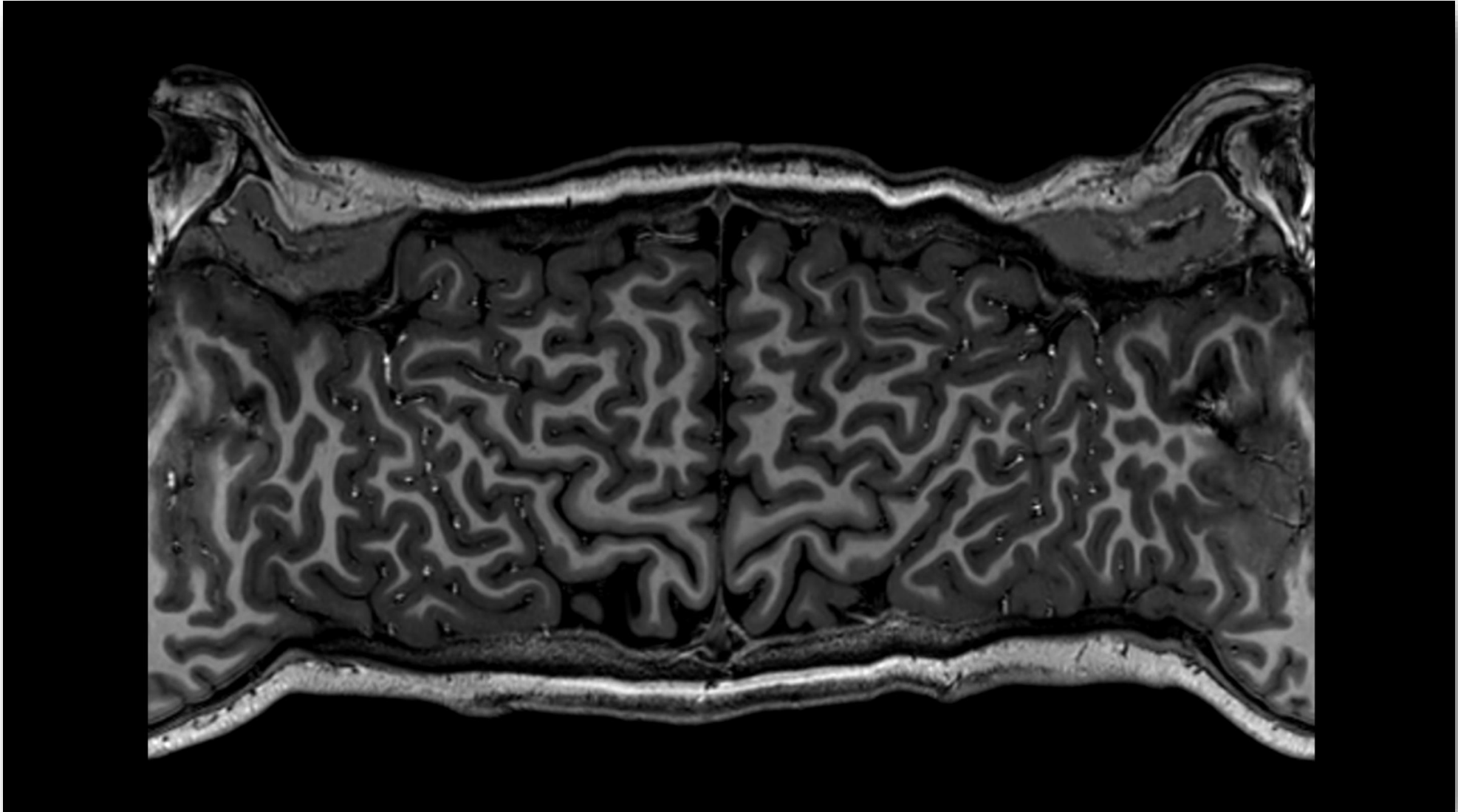
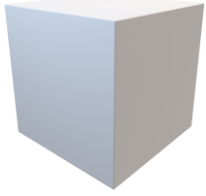
3D



3D

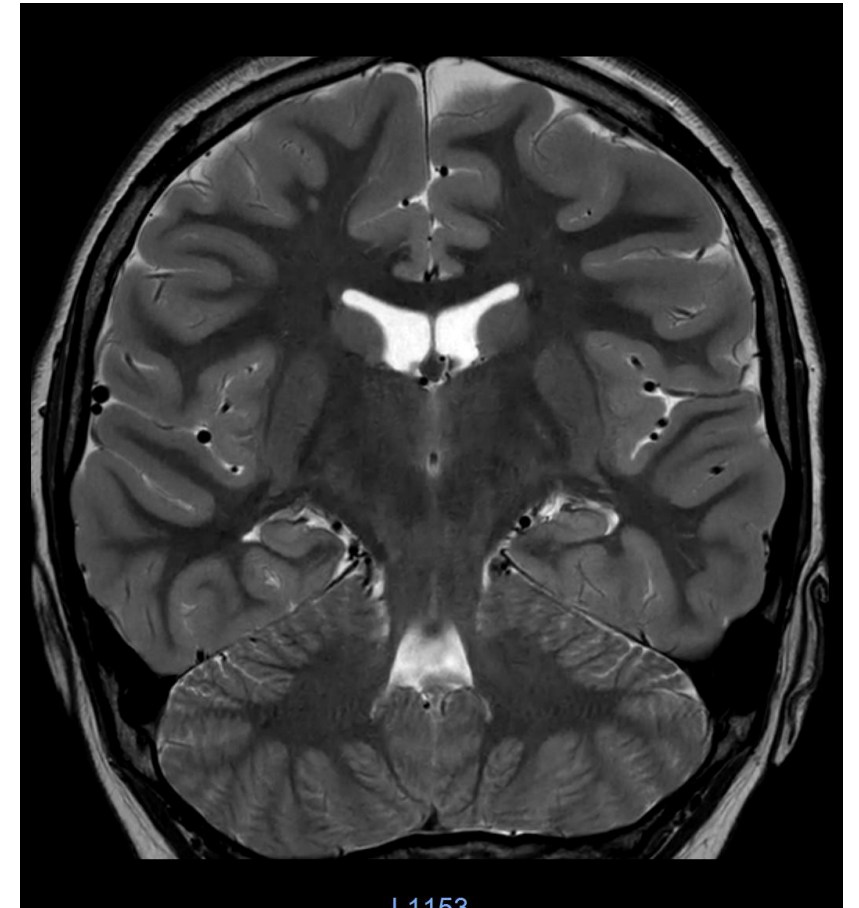
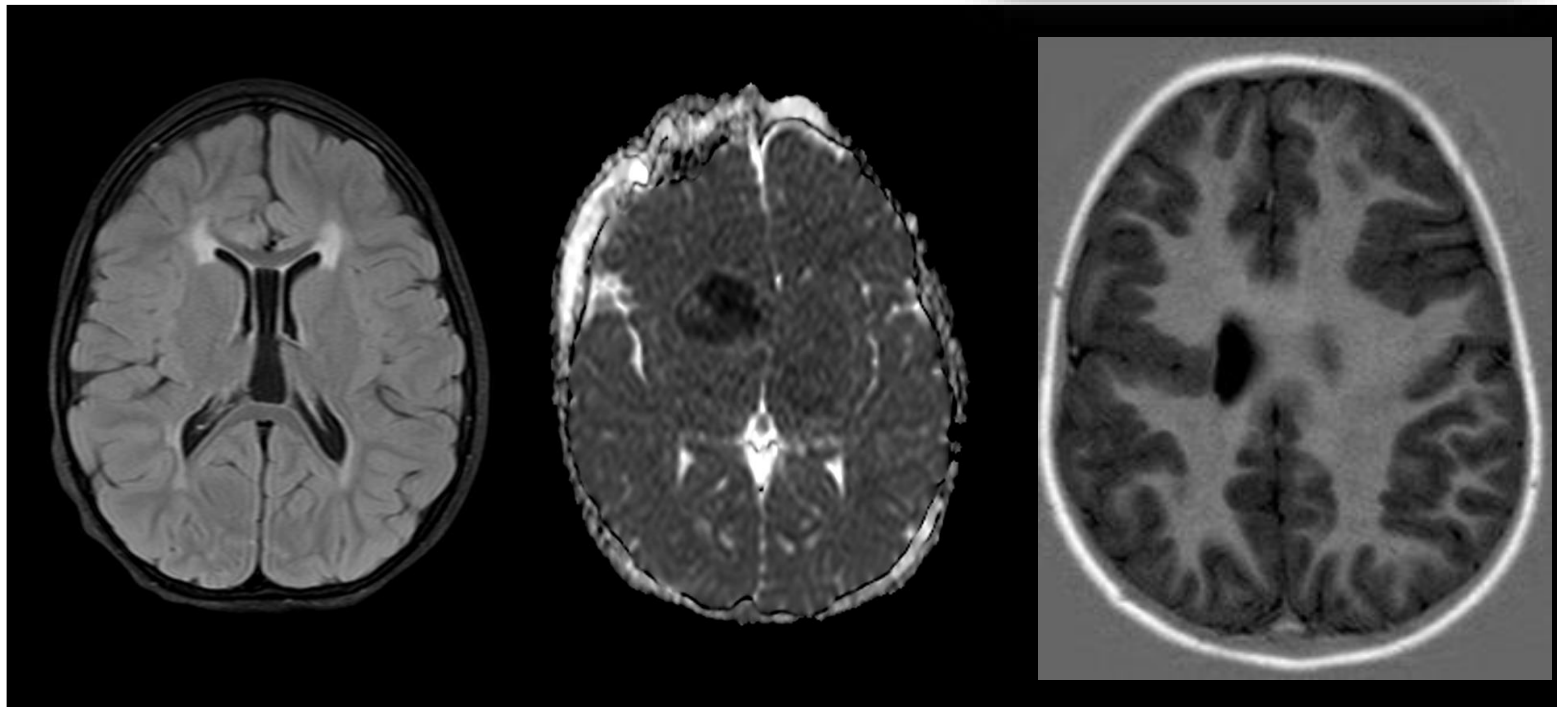
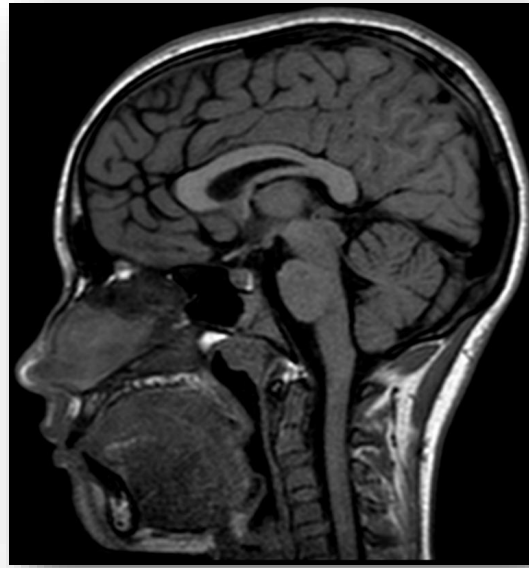
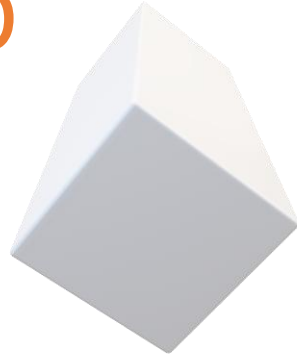
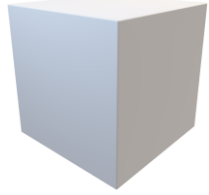


3D

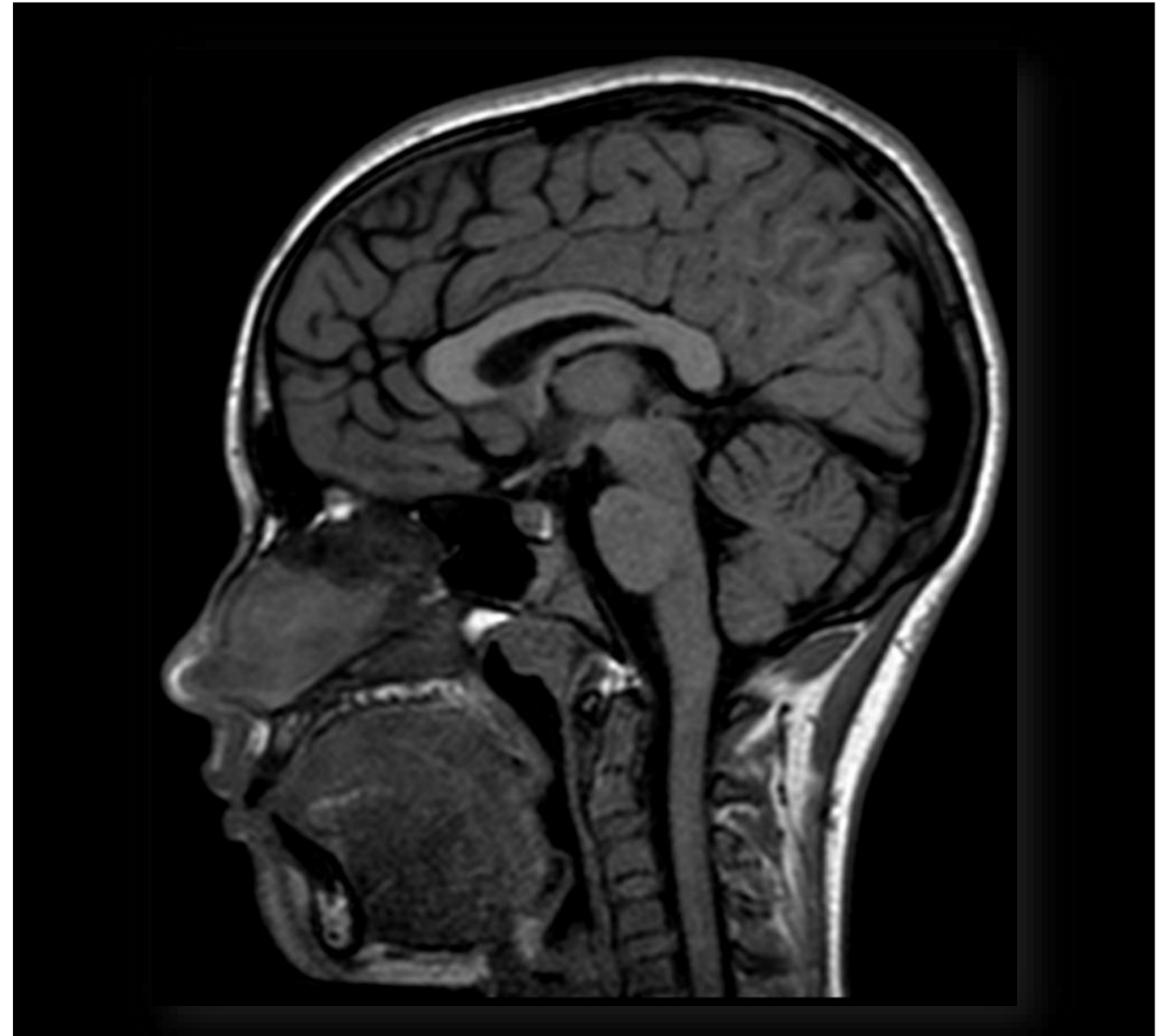
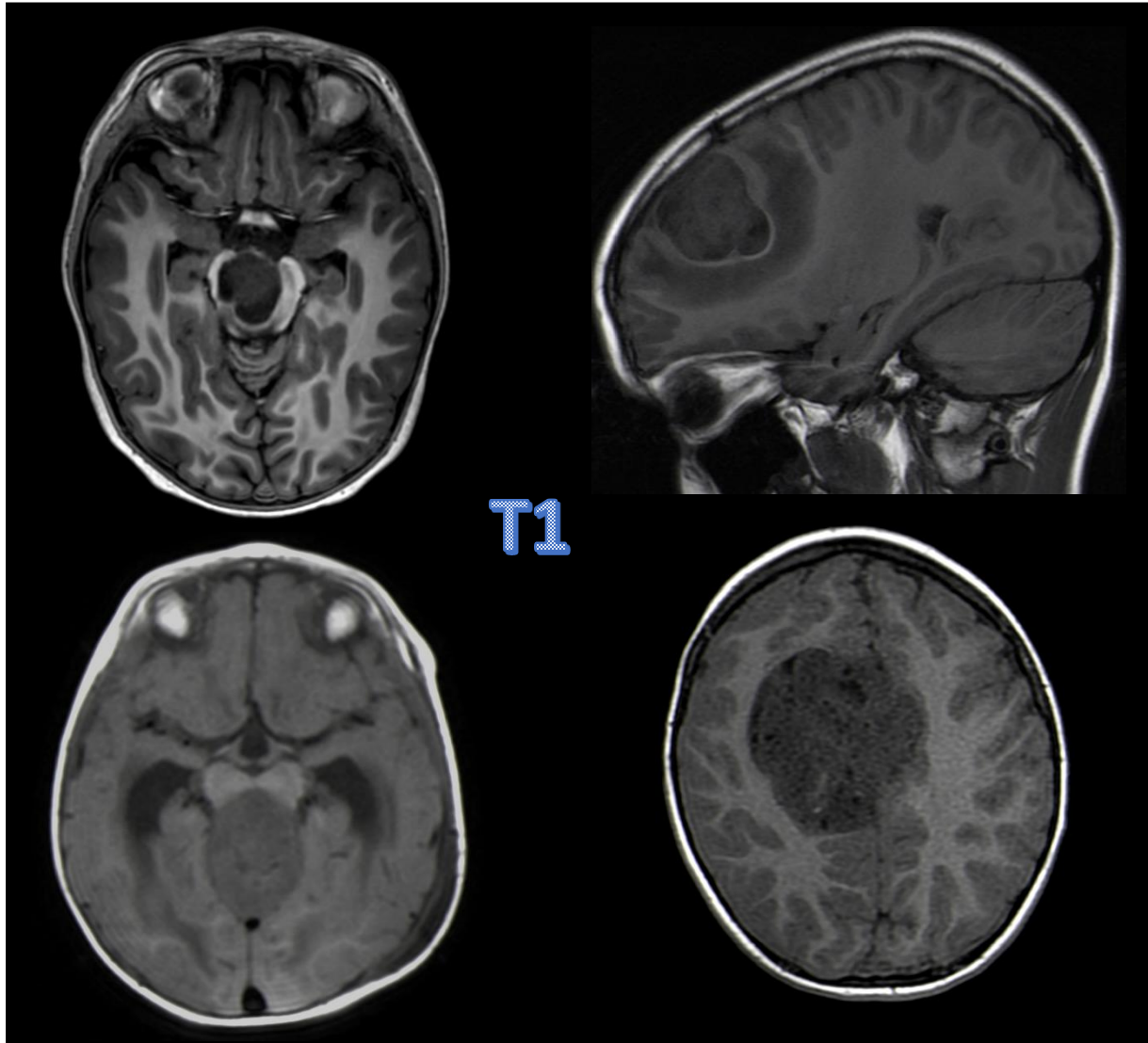


3D

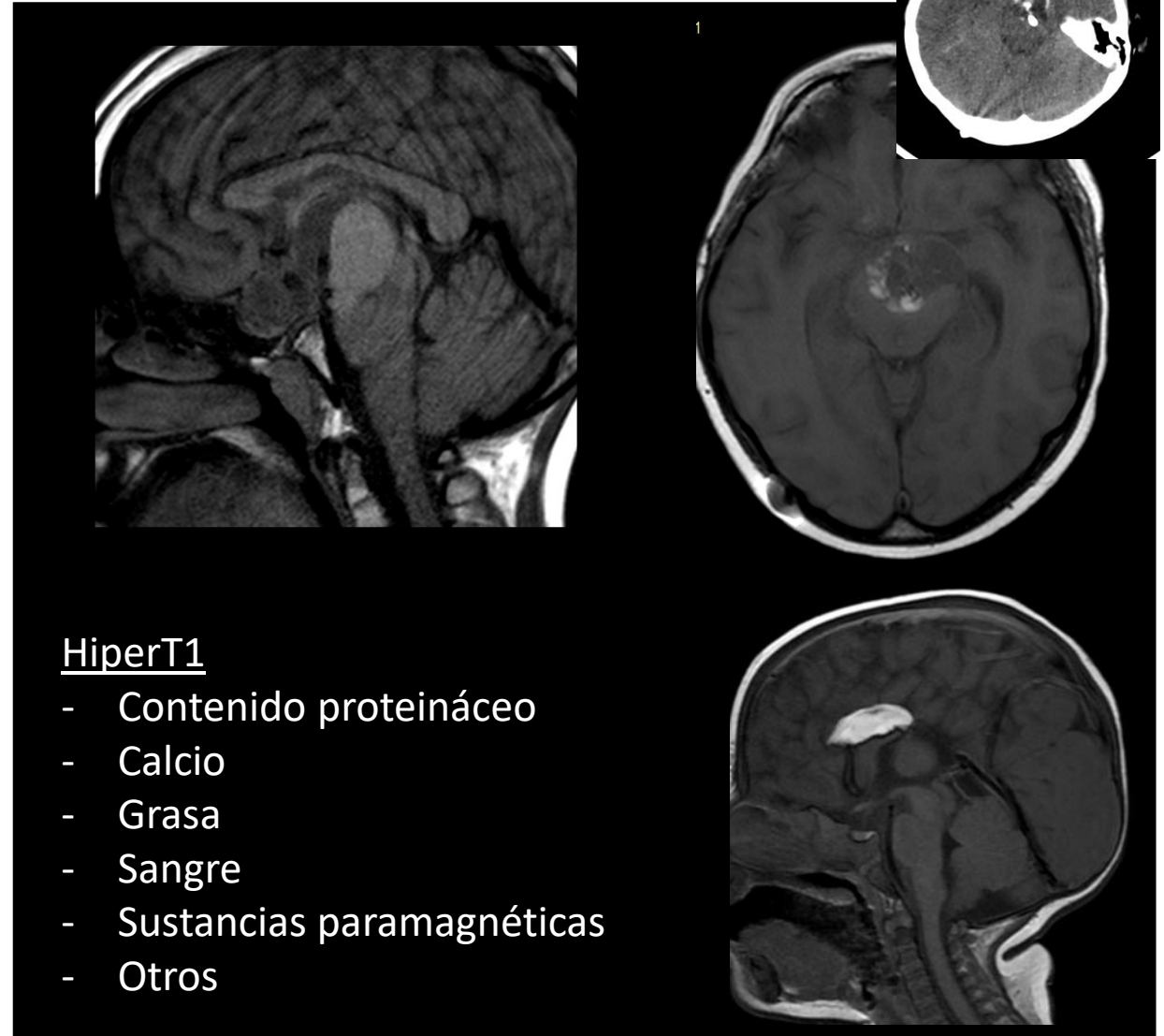
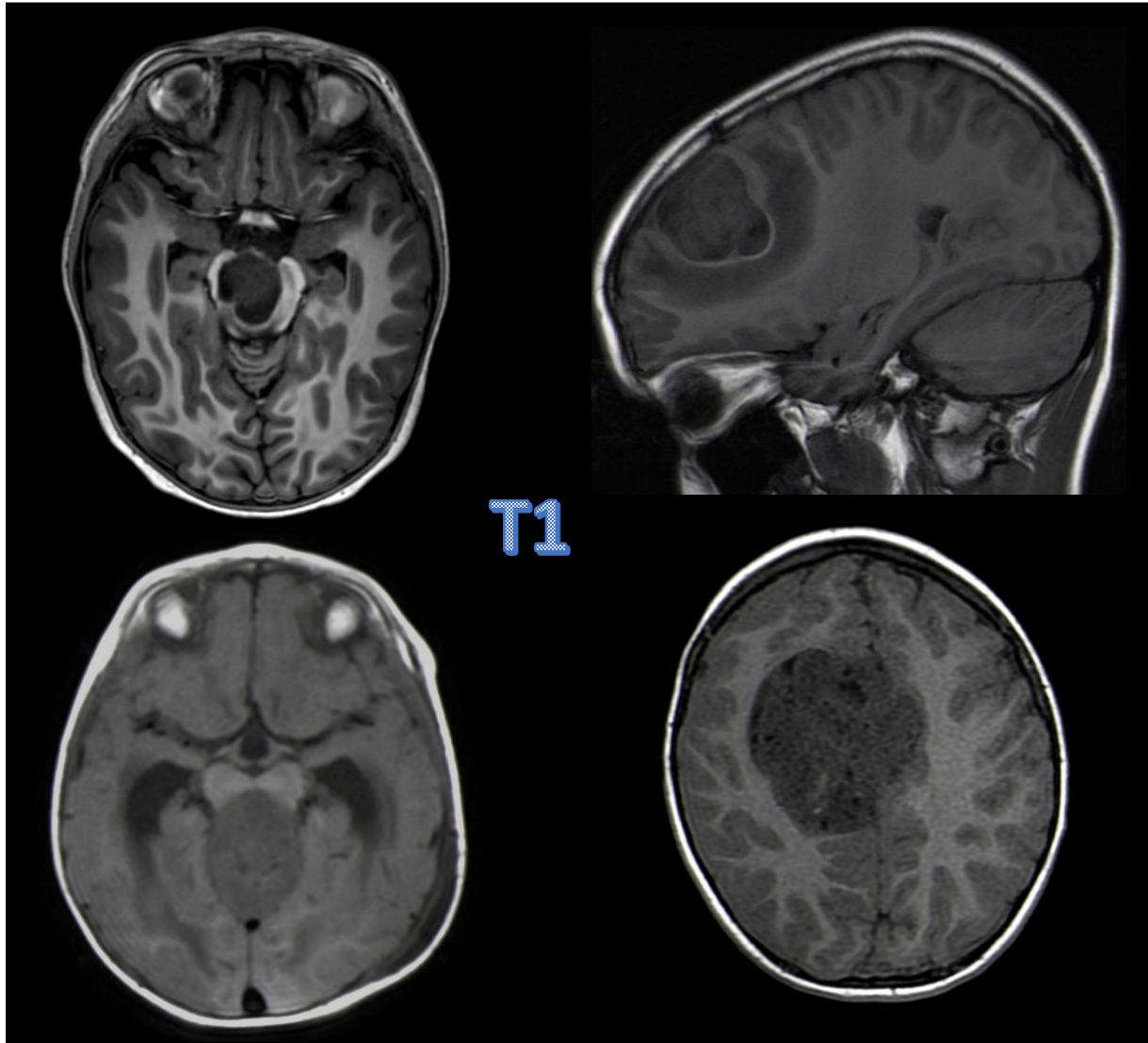
vs 2D



RM: semiología básica – T1

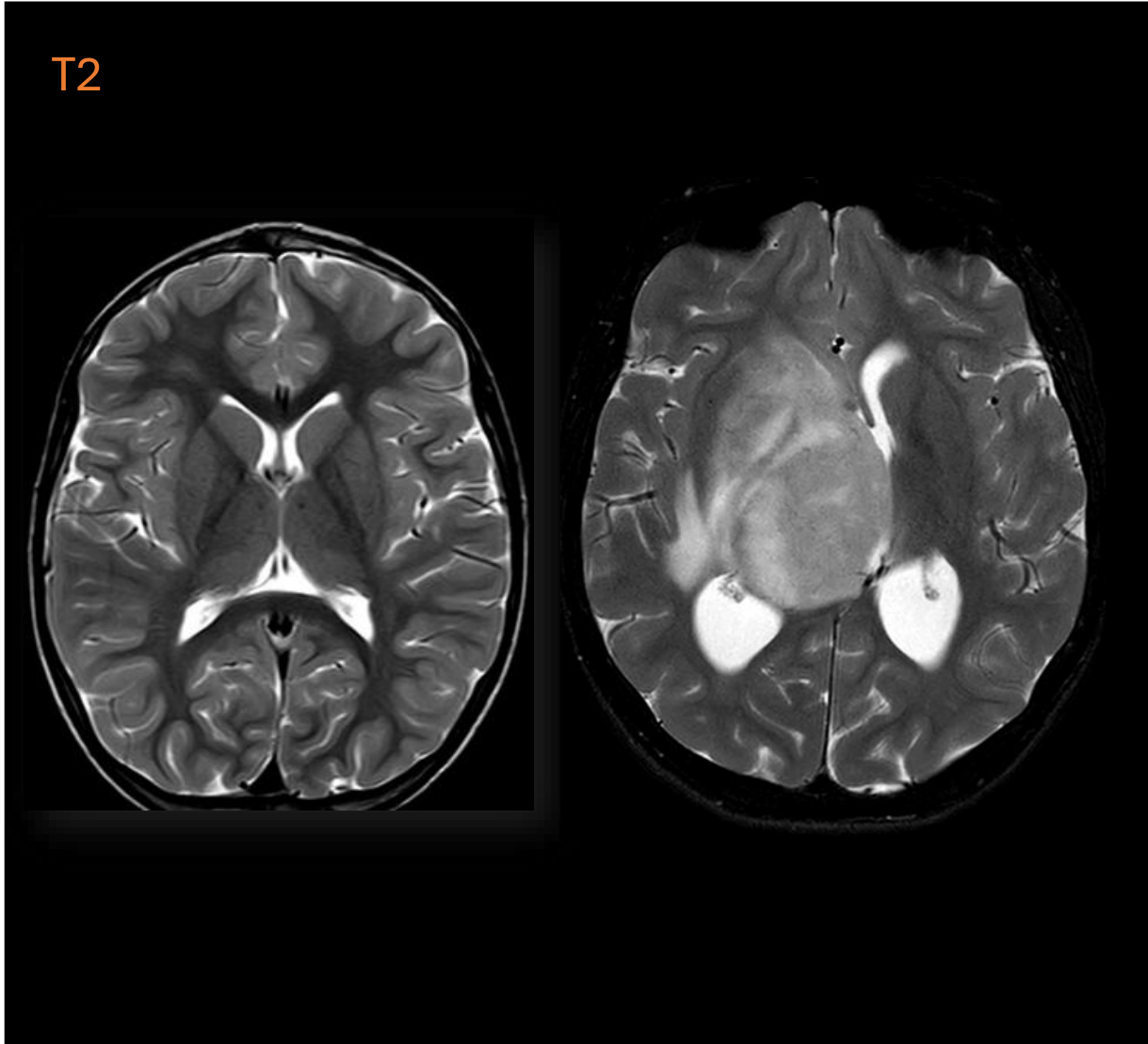


RM: semiología básica – T1

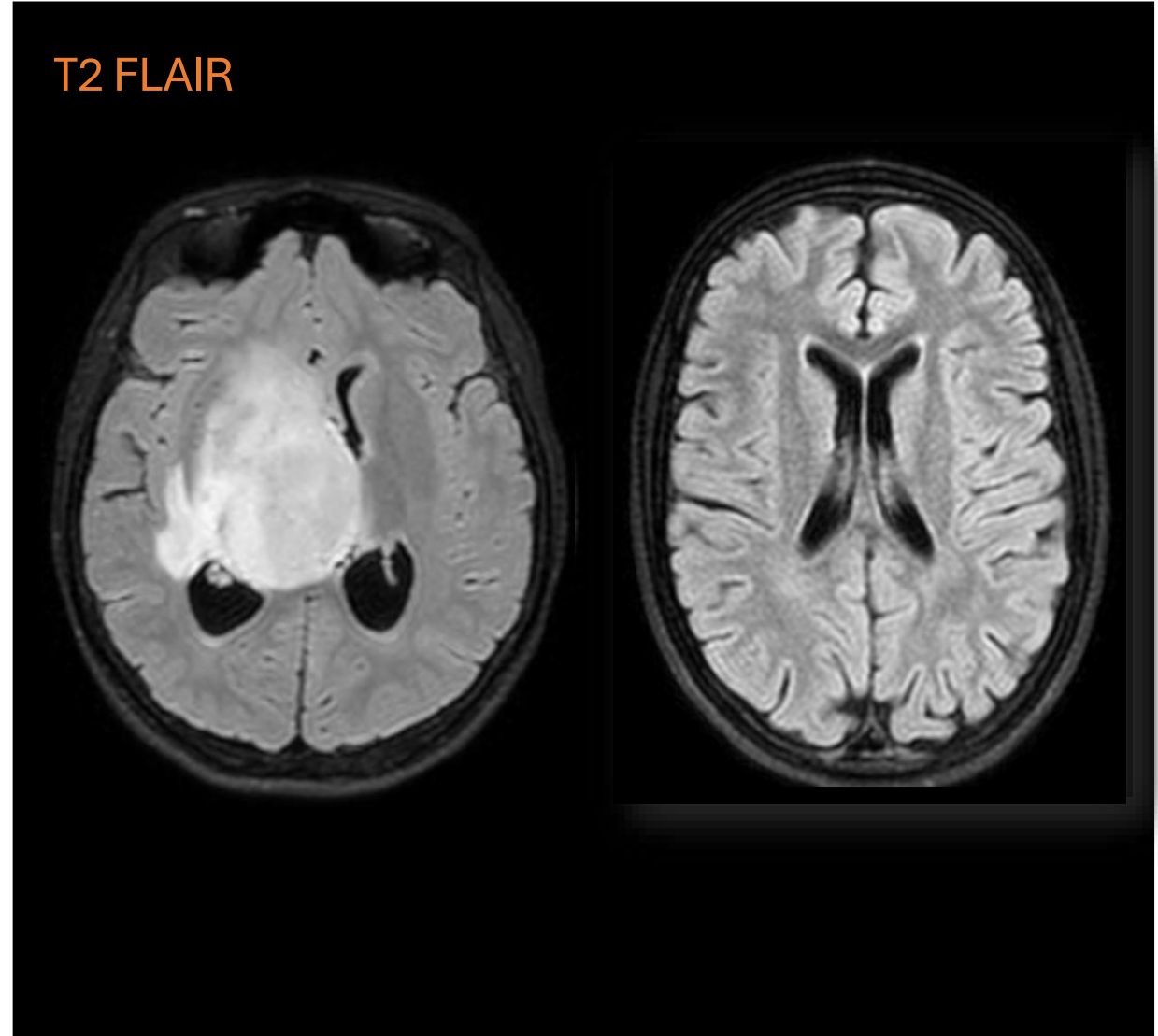


RM: semiología básica – T2 y T2 FLAIR

T2

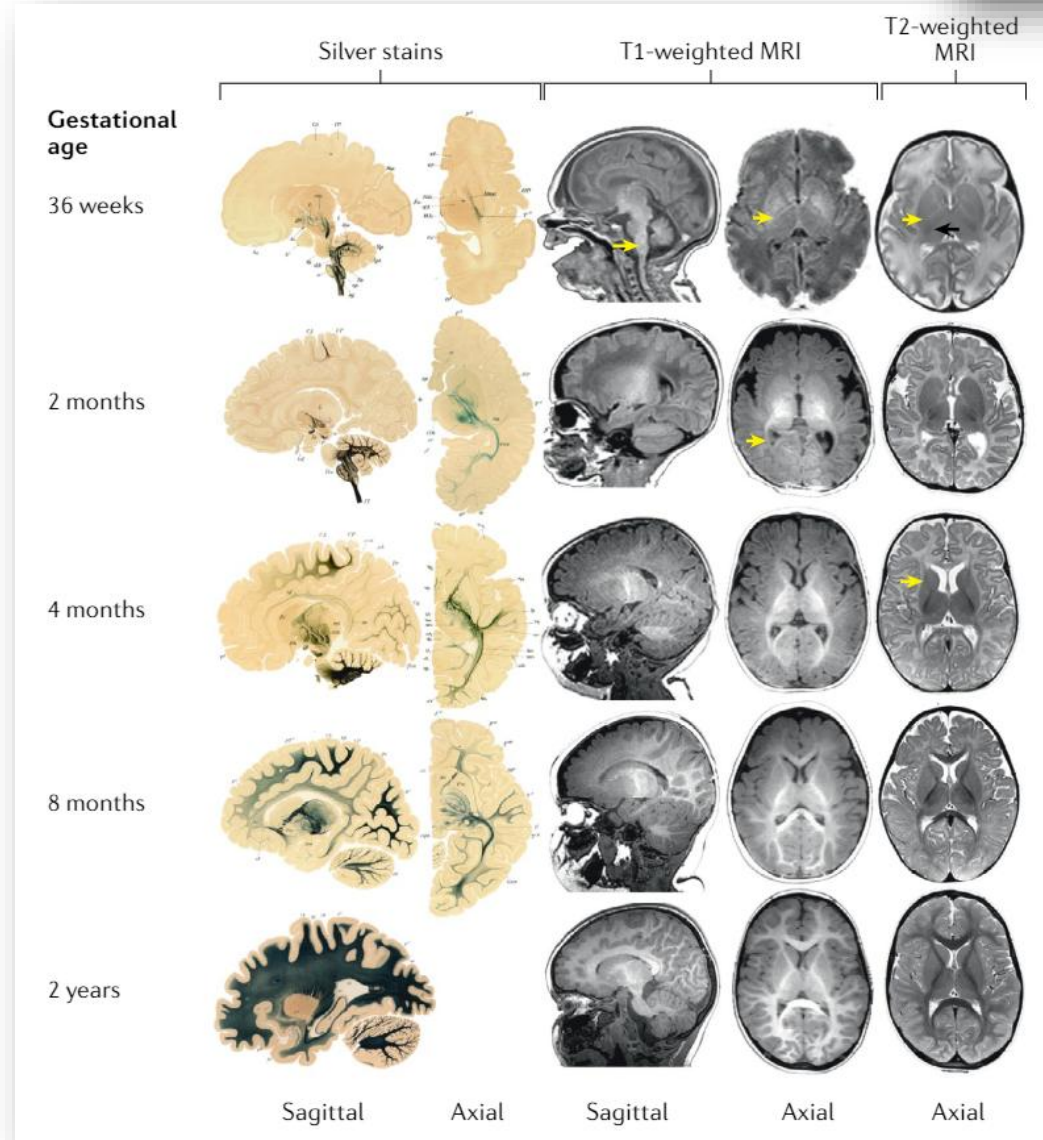
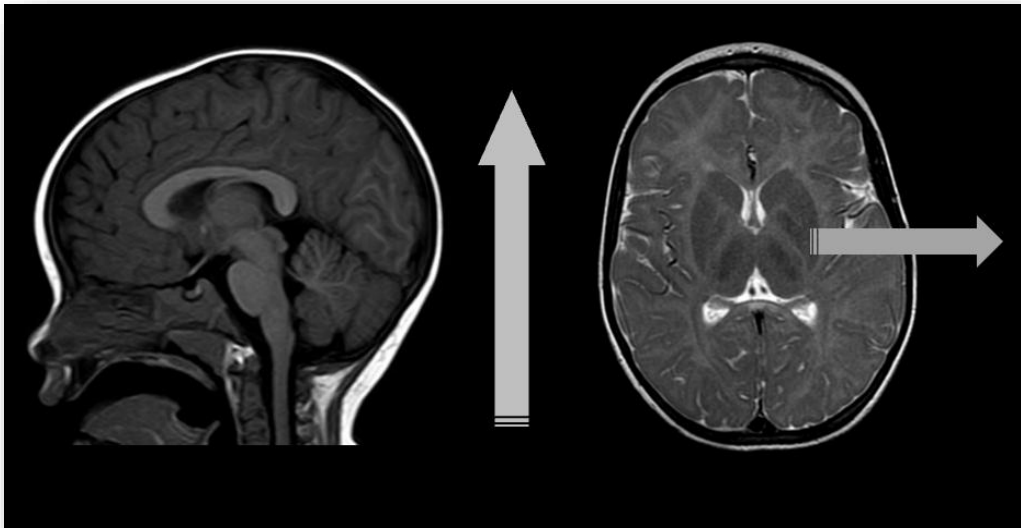


T2 FLAIR



RM: semiología básica

¡OJO A LA MIELINA!



Wolf, N. I., Ffrench-Constant, C. & Knaap, M. S. van der. Unravelling myelin biology. *Nat Rev Neurol* 1–16 (2020)

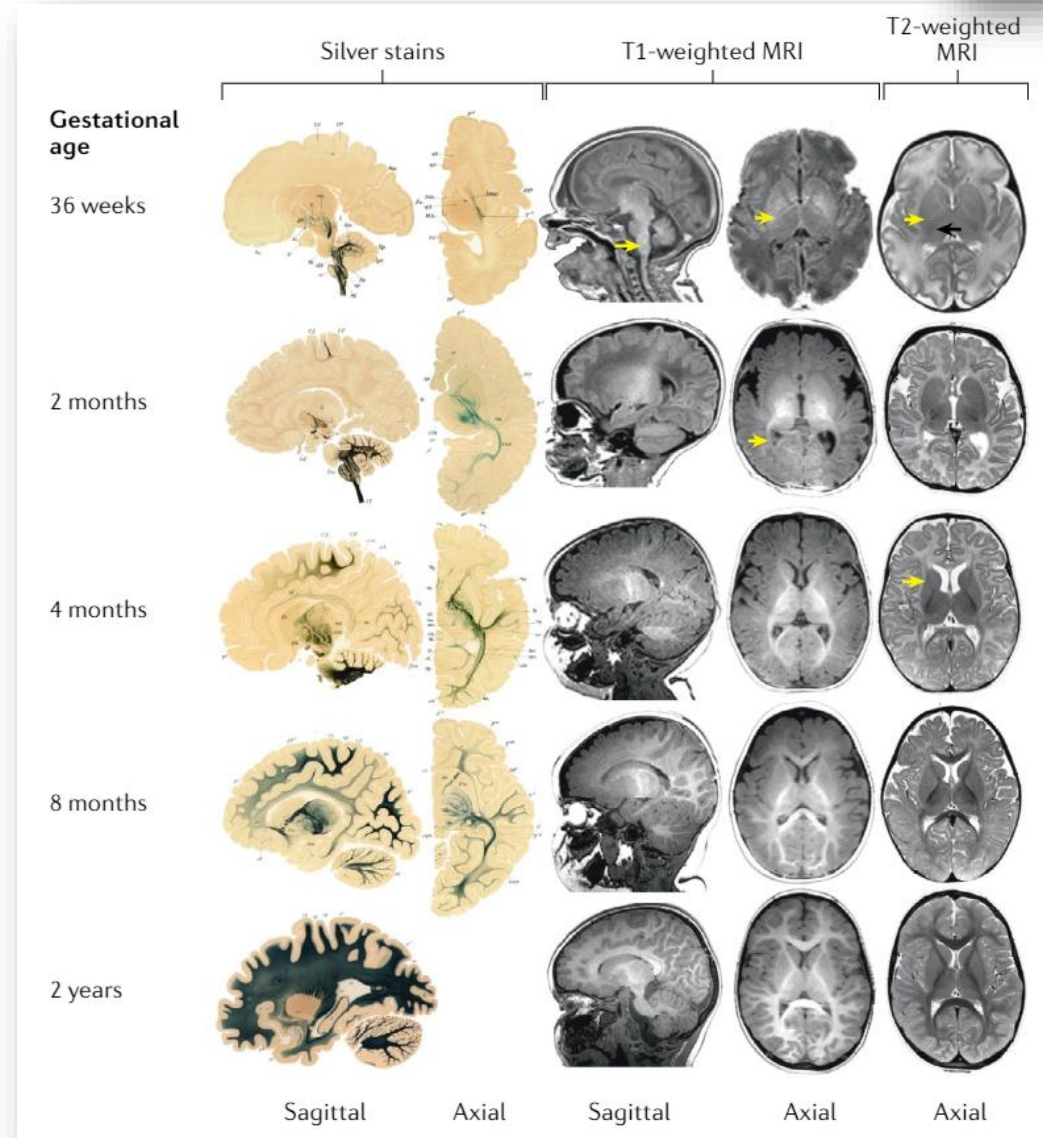
RM: semiología básica

T1
Mielinización acorta T1 de
forma rápida

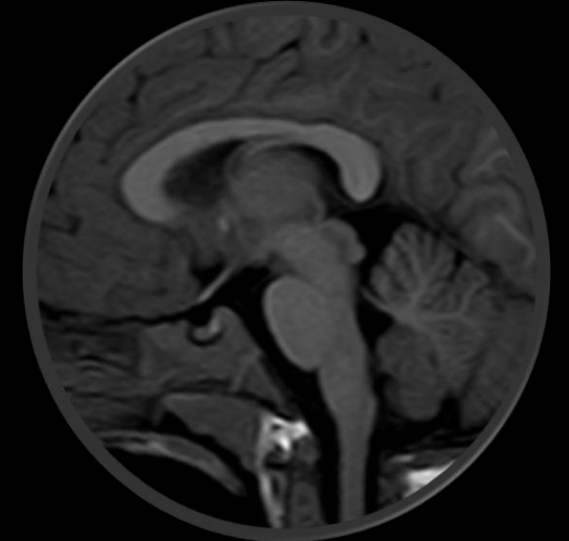
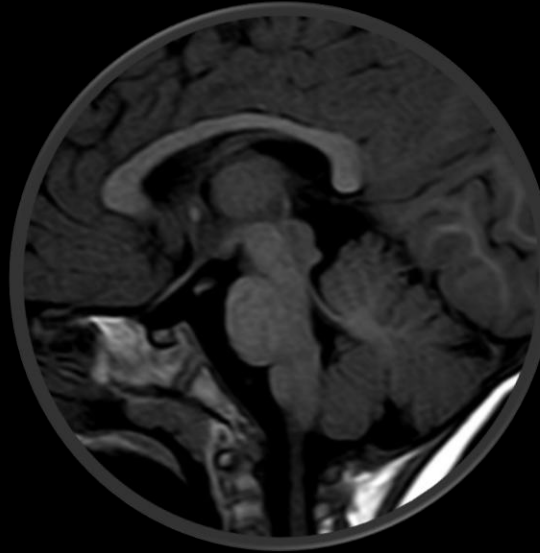
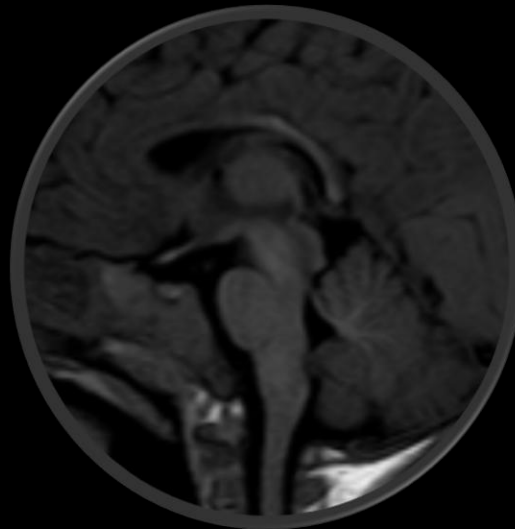
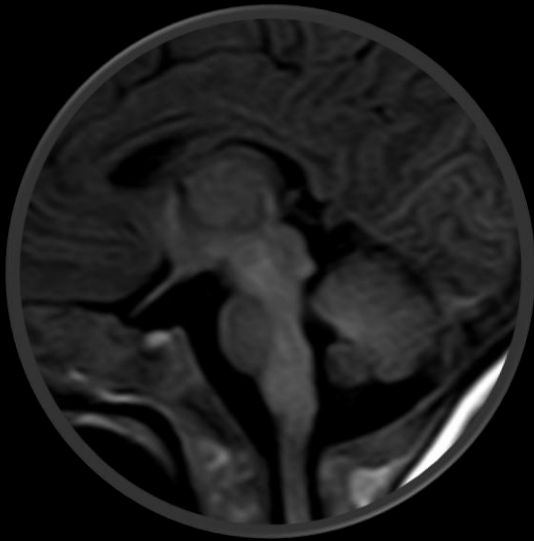
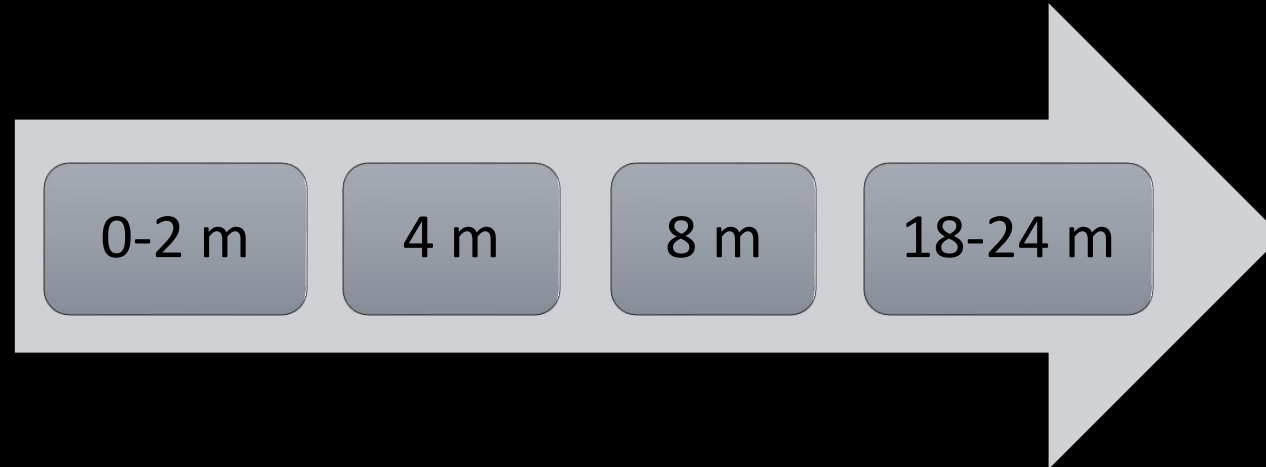
- “Presencia” de mielina
- Útiles 6-8 meses

T2
Mielinización acorta T2 de
forma gradual

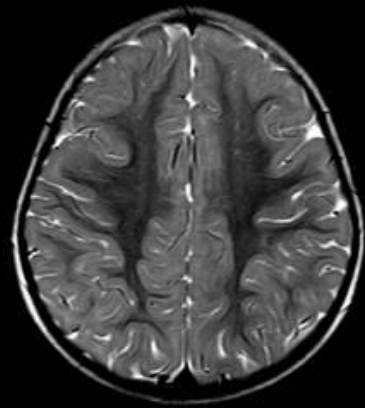
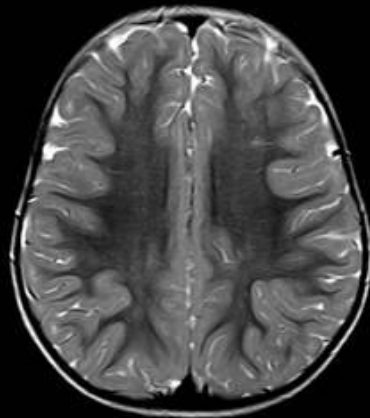
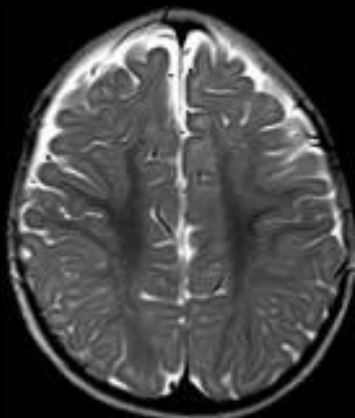
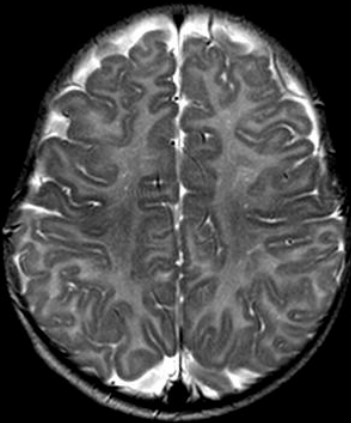
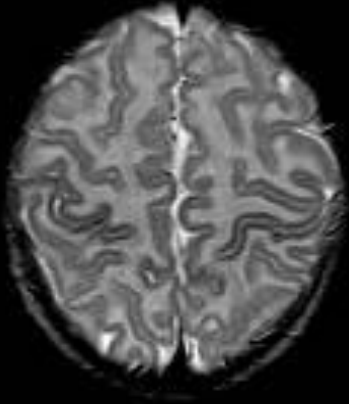
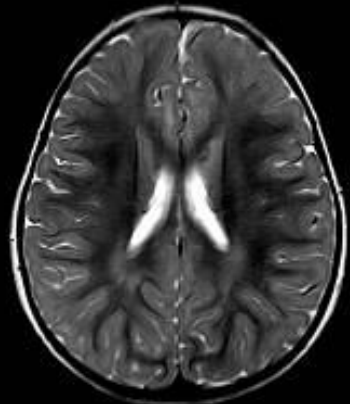
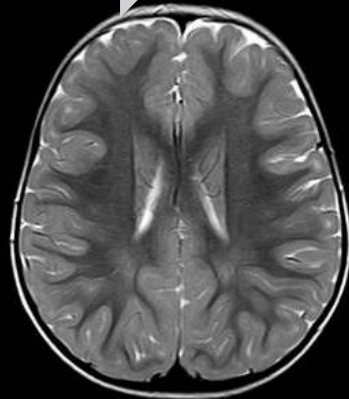
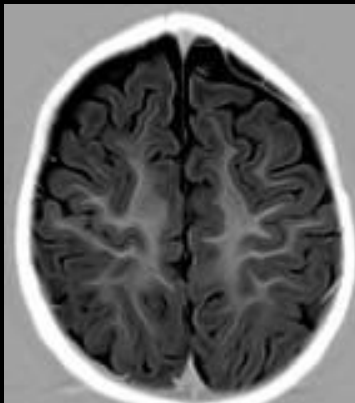
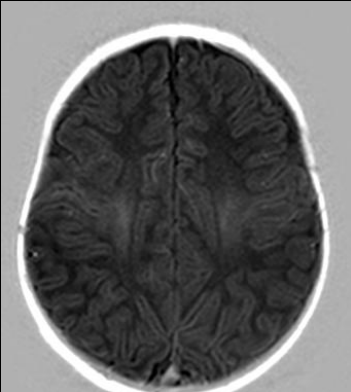
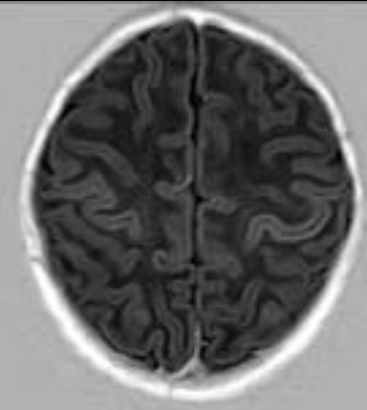
- “Cantidad” de mielina
- Proceso gradual hasta los 2 años



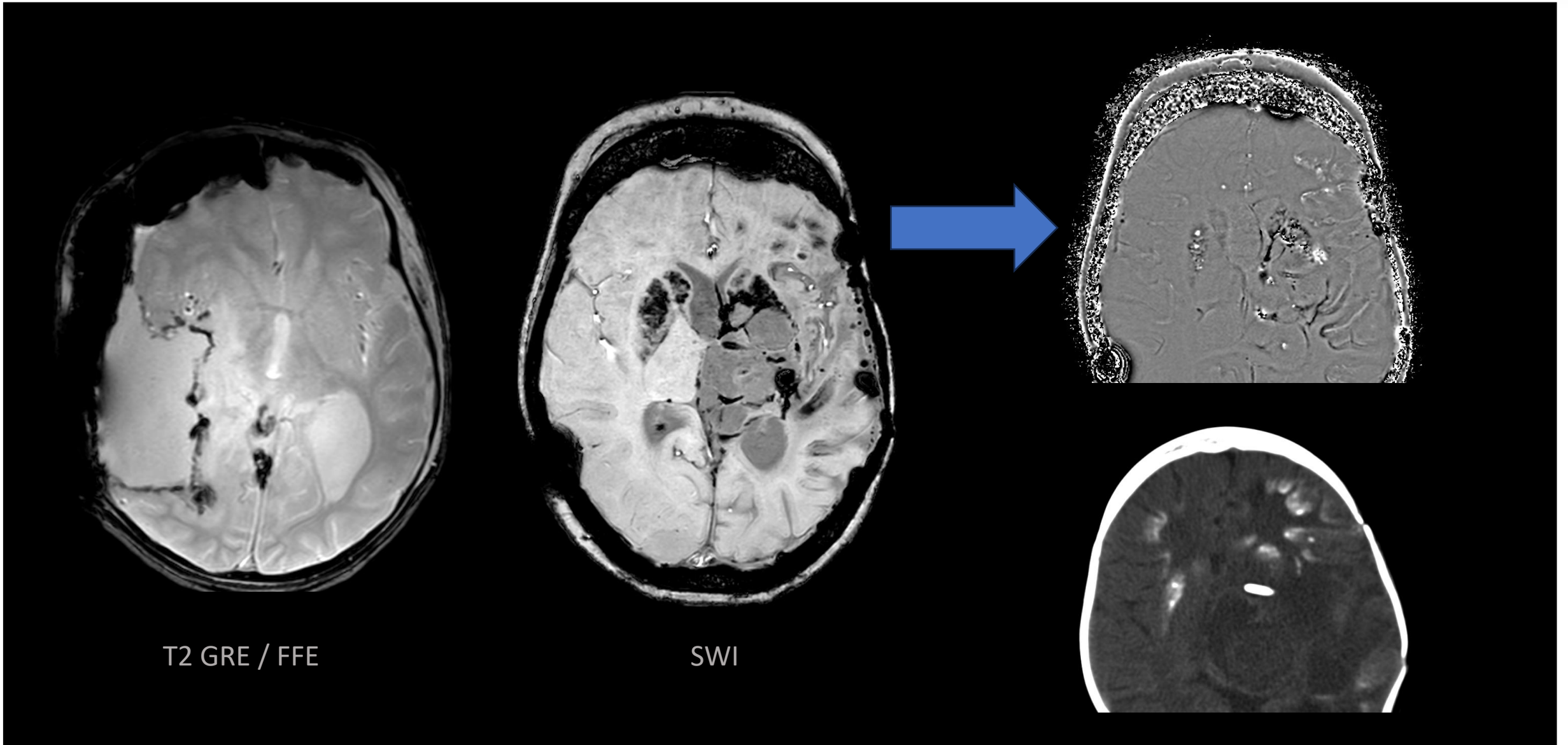
Cuerpo calloso



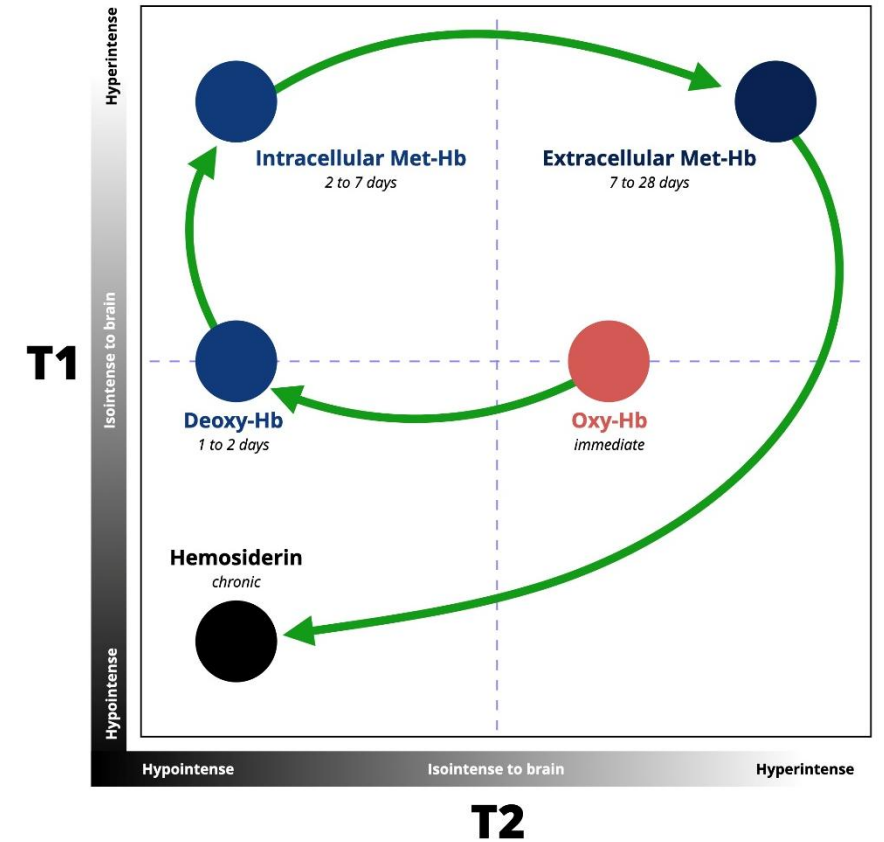
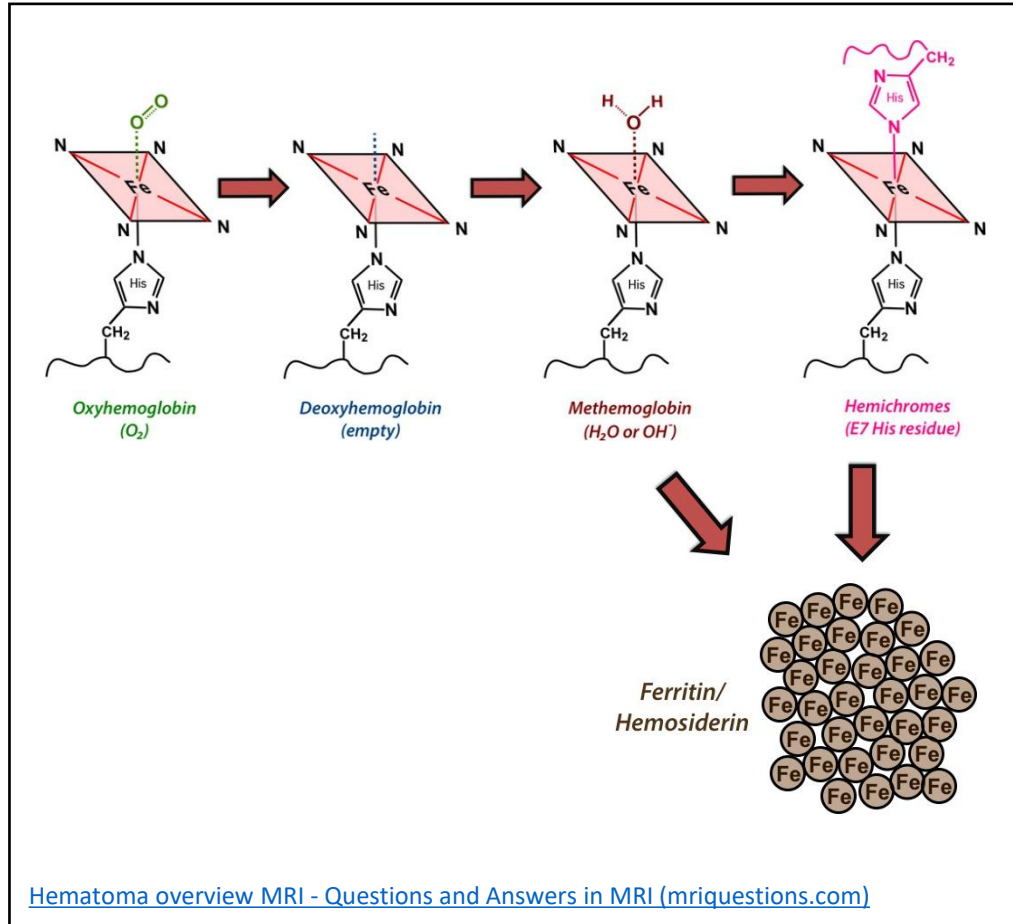
SB supratentorial



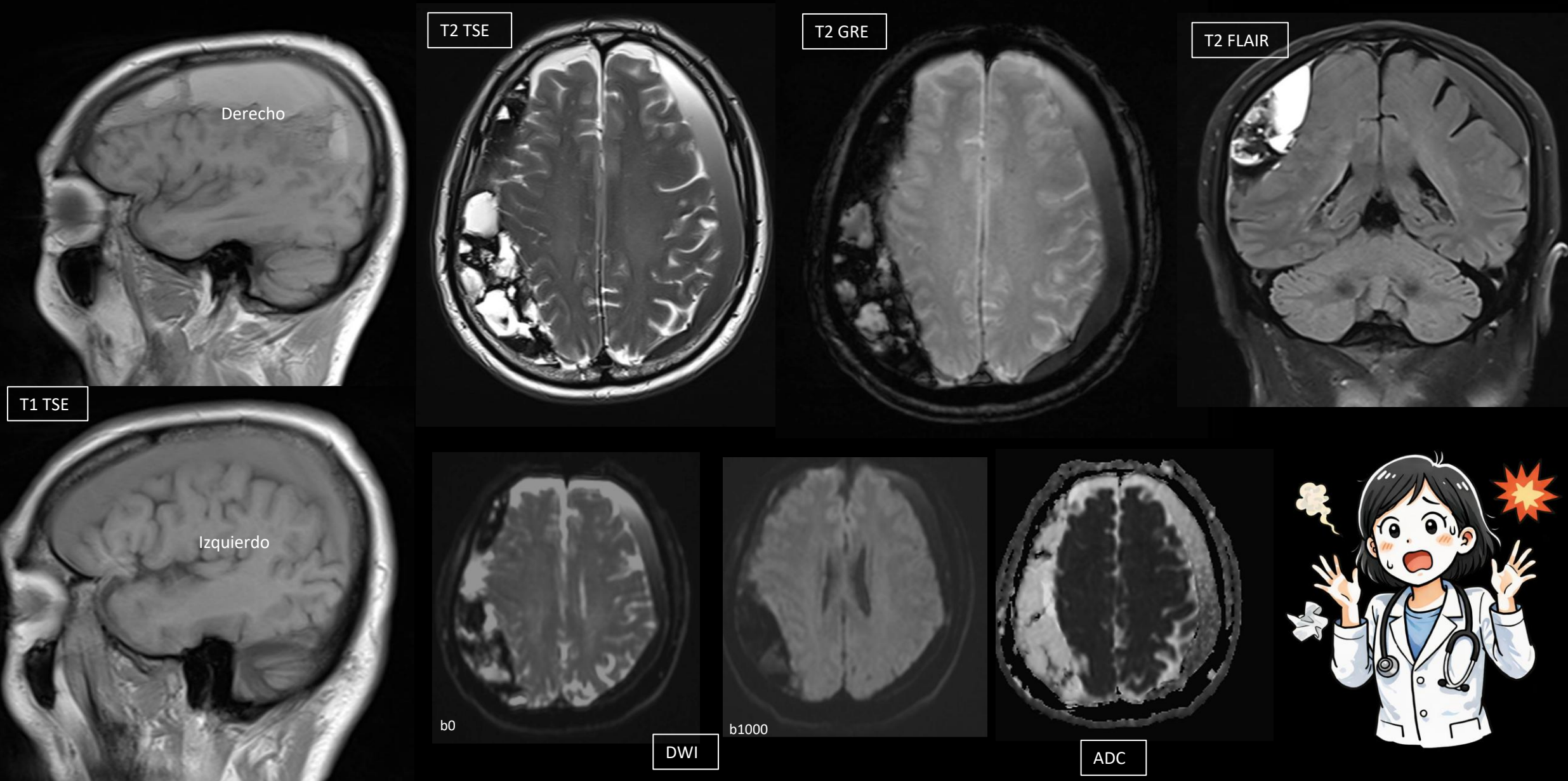
Semiología básica: otras secuencias de RM



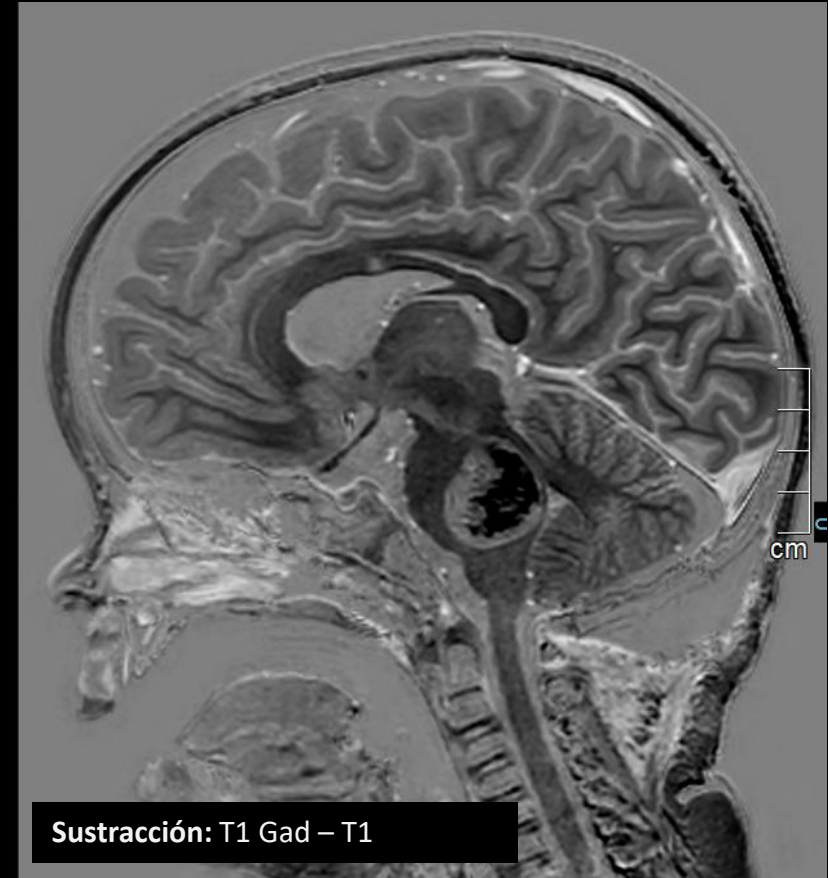
Sangre en RM (confusión asegurada)



Sangre en RM (confusión asegurada)



Sangre y realce



2 a, ETMR

Captación de contraste

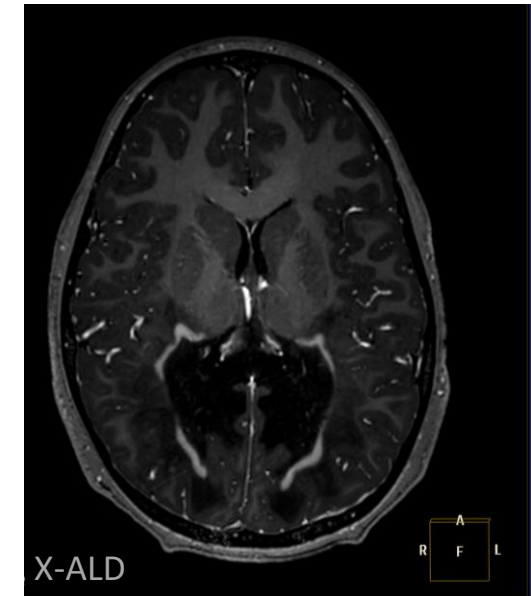
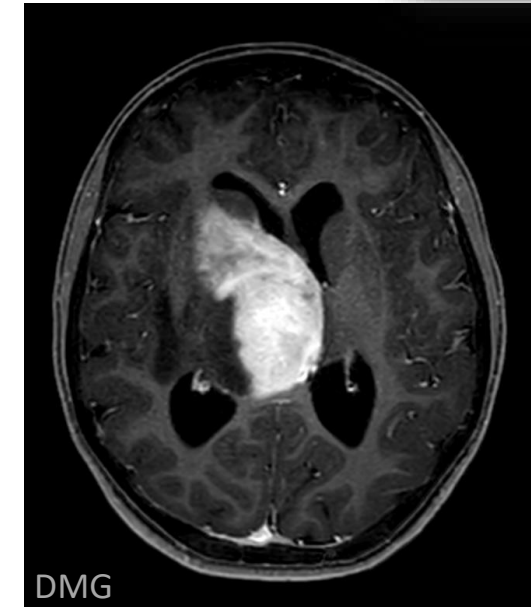
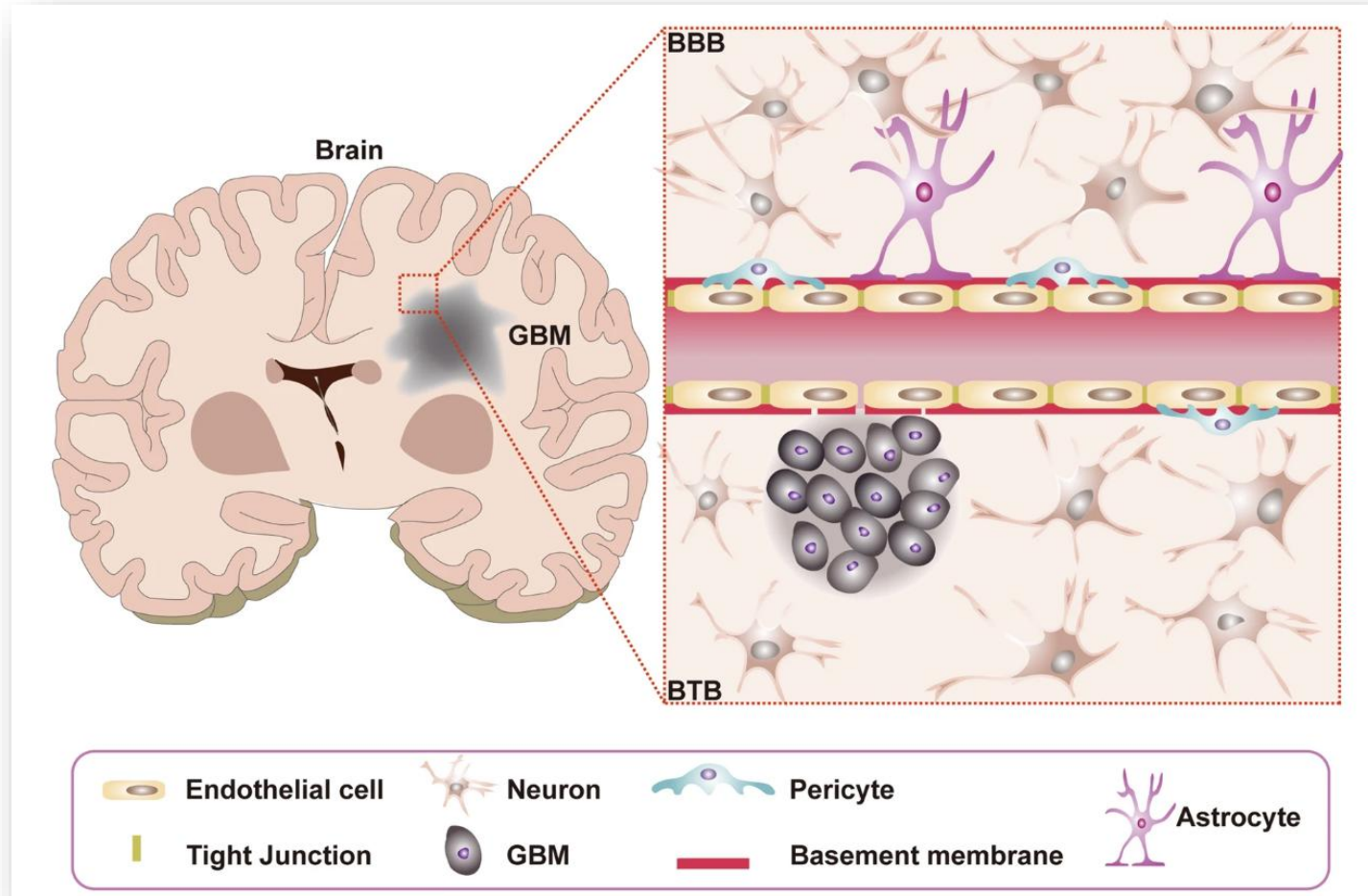
- Secuencias T1 tras la administración de gadolinio intravenoso
- ¿Cuándo?

Sospecha de patología inflamatoria-desmielinizante, infección, tumor

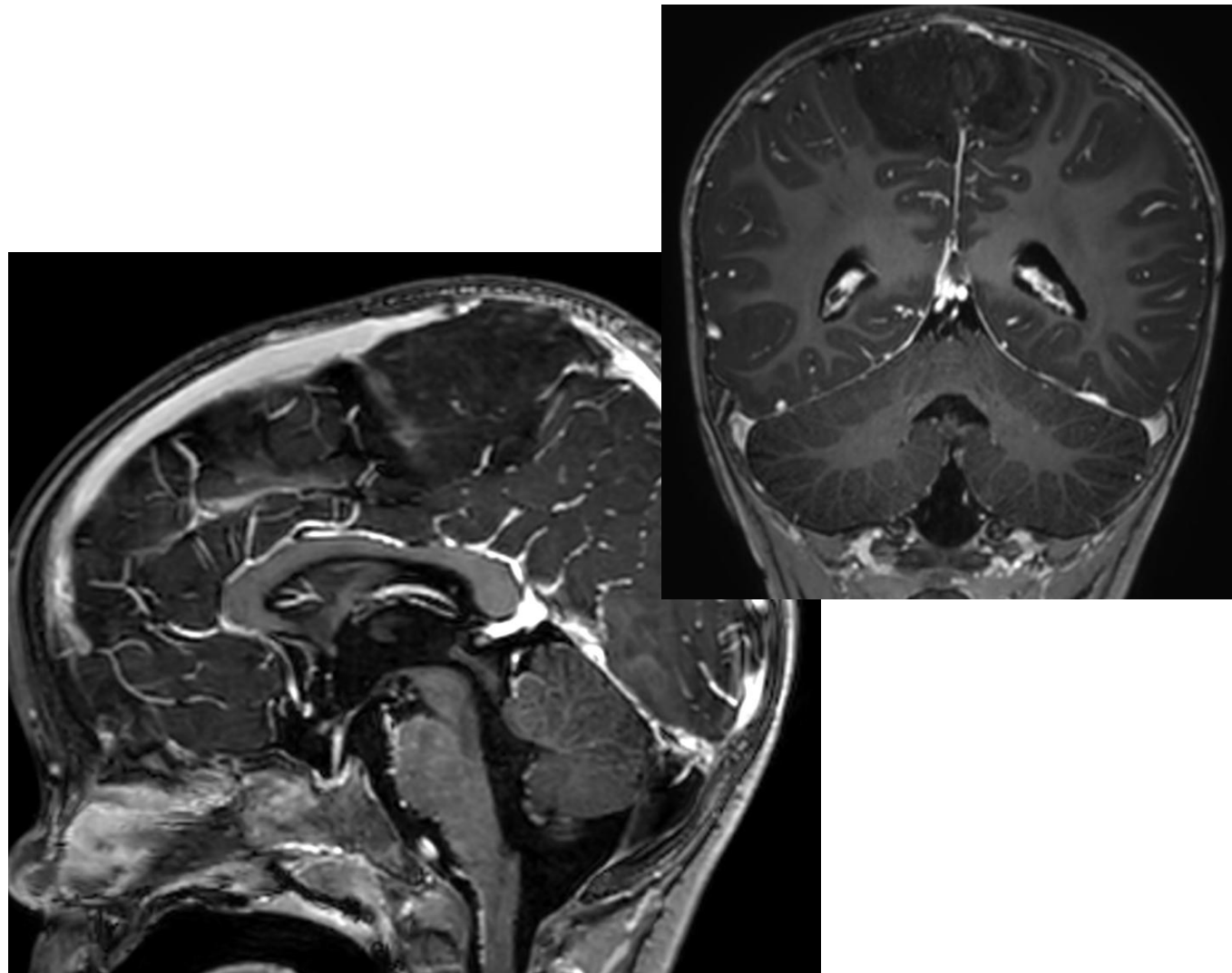
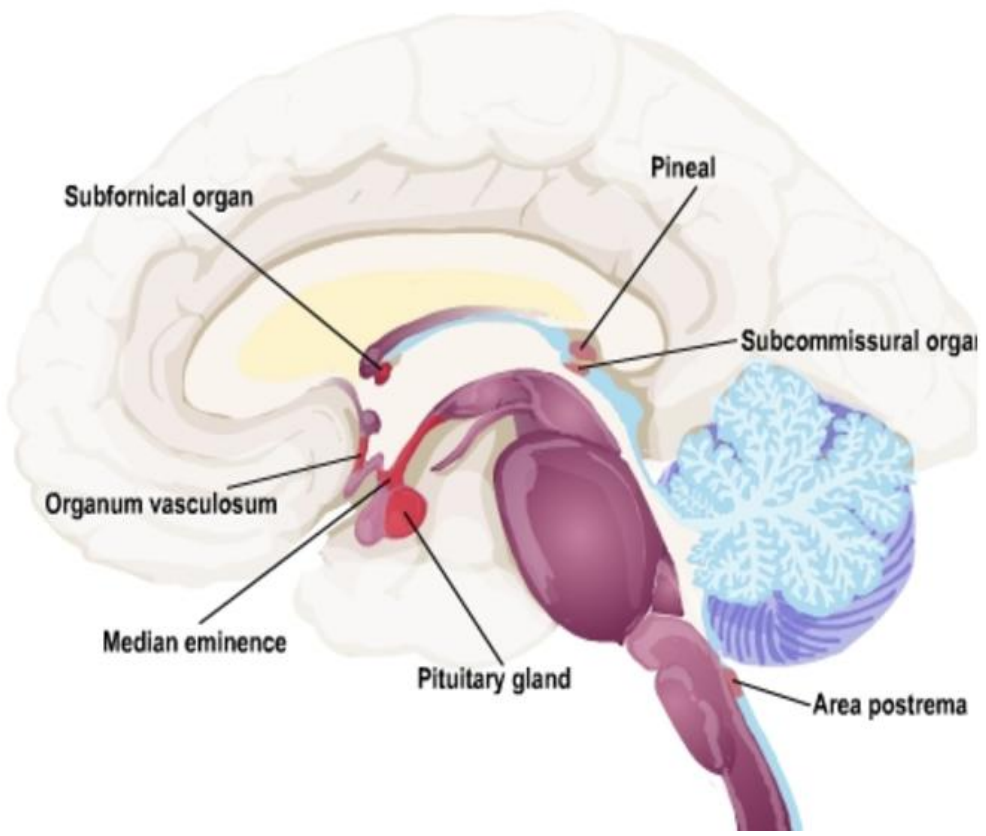


Rotura de la barrera hemato-encefálica

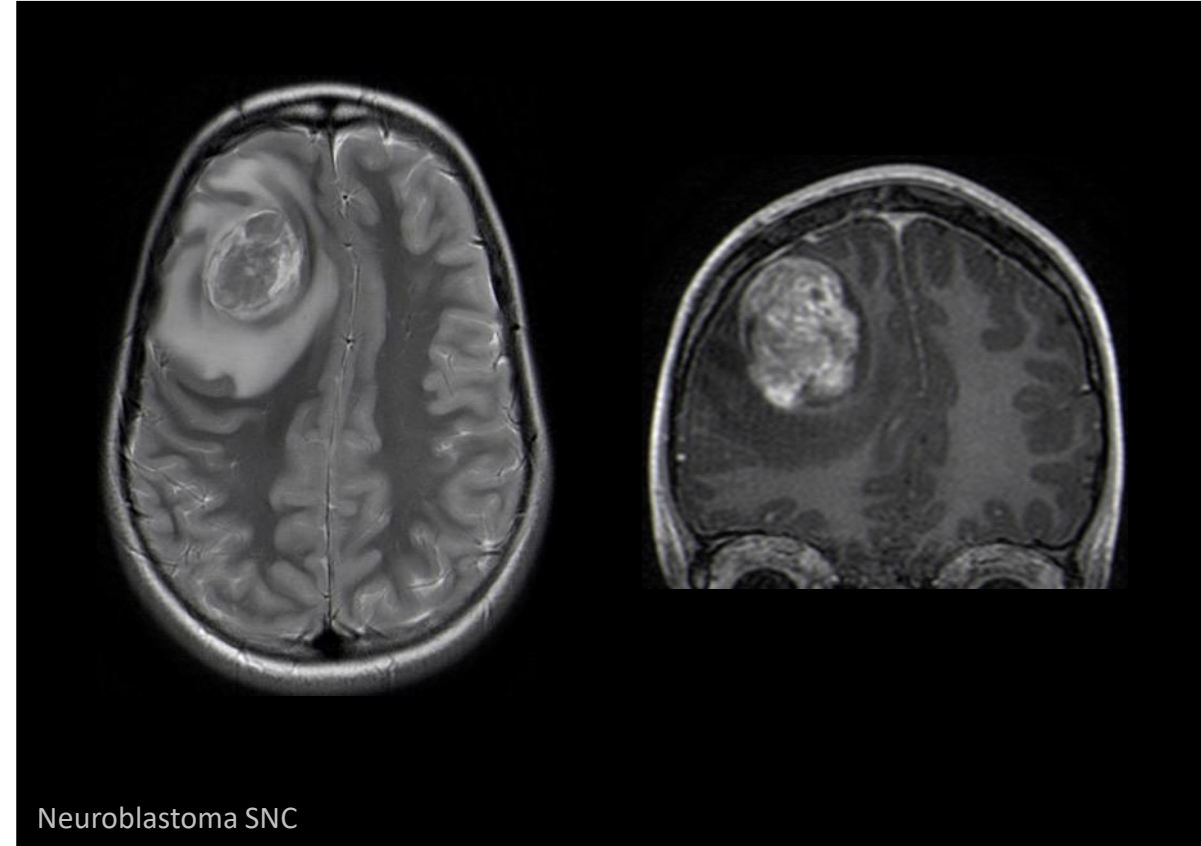
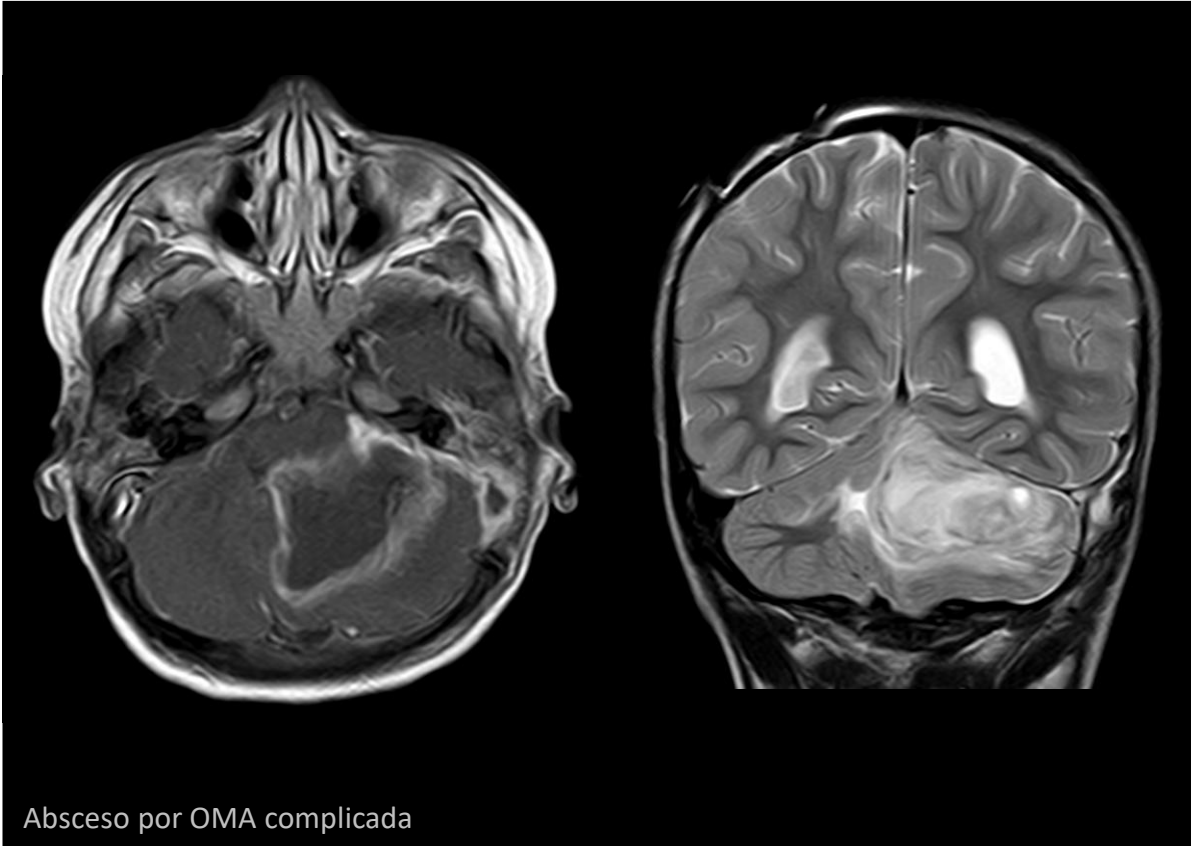
Captación de contraste = rotura de la barrera hematoencefálica



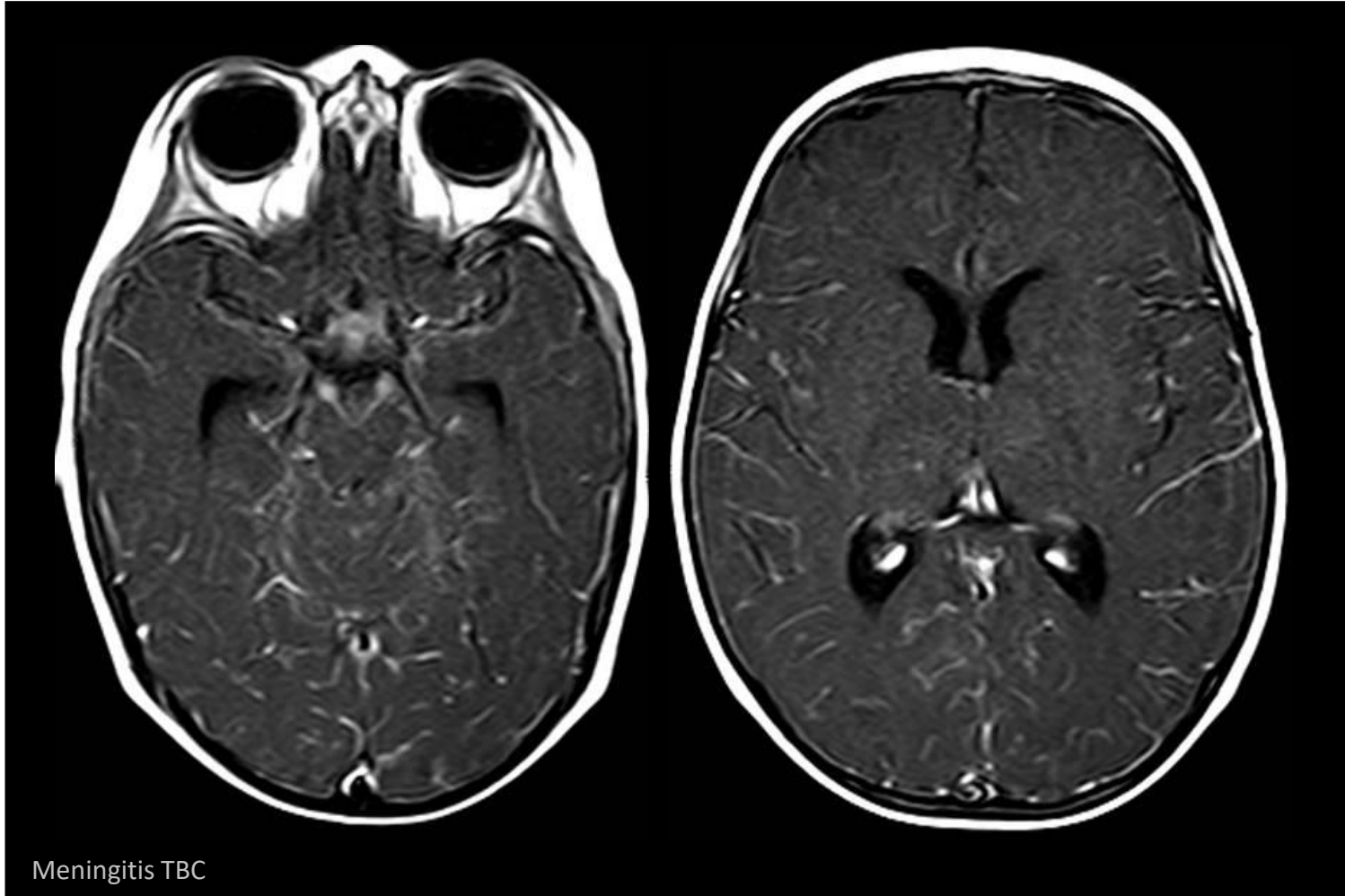
Captación de contraste = rotura de la barrera hematoencefálica



Captación de contraste = rotura de la barrera hematoencefálica

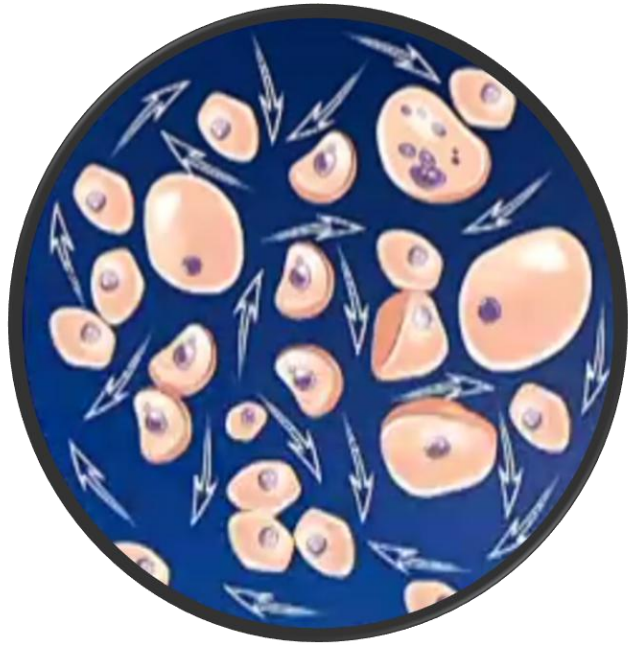


Captación de contraste en leptomeninges

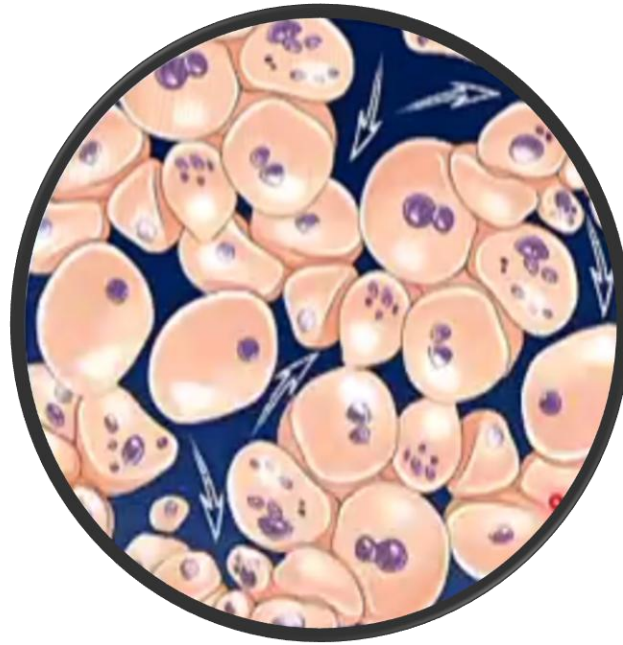


Difusión: DWI (Diffusion Weighted Imaging)

Secuencias DWI: sensibles al movimiento microscópico aleatorio de las moléculas de agua extracelular en el espacio intersticial



Normal: agua difundiéndose libremente en espacio extracelular

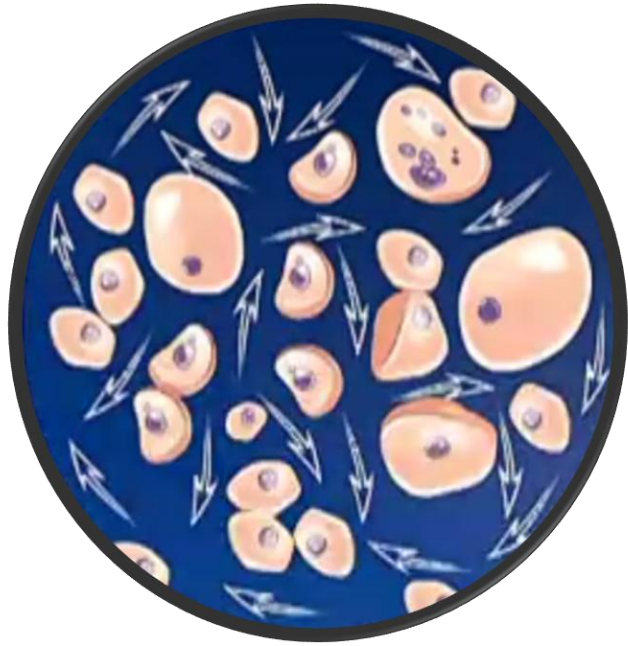


Difusión restringida: edema citotóxico, aumento de celularidad

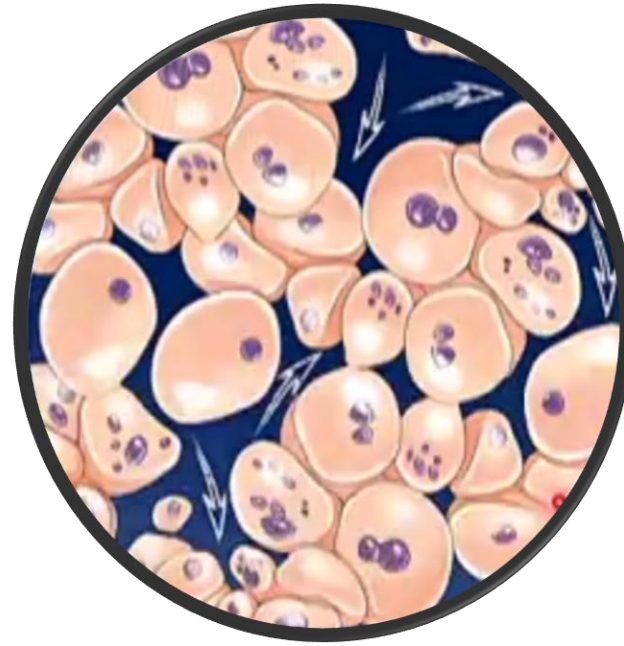
- Capacidad de detectar en fase precoz lesiones isquémicas
- Diferenciar isquemia aguda/isquemia crónica
- Otras aplicaciones:
 - “Densidad celular”. Tumores
 - Abscesos

Difusión: DWI (Diffusion Weighted Imaging)

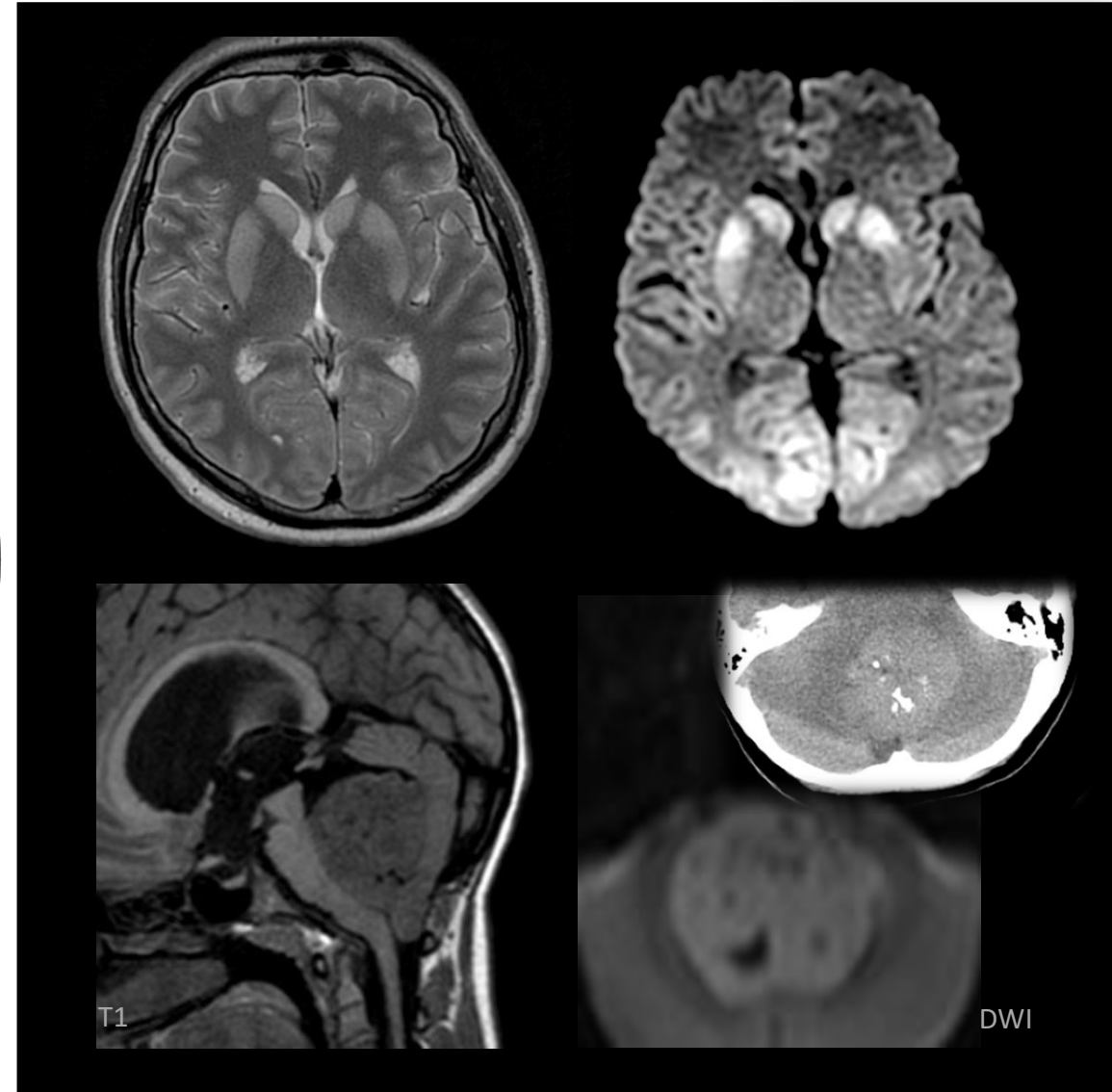
Secuencias DWI: sensibles al movimiento microscópico aleatorio de las moléculas de agua extracelular en el espacio intersticial



Normal: agua difundiéndose libremente en espacio extracelular

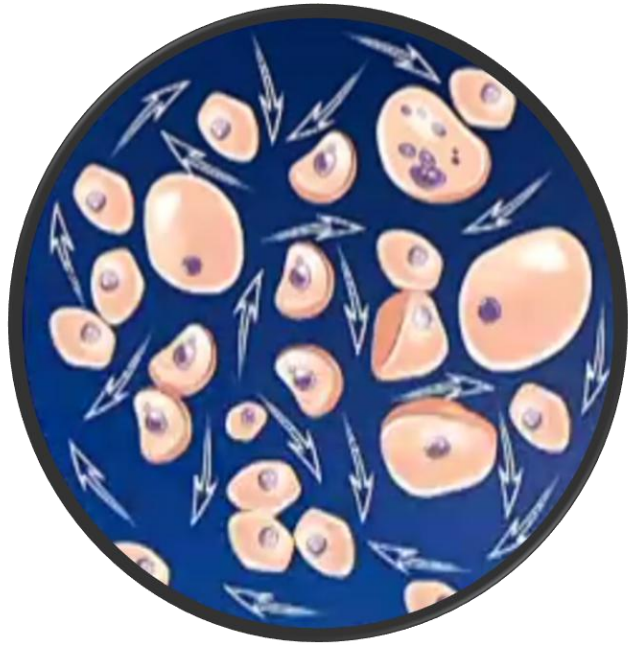


Difusión restringida: edema citotóxico, aumento de celularidad

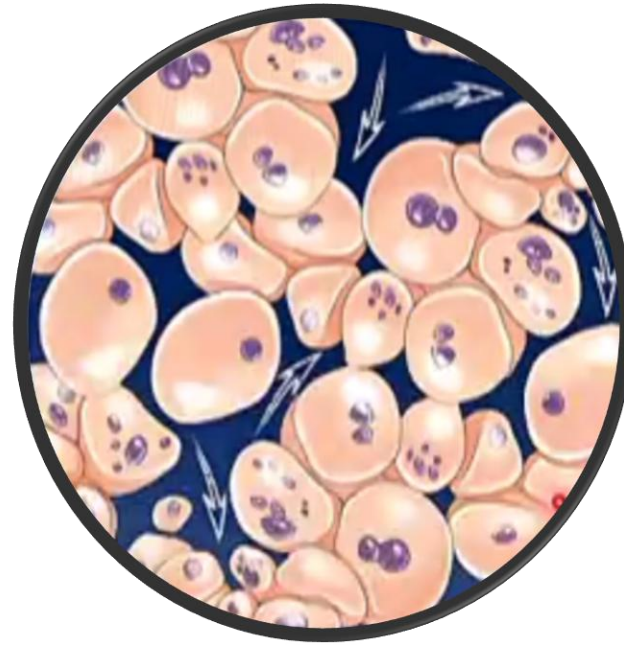


Difusión: DWI (Diffusion Weighted Imaging)

Secuencias DWI: sensibles al movimiento microscópico aleatorio de las moléculas de agua extracelular en el espacio intersticial




Normal: agua difundiéndose libremente en espacio extracelular



Difusión restringida: edema citotóxico, aumento de celularidad



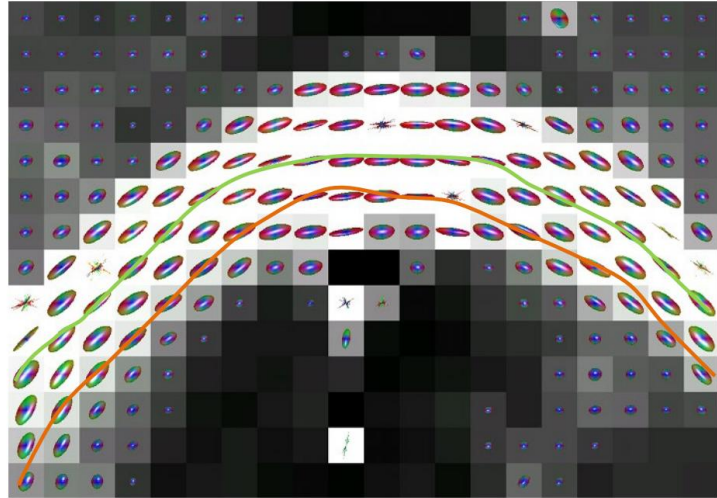
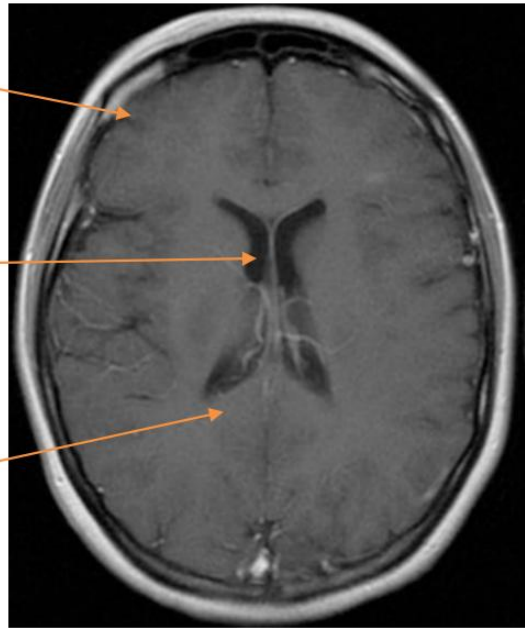
Difusión: DWI vs DTI (Diffusion Tensor Imaging)



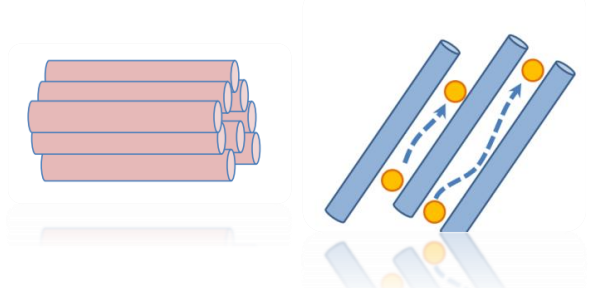
Sustancia gris

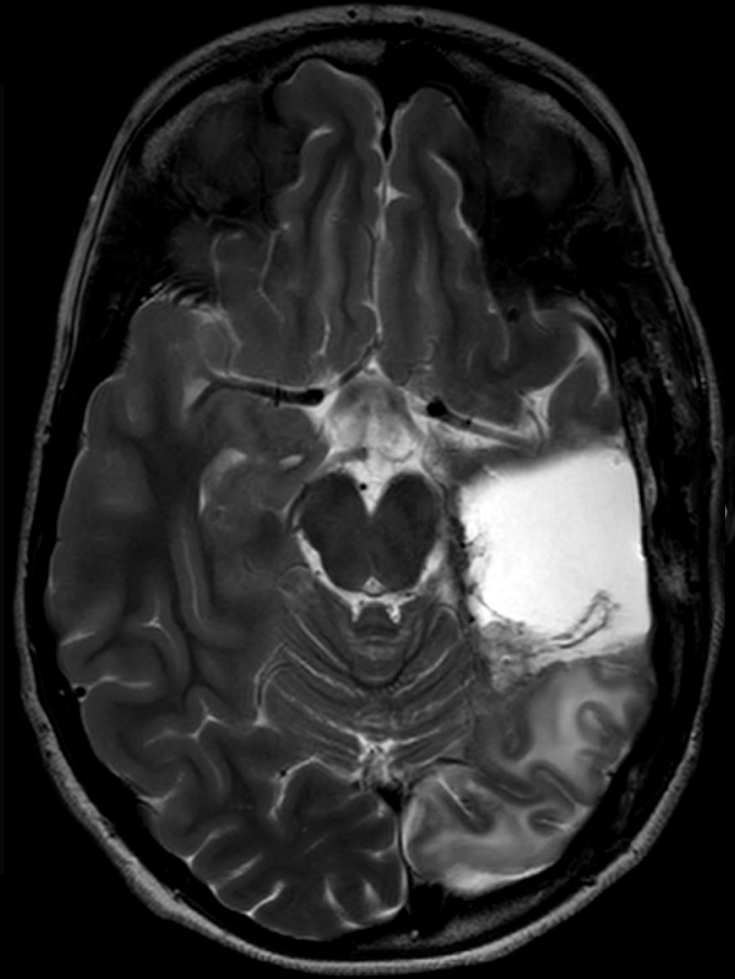
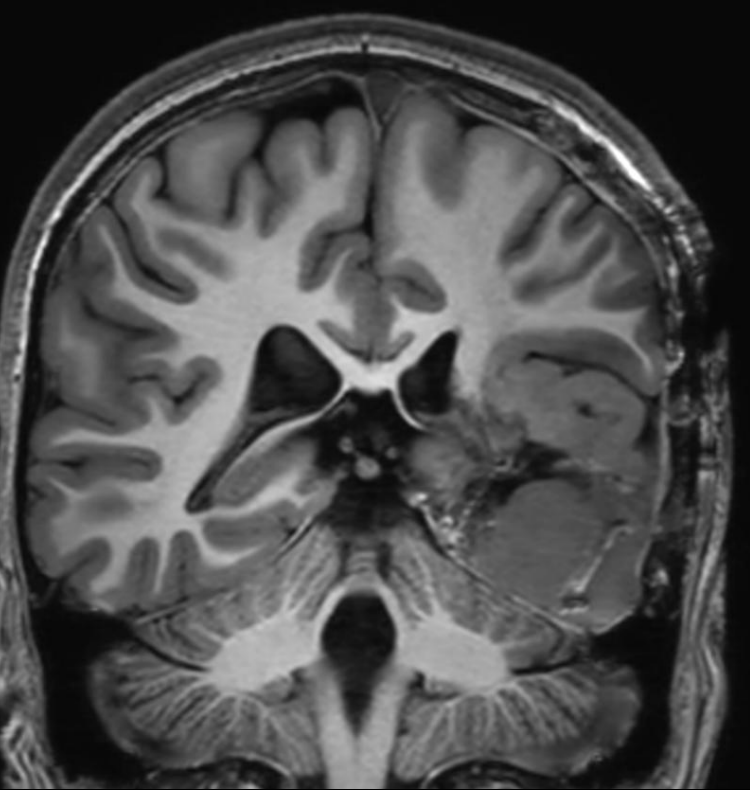
CSF

Sustancia blanca



- Los tensores nos señalan las direcciones de máxima difusión
- Siguiendo estas direcciones , vemos la dirección de las fibras



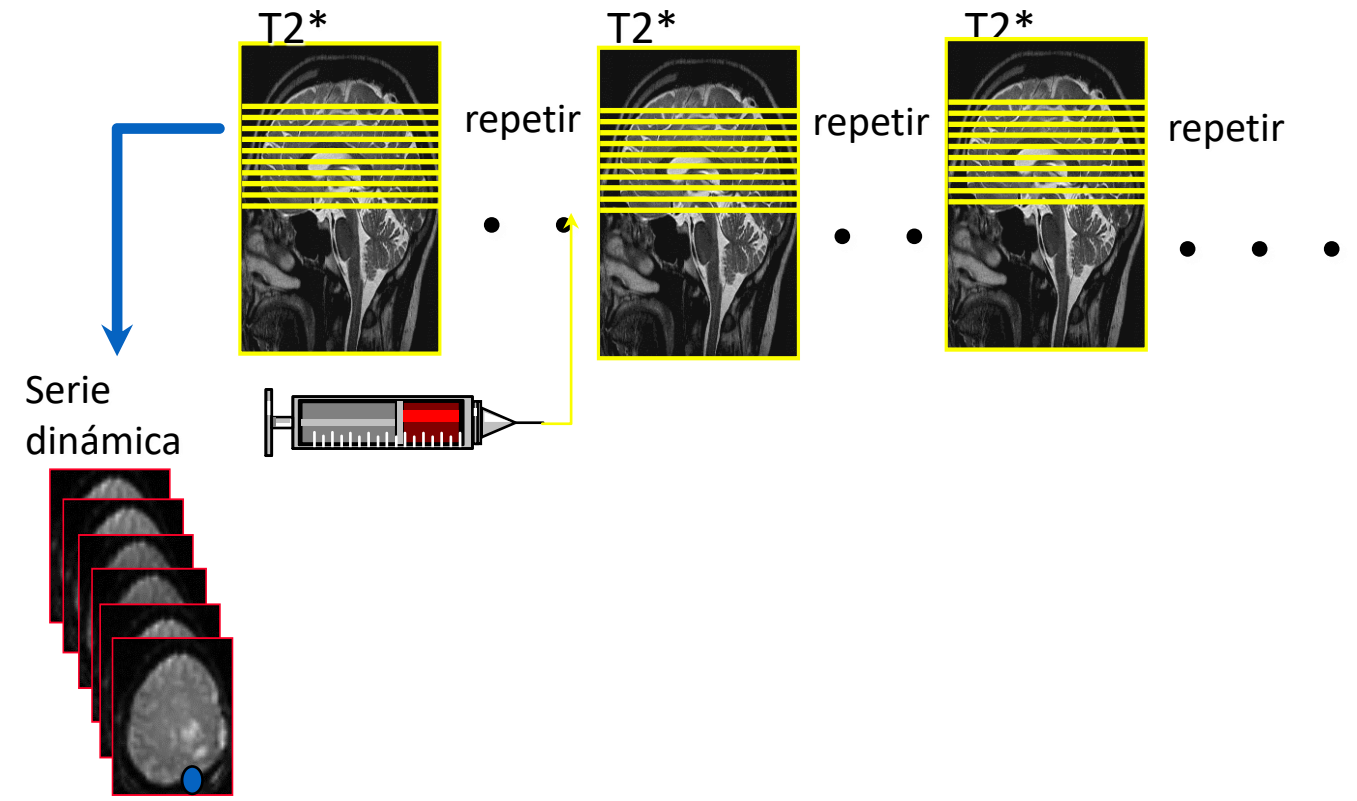


Perfusión por RM: con contraste (T2*, DSC)

Para medir Perfusión analizamos el “lavado” de contraste: ESTUDIO HEMODINÁMICO

Contraste i.v. y obtención ultrarrápida de imágenes potenciadas en T2 para valorar el paso por la red capilar parenquimatosa

El contraste provoca una caída de la señal en T2 en el tejido normalmente perfundido

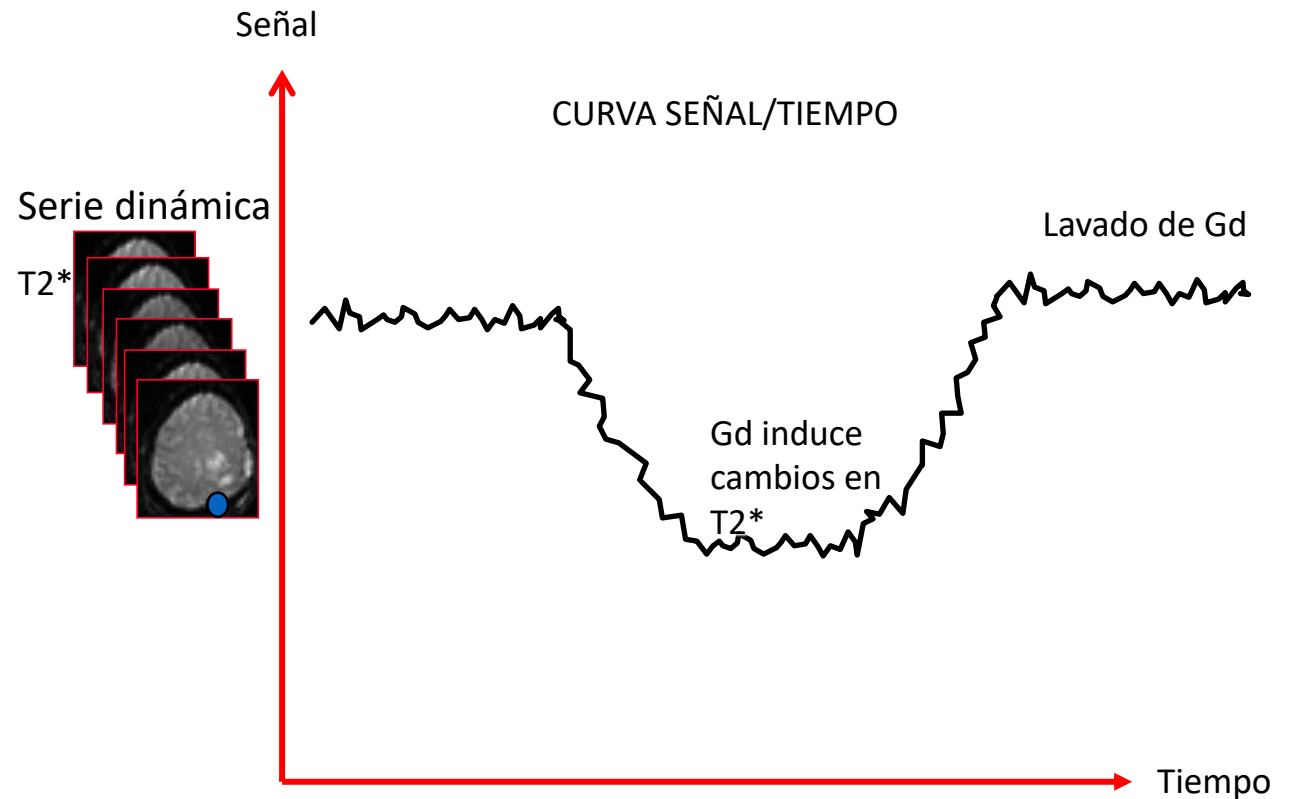


Perfusión por RM: con contraste (T2*, DSC)

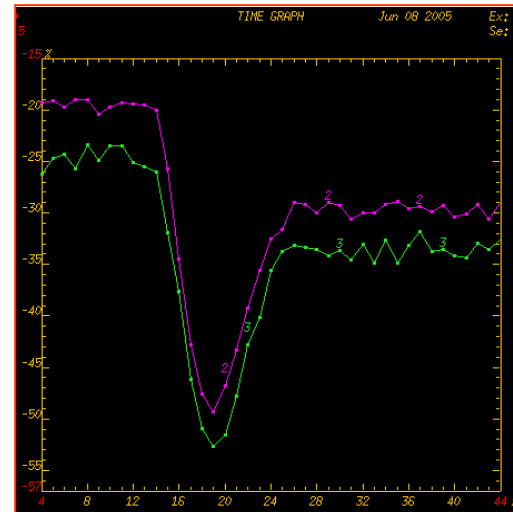
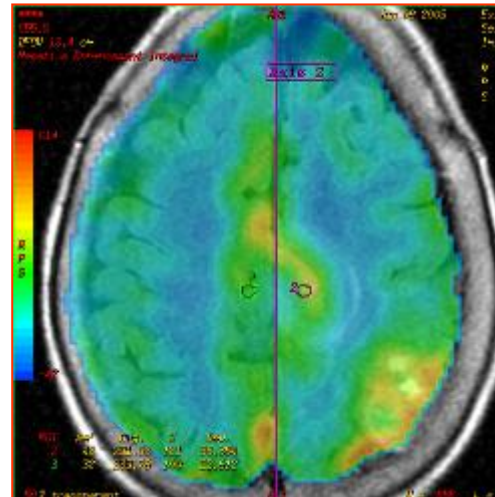
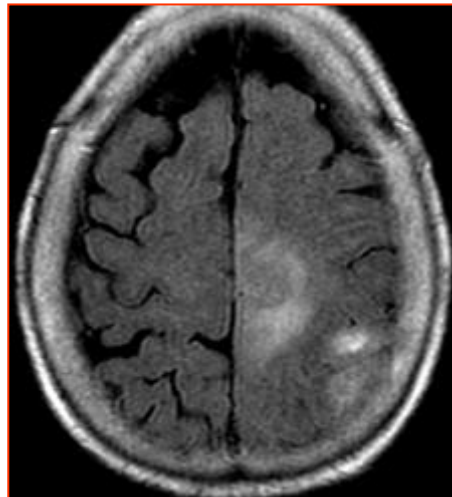
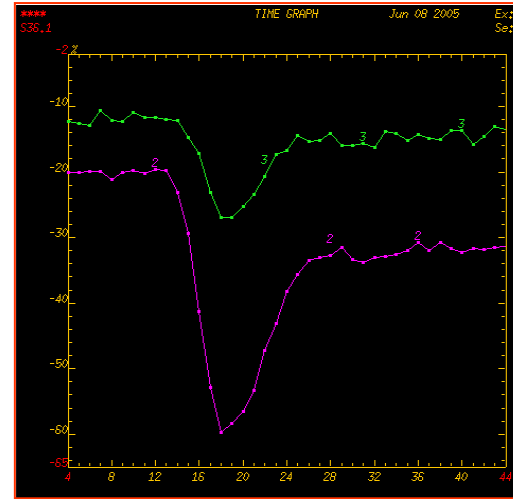
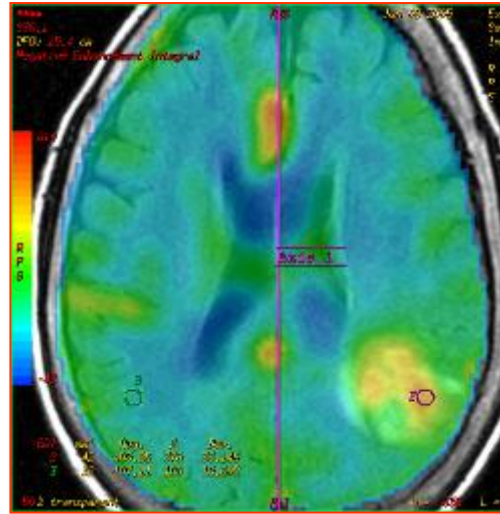
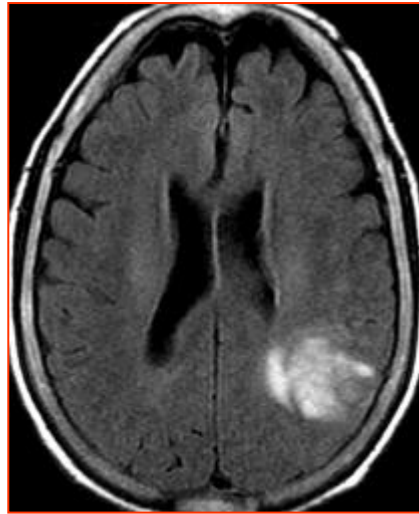
Para medir Perfusión analizamos el “lavado” de contraste: ESTUDIO HEMODINÁMICO

Contraste i.v. y obtención ultrarrápida de imágenes potenciadas en T2 para valorar el paso por la red capilar parenquimatosa

El contraste provoca una caída de la señal en T2 en el tejido normalmente perfundido

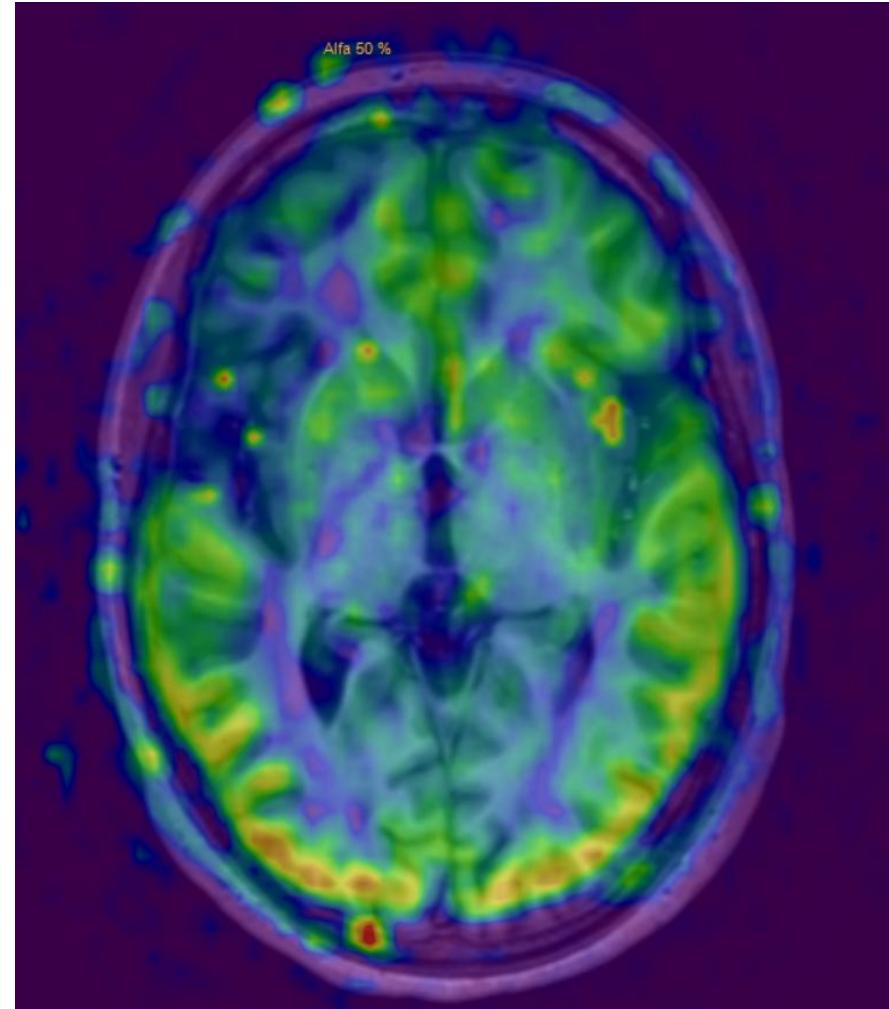
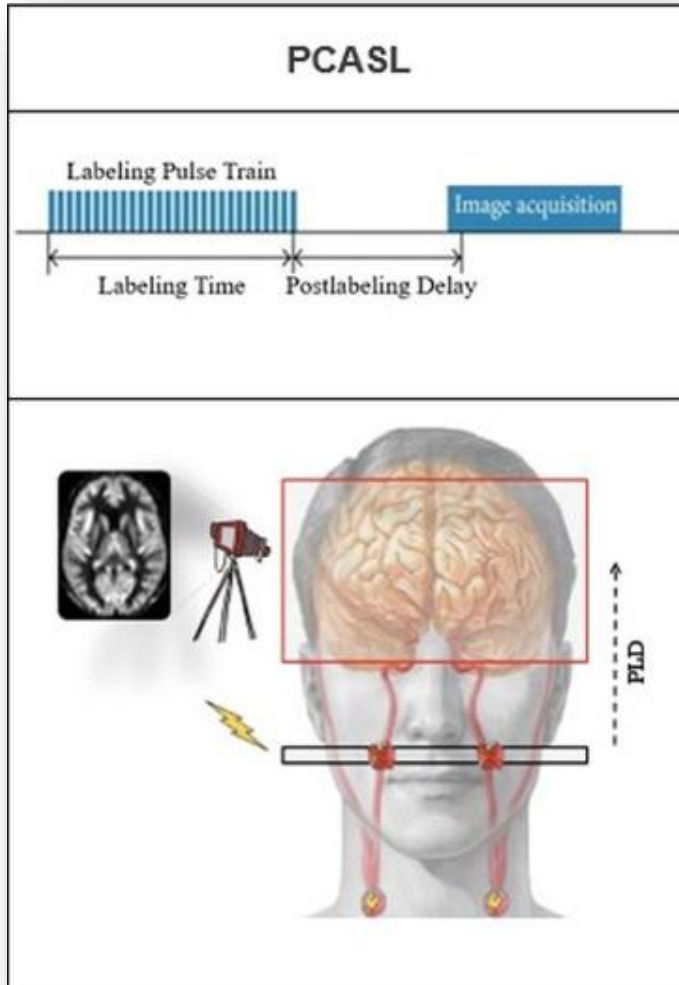


Perfusión por RM: con contraste (T2*, DSC)



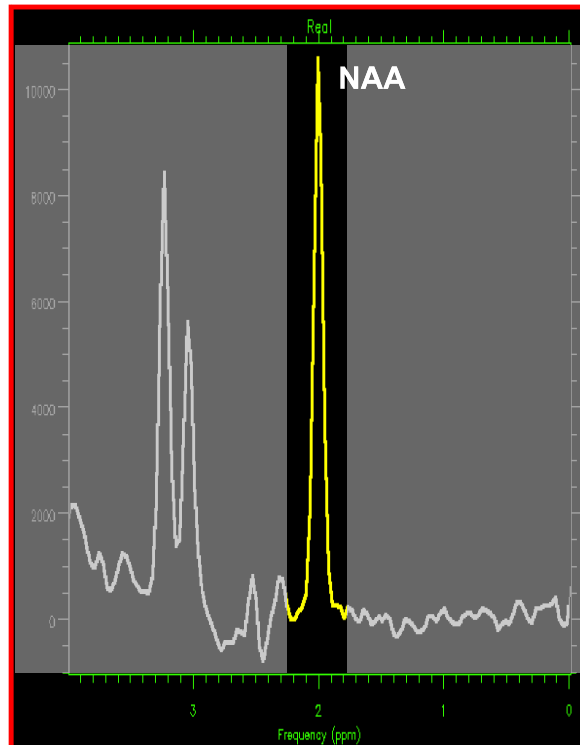
TUMORES

Perfusión por RM: sin contraste ASL (arterial spin labeling)



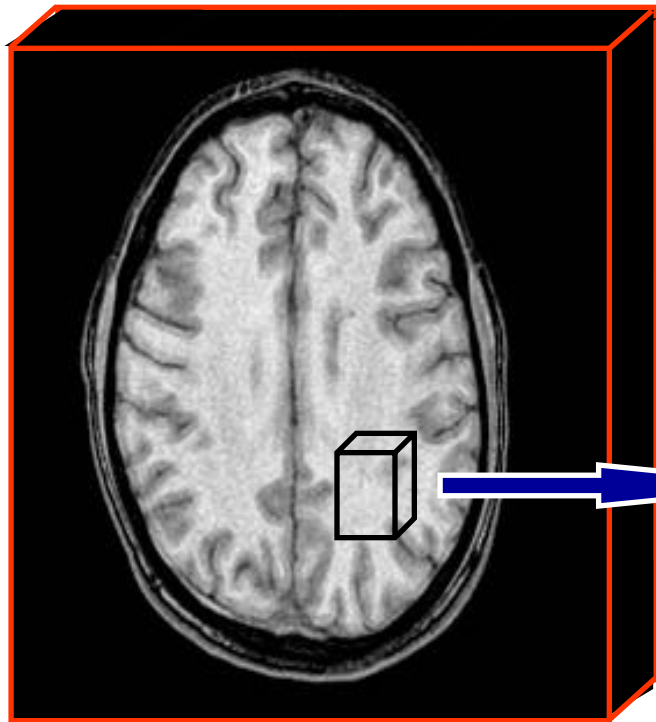
Espectroscopia por RM

- ESPECTROSCOPIA POR RM: detecta metabolitos celulares de forma no invasiva.
Anatomía + Metabolismo celular
- Es de protón H⁺ por su alta abundancia en los tejidos y alta sensibilidad magnética

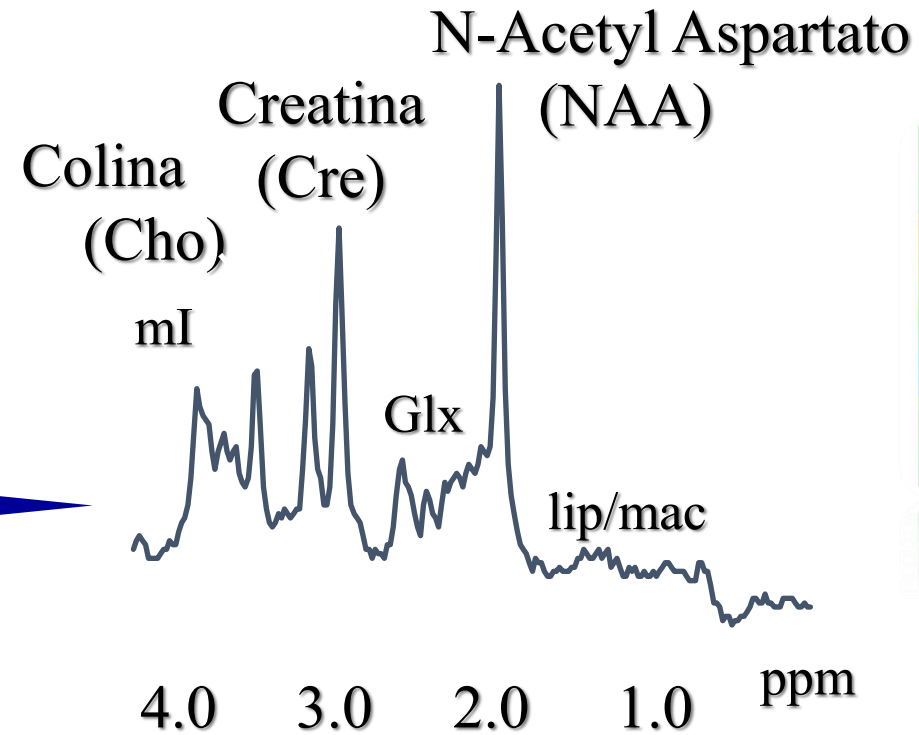


Espectroscopia por RM

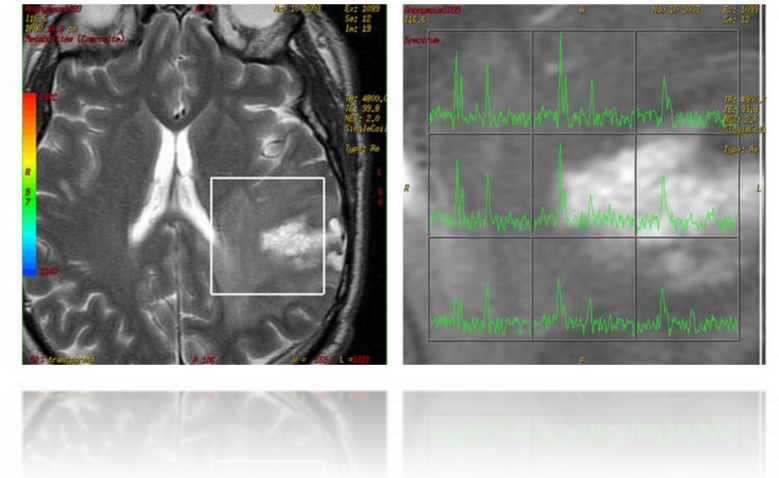
- La posición del pico identifica al metabolito
- El tamaño del pico es una medida de la cantidad de metabolito



RM



Espectroscopía por RM



Espectroscopia por RM

Metabolitos detectables

Relacionado con ...

Información

N-Acetil-Aspartato

NAA

Marcador neuronal

Daño neuronal

Creatina

CRT

Metabolismo energético

Celularidad.
Referencia interna

Colina

COL

Metabolismo de
membranas

Alteración membranas

Inositol

INO

Transmisión nerviosa vía
segundos mensajeros.
Marcador de astrocitos

Gliosis

Glutamato/Glutamina

GLX

Transmisión sináptica
excitadora, etc.

Neurotoxicidad

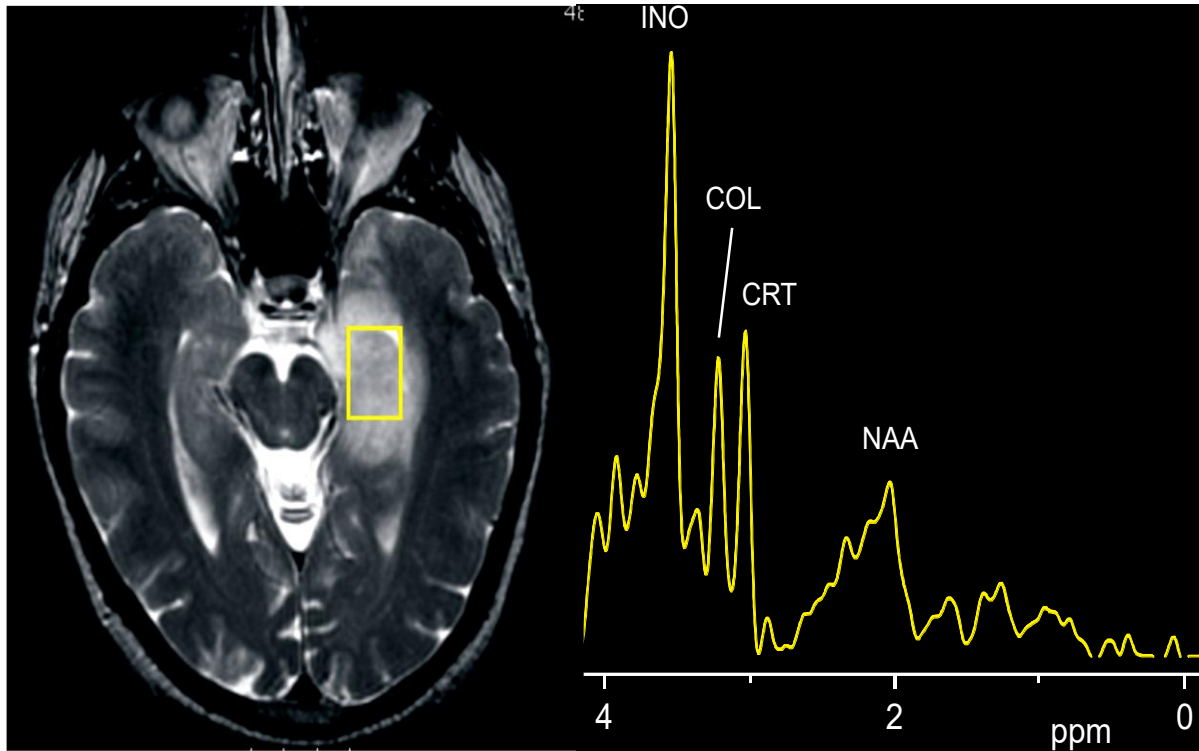
Lactato

LAC

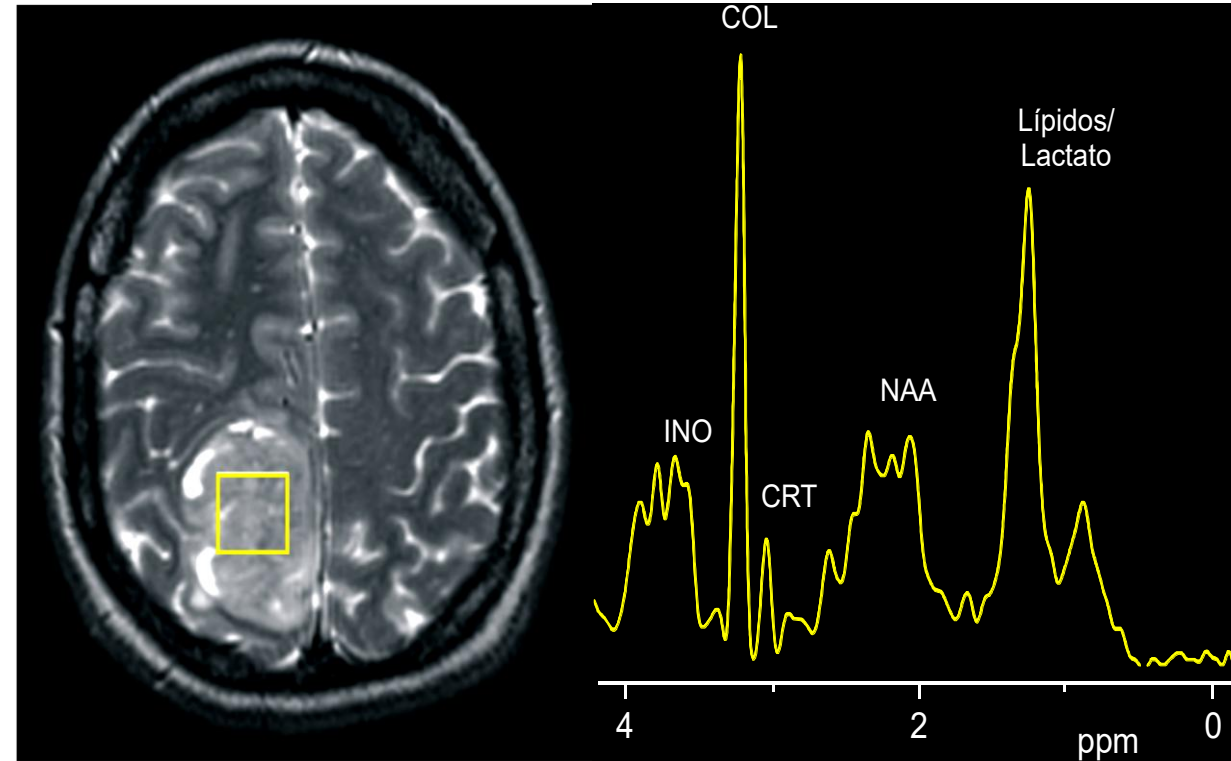
Metabolismo anaeróbico

Isquemia / Hipoxia

Espectroscopia por RM

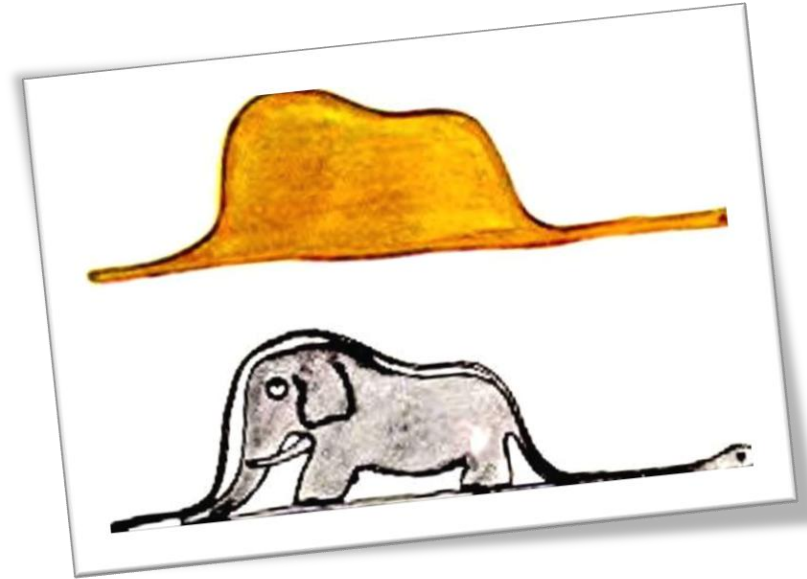


Tumor no agresivo



Tumor agresivo

PEOPLE THINK RADIOLOGY IS 'EASY',
BUT IT'S NOT ALL **BLACK AND WHITE**.
THERE'S A LOT OF **GRAY AREA**.



Gracias



CASO:

”Niño de 5 años que acude a urgencias tras 2 semanas de evolución de alteración de la marcha con inestabilidad y caídas frecuentes. Asocia cefalea matutina sin vómitos. Han notado temblor en el día de acudir a urgencias. Sin otra sintomatología en la anamnesis dirigida.”

EXPLORACIÓN:

Ptosis izquierda, pupilas isocóricas. Nistagmo vertical y nistagmo horizontal en posición extrema de la mirada, movimientos oculares conjugados impresionan normales, lengua desviada a la izquierda. Consciente, orientado. Lenguaje adecuado con disartria.

Fuerza 4/5 en hemicuerpo izquierdo, fuerza 5/5 en hemicuerpo derecho. Sensibilidad impresiona normal. Temblor truncal, dismetría bilateral leve, disdiadococinesia. Marcha inestable hemiparética con ampliación de la base de sustentación, con incapacidad de realizar marcha en tándem, realiza puntillas con inestabilidad y talones. No Romberg. Clonus + bilateral. ROT con asimetría, con hiperreflexia y aumento de área rotuliano izquierda

EXPLORACIÓN:

III par o el
simpático

Ptosis izquierda, pupilas isocóricas. Nistagmo vertical y nistagmo horizontal en posición extrema de la mirada, movimientos oculares conjugados impresionan normales, lengua desviada a la izquierda. Consciente, orientado. Lenguaje adecuado con disartria.

Fuerza 4+/5 en hemicuerpo izquierdo, fuerza 5/5 en hemicuerpo derecho. Sensibilidad impresiona normal. Temblor truncal, dismetría bilateral leve, disdiadococinesia. Marcha inestable hemiparética con ampliación de la base de sustentación, con incapacidad de realizar marcha en tándem, realiza puntillas con inestabilidad y talones. No Romberg. Clonus + bilateral. ROT con asimetría, con hiperreflexia y aumento de área rotuliano izquierda

EXPLORACIÓN:

III par o el
simpático

XII par izquierdo

Ptosis izquierda, pupilas isocóricas. Nistagmo vertical y nistagmo horizontal en posición extrema de la mirada, movimientos oculares conjugados impresionan normales, **lengua desviada a la izquierda**. Consciente, orientado. Lenguaje adecuado con disartria.

Fuerza 4+/5 en hemicuerpo izquierdo, fuerza 5/5 en hemicuerpo derecho. Sensibilidad impresiona normal. Temblor truncal, dismetría bilateral leve, disdiadococinesia. Marcha inestable hemiparética con ampliación de la base de sustentación, con incapacidad de realizar marcha en tándem, realiza puntillas con inestabilidad y talones. No Romberg. Clonus + bilateral. ROT con asimetría, con hiperreflexia y aumento de área rotuliano izquierda

EXPLORACIÓN:

III par o el
simpático

XII par izquierdo

Ptosis izquierda, pupilas isocóricas. Nistagmo vertical y nistagmo horizontal en posición extrema de la mirada, movimientos oculares conjugados impresionan normales, **lengua desviada a la izquierda**. Consciente, orientado. Lenguaje adecuado con disartria.

Fuerza 4+/5 en hemicuerpo izquierdo, fuerza 5/5 en hemicuerpo derecho. Sensibilidad impresiona normal. Temblor truncal, dismetría bilateral leve, disdiadococinesia. Marcha inestable hemiparética con ampliación de la base de sustentación, con incapacidad de realizar marcha en tándem, realiza puntillas con inestabilidad y talones. No Romberg. Clonus + bilateral. **ROT** con asimetría, con **hiperreflexia y aumento de área rotuliano izquierda**

Vía piramidal izquierda

EXPLORACIÓN:

III par o el
simpático

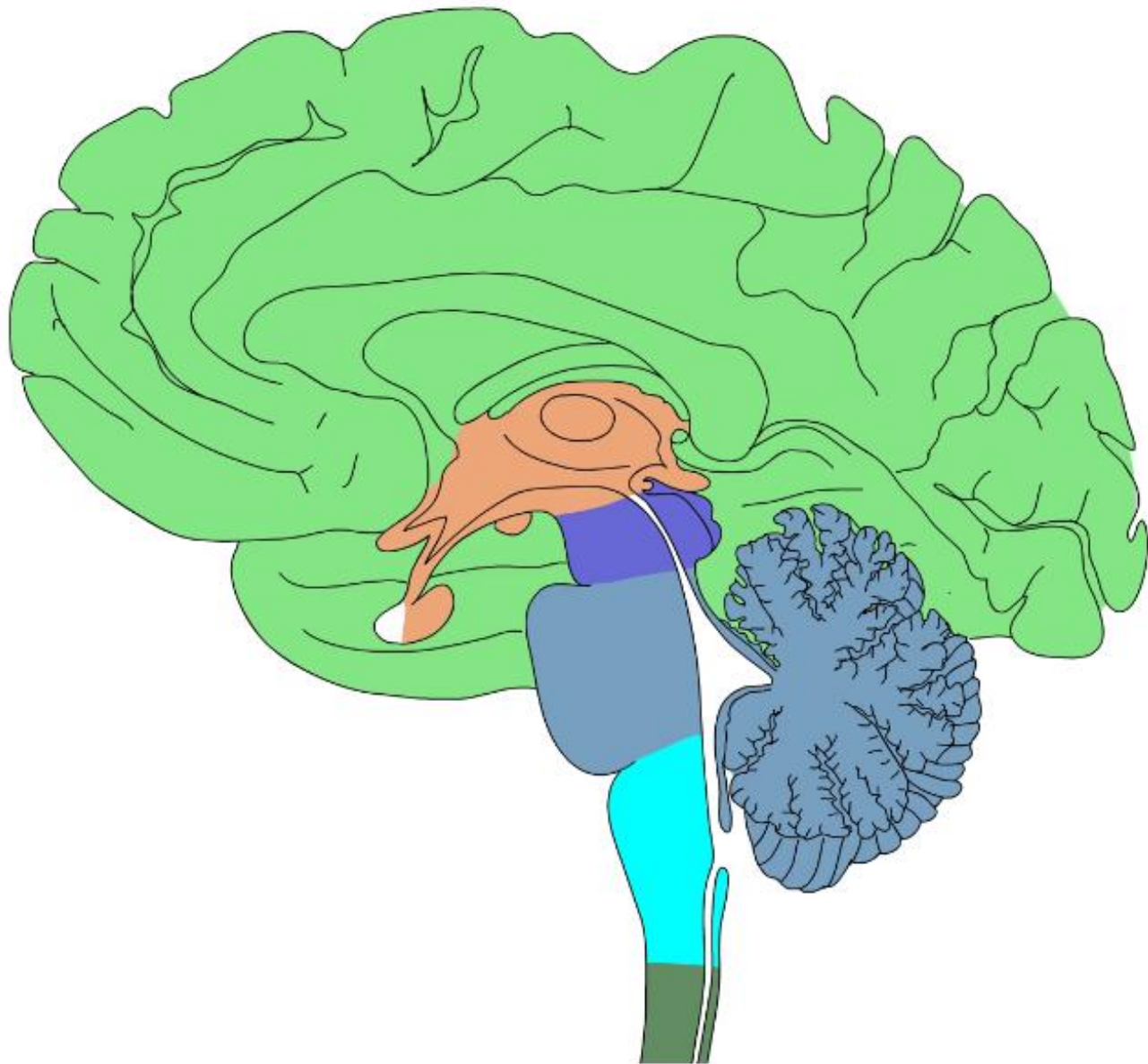
XII par izquierdo

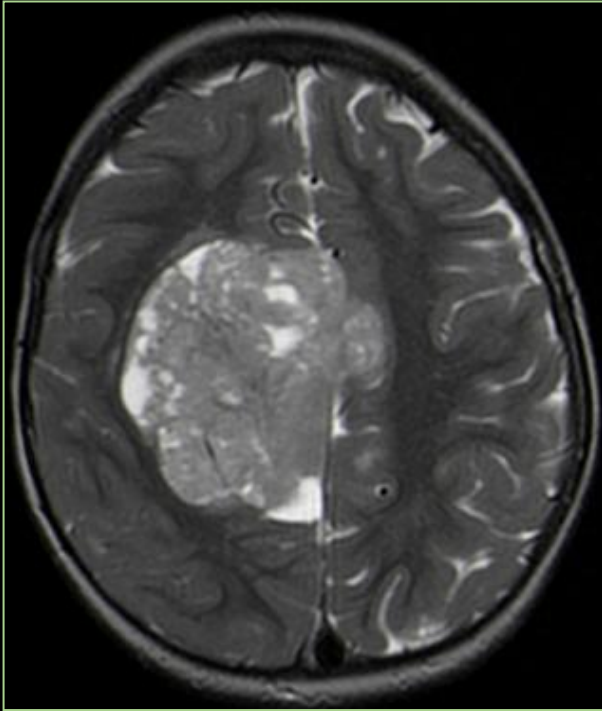
Ptosis izquierda, pupilas isocóricas. Nistagmo vertical y nistagmo horizontal en posición extrema de la mirada, movimientos oculares conjugados impresionan normales, **lengua desviada a la izquierda**. Consciente, orientado. Lenguaje adecuado con disartria.

Fuerza 4+/5 en hemicuerpo izquierdo, fuerza 5/5 en hemicuerpo derecho. Sensibilidad impresiona normal. **Temblor truncal, dismetría bilateral leve, disdiadococinesia. Marcha inestable hemiparética con ampliación de la base de sustentación**, con incapacidad de realizar marcha en tándem, realiza puntillas con inestabilidad y talones. No Romberg. Clonus + bilateral. **ROT** con asimetría, con **hiperreflexia y aumento de área rotuliano izquierda**

Cerebelo o sus fibras
eferentes

Vía piramidal izquierda

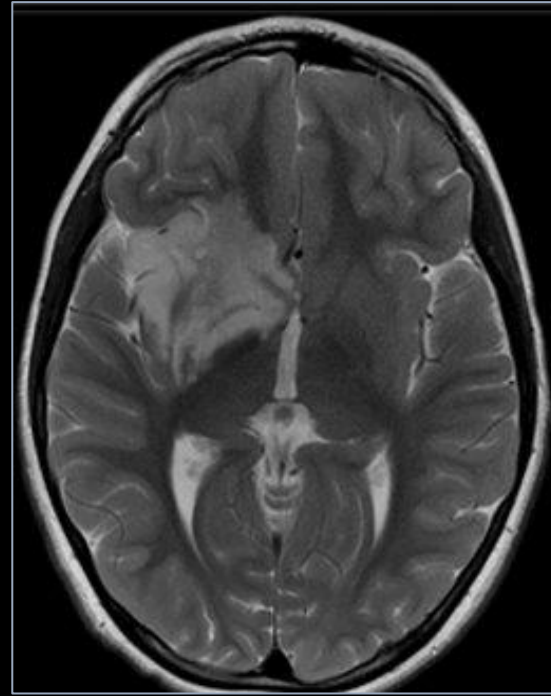




A



B

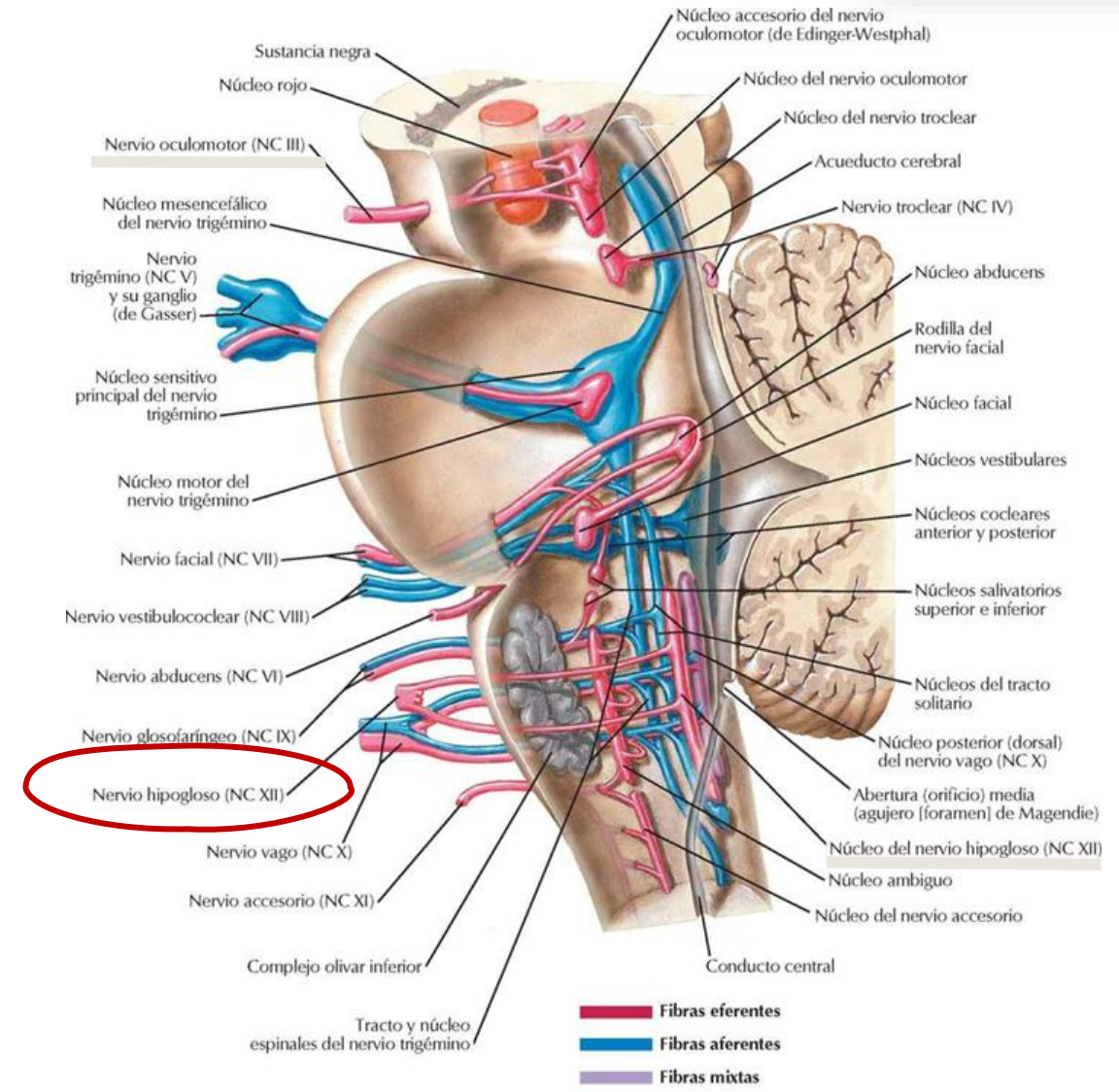
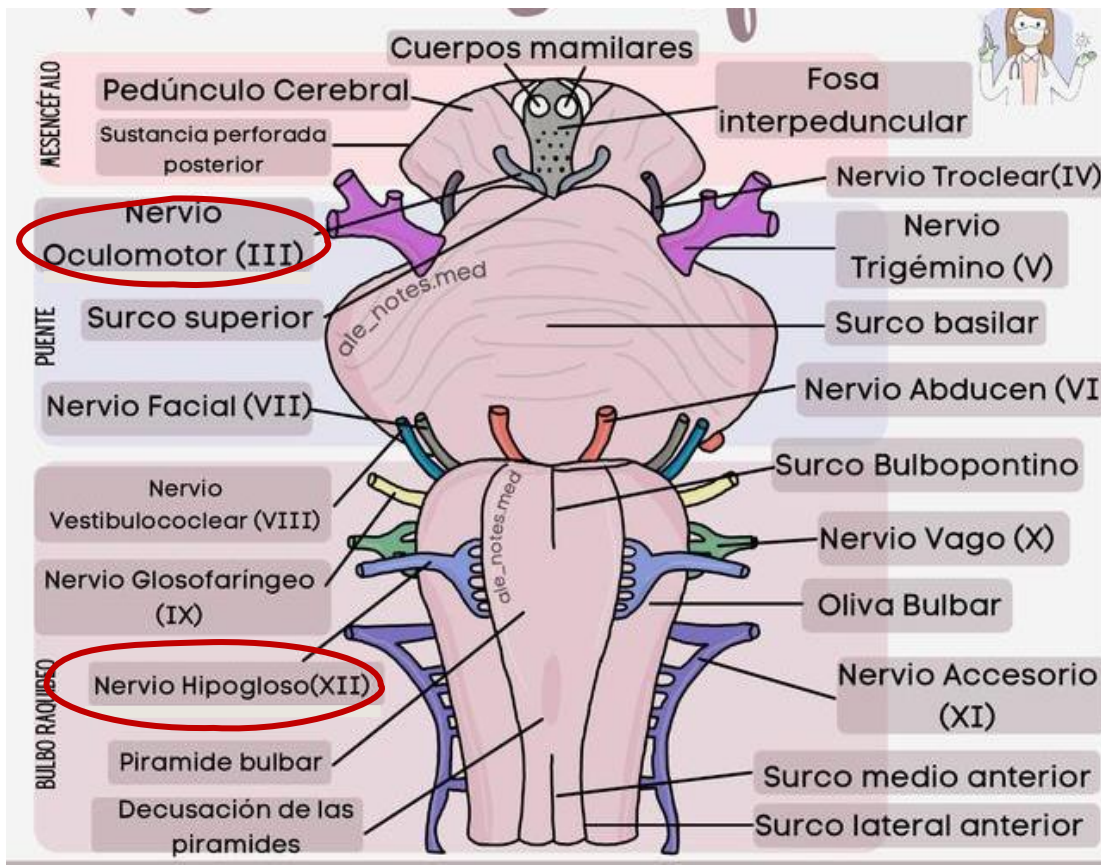


C

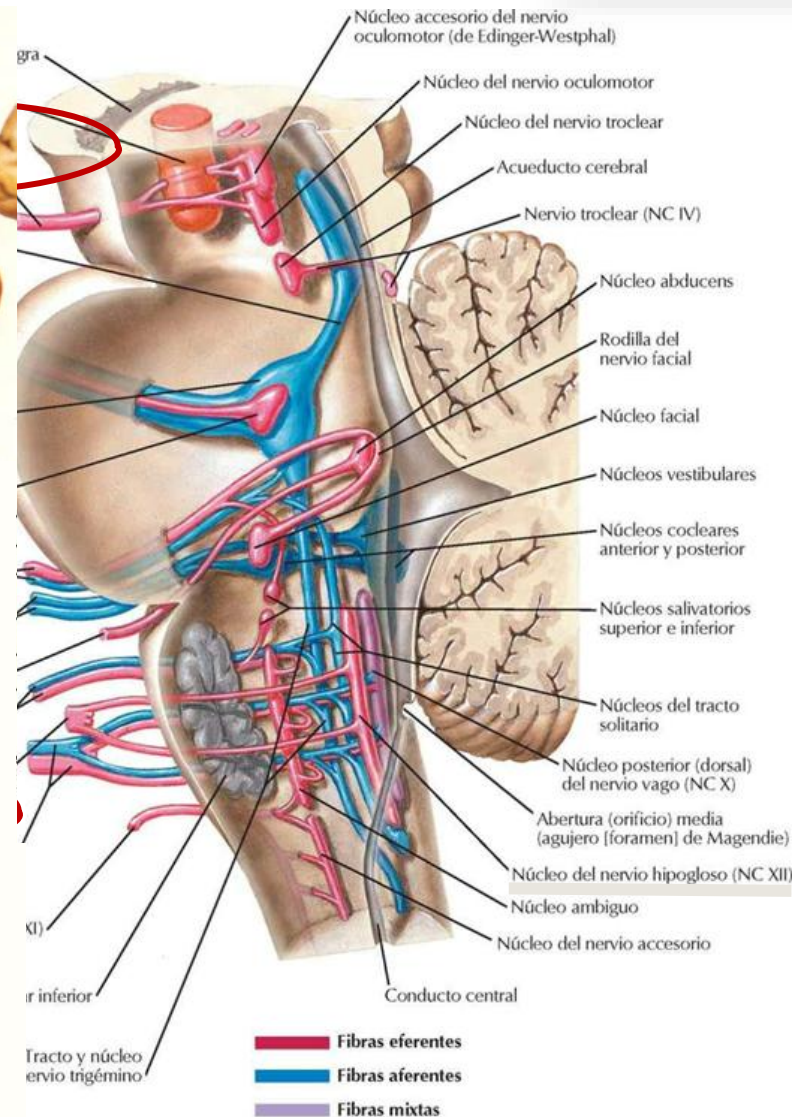
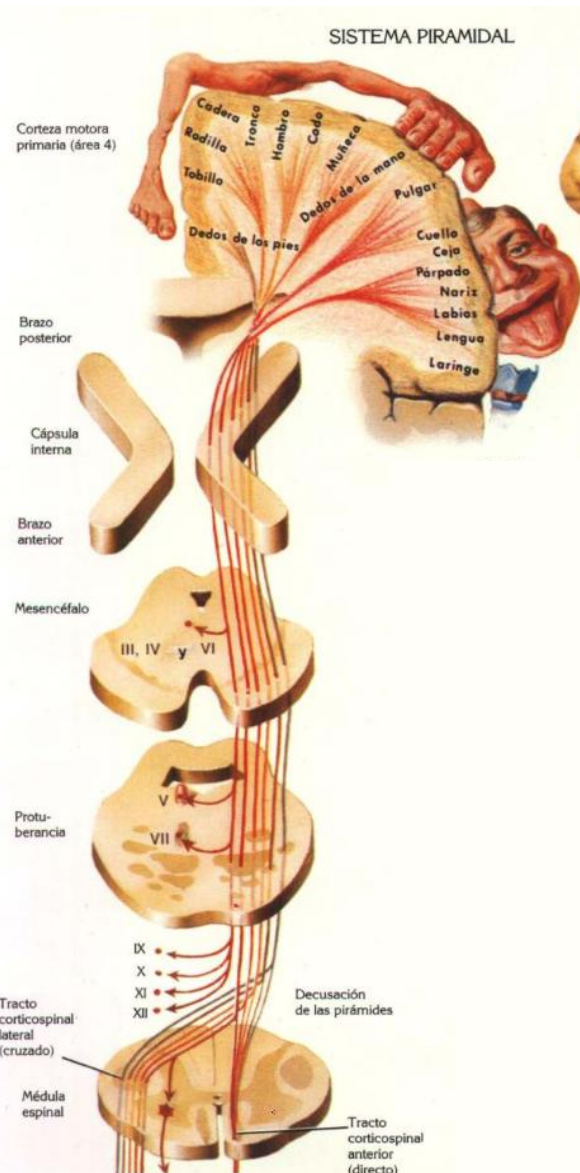
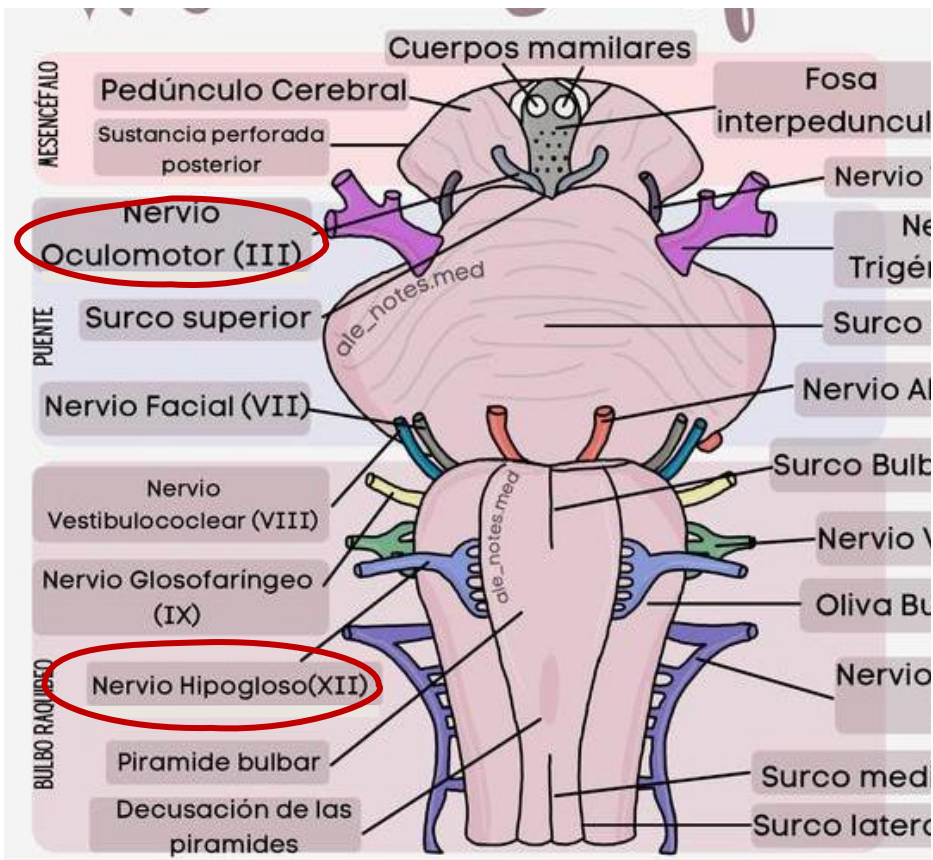


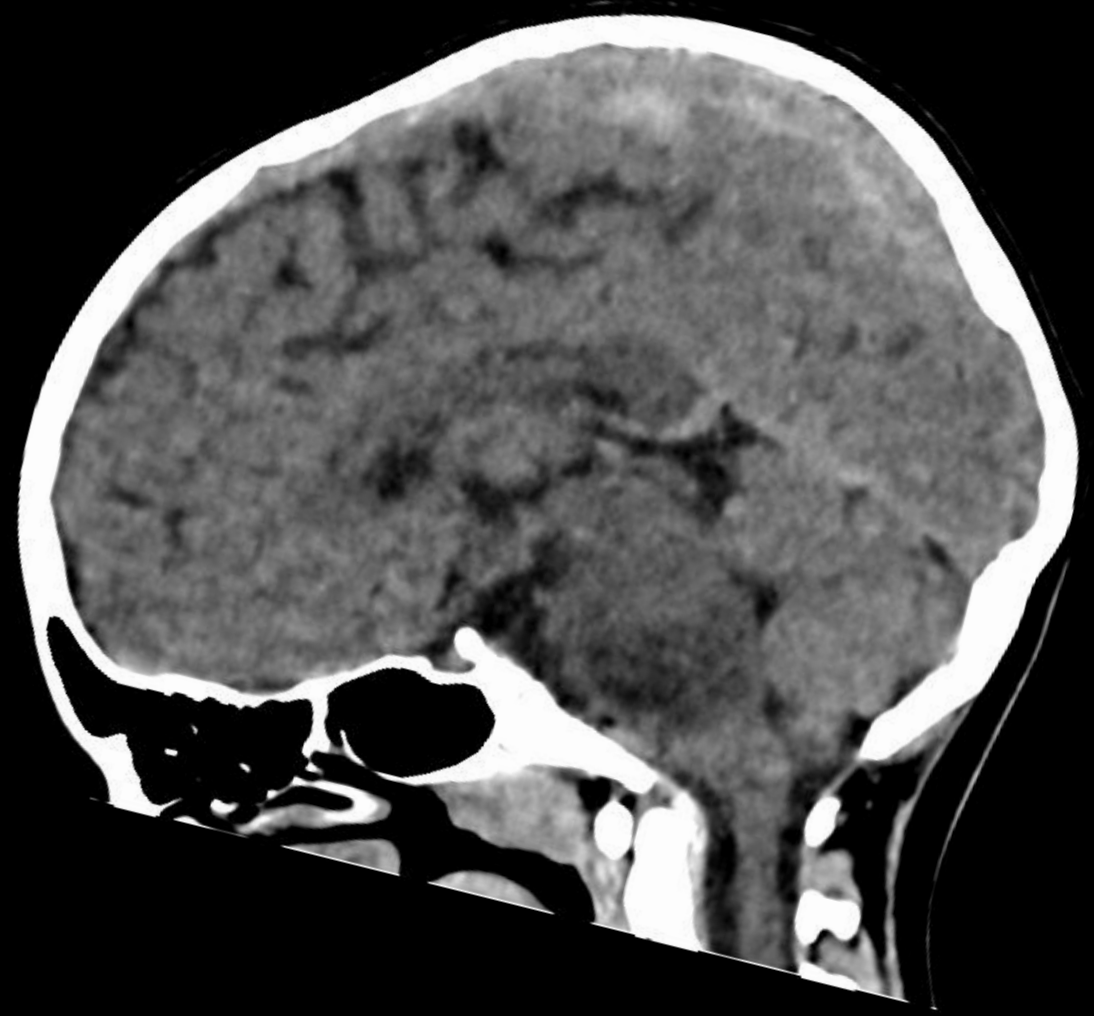
D

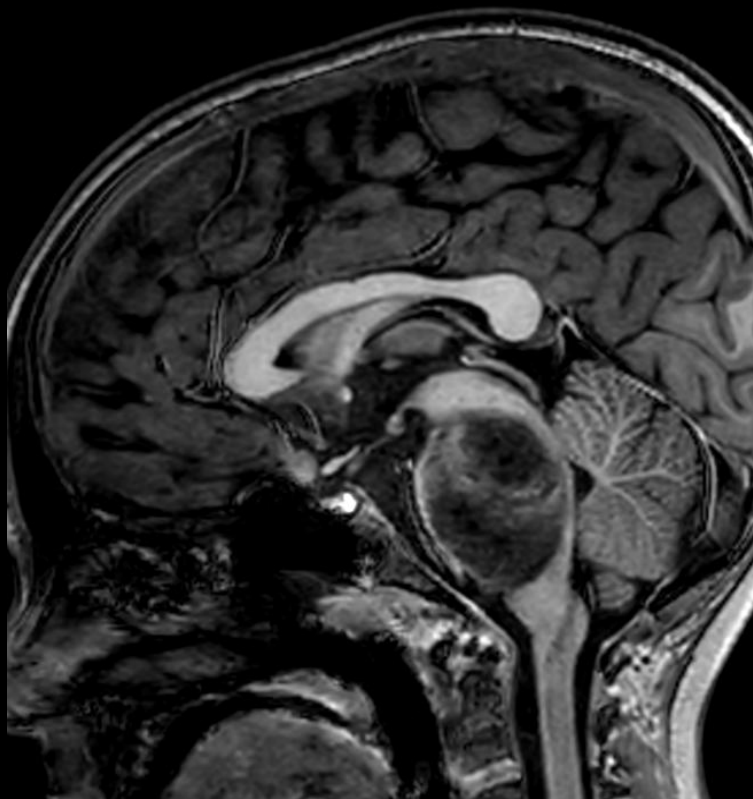
DIAGNÓSTICO TOPOGRÁFICO



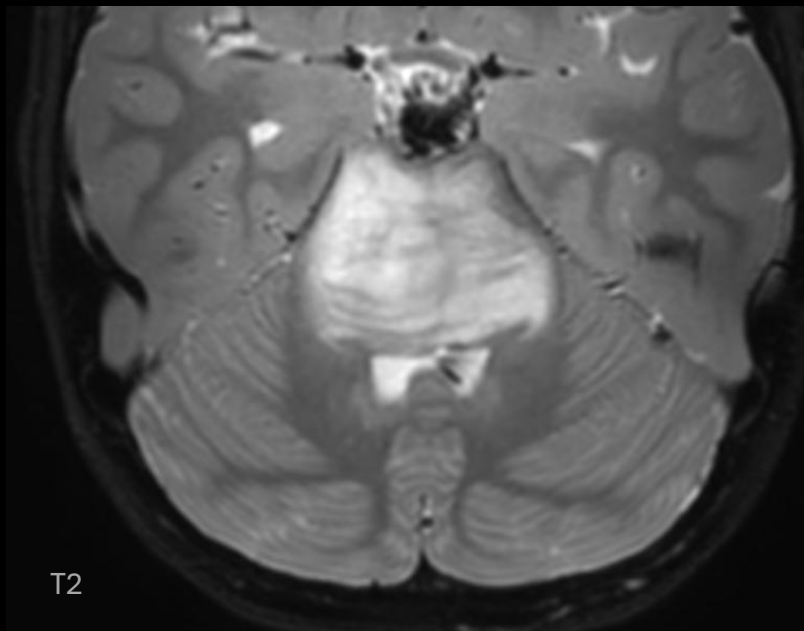
DIAGNÓSTICO TOPOGRÁFICO



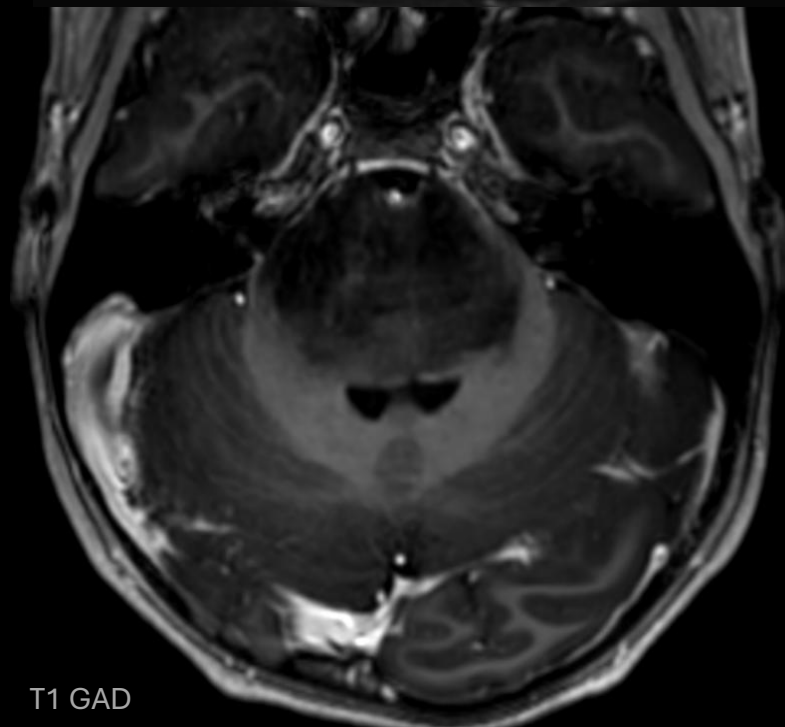




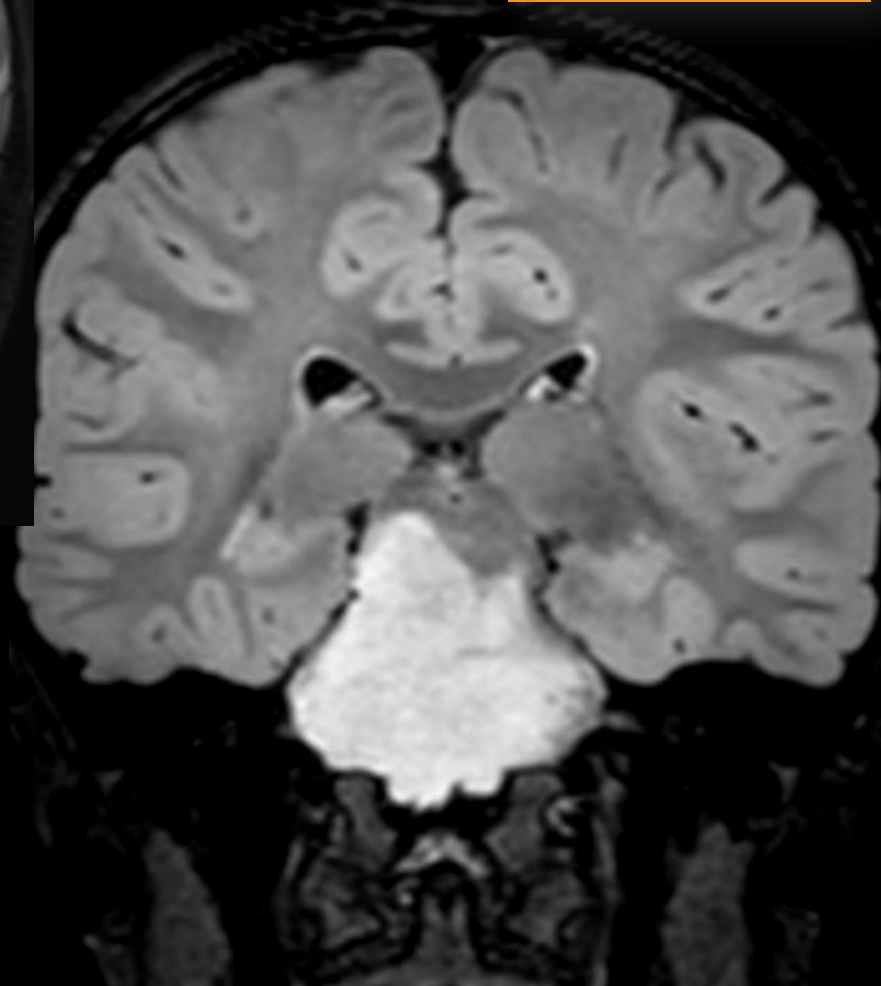
T1



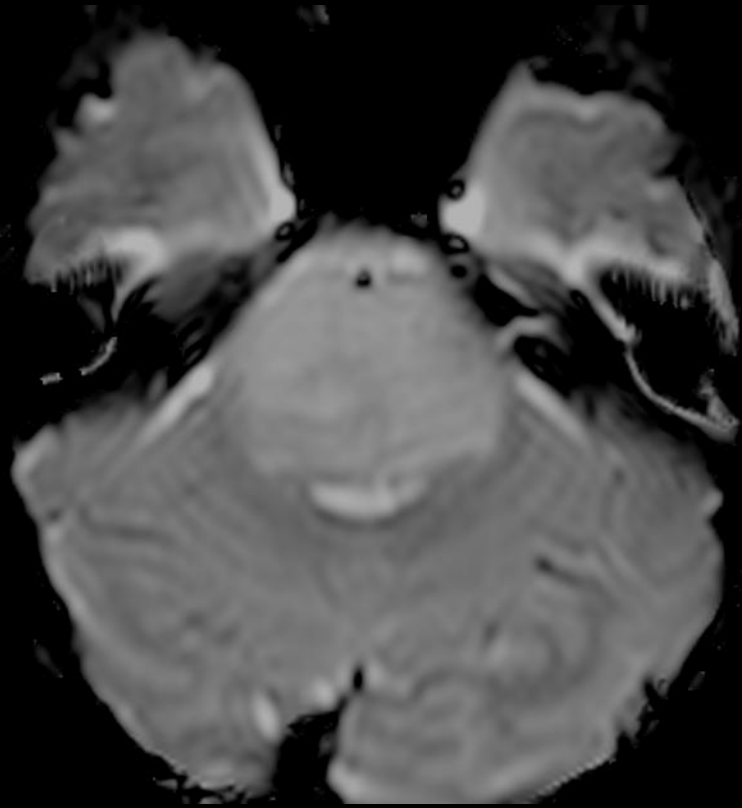
T2



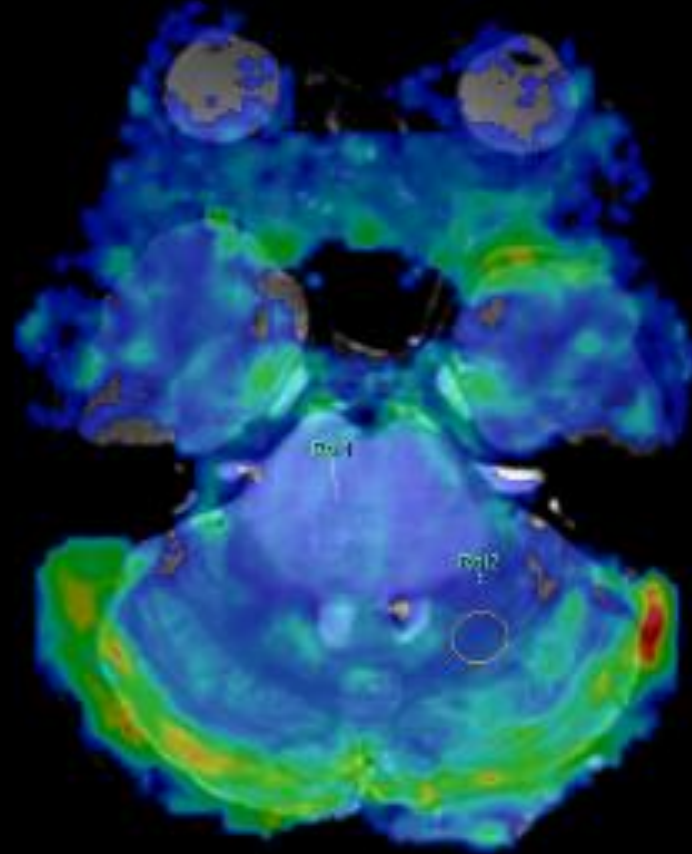
T1 GAD



T2 FLAIR

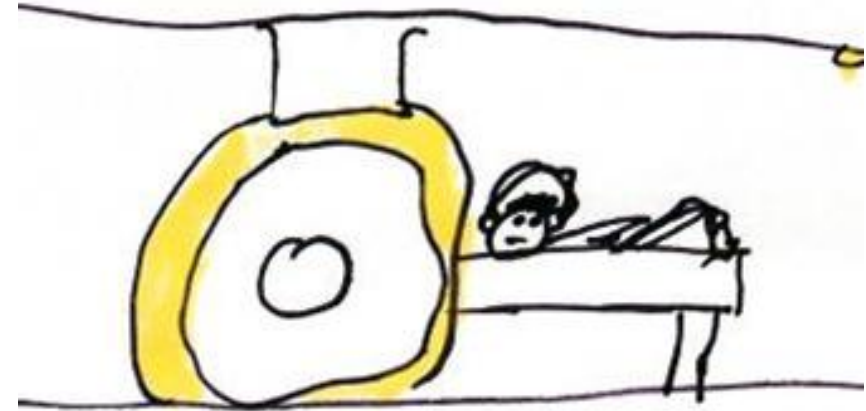


ADC



Perfusión DSC

AP: DIPG – Glioma difuso de la línea media H3K27-alterado, grado 4 OMS



Gracias