

Herniaciones encefálicas

Clasificación y hallazgos neurorradiológicos

Ana Belén Navarro Peñalver, Eloy Alfaro Contreras, Antonio Asencio Trigueros, Lucía Contreras Espejo,
Álvaro García Jiménez, Elena Lozano Álvarez, José Ignacio Tudela Martínez, Pedro Ruiz Bernal

Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca (HCUVA), Murcia

Objetivo docente

- Revisar la anatomía cerebral básica.
 - Revisar el concepto de herniación encefálica y la clasificación de los diferentes tipos de herniaciones.
 - Describir los signos neurorradiológicos observados en tomografía computerizada (TC), así como las posibles complicaciones.
-

Definición

La **herniación encefálica**, definida como el desplazamiento mecánico del tejido cerebral, líquido cefalorraquídeo (LCR) y vasos sanguíneos de un compartimento craneal a otro adyacente, es una afección potencialmente mortal que requiere un diagnóstico inmediato. El espectro de imágenes puede variar desde cambios sutiles hasta un claro desplazamiento de las estructuras cerebrales.

La **Tomografía Computerizada (TC)** y la **Resonancia Magnética (RM)** son las modalidades de imagen de elección utilizadas para establecer un diagnóstico correcto y orientar las decisiones terapéuticas. También tienen importantes implicaciones pronósticas. La modalidad de imagen preferida es la TC: el tiempo de adquisición es más corto, es menos costosa y está más ampliamente disponible.

Etiología

El cráneo es una una suma de volúmenes de:

Cerebro



Líquido cefalorraquídeo



Sangre

Un aumento de volumen de uno de ellos supondrá una reducción de los otros dos.

Etiología

Debemos entender que este proceso no es estático, sino una progresión dinámica derivada de diversas etiologías:

- **Efecto de masa focal:** Originado por hemorragias intracraneales, neoplasias primarias o metastásicas y abscesos.
 - **Edema cerebral difuso:** Secundario a infartos isquémicos extensos o traumatismos craneoencefálicos (TCE) graves.
 - **Alteraciones de la presión:** Cambios bruscos en la dinámica del líquido cefalorraquídeo (LCR) o el efecto de la presión atmosférica en pacientes con defectos óseos previos.
-

Diagnóstico



Anatomía relevante

Hoz del cerebro (1)	Se ubica en la línea media entre los dos hemisferios cerebrales. Su extremo anterior está pegado a la cresta frontal interna y a la apófisis crista galli, su extremo posterior se une a la tienda del cerebelo.
Tienda del cerebelo (2)	Forma un techo sobre la fosa craneana posterior. Cubre la superficie superior del cerebelo y sostiene los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales.
Hoz del cerebelo (3)	Adherido a la cresta occipital interna, se proyecta hacia delante entre los dos hemisferios cerebelosos.
Diafragma selar (4)	Es un pliegue circular que forma el techo de la silla turca, aislando a la hipófisis.

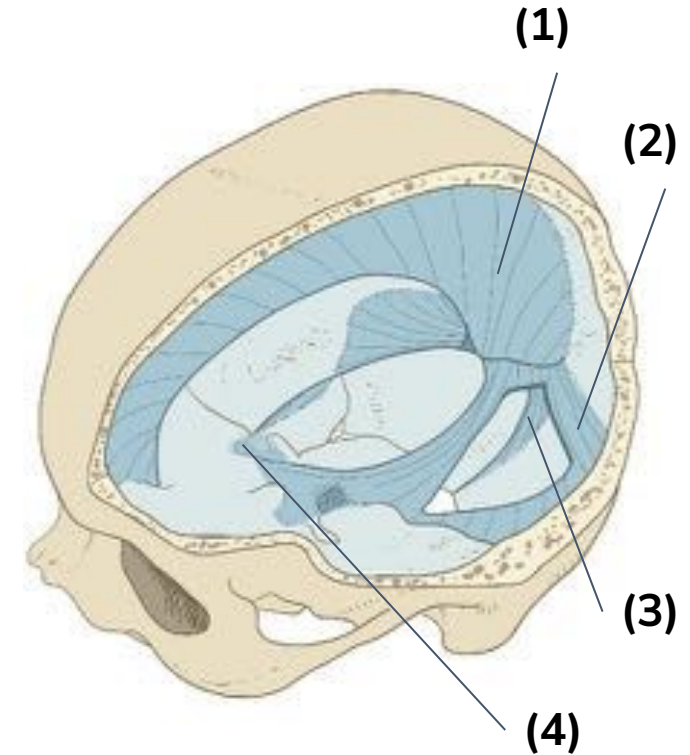


Fig. 1: Hoz del cerebro (vista oblicua).
(Imagen de www-imaio.com)

Circulación del LCR

El LCR se secreta en el interior del sistema ventricular a nivel de los plexos coroideos. Desde los ventrículos laterales (VL) continúa hacia el tercer ventrículo por los agujeros interventriculares de Monro y luego transcurre por el acueducto cerebral o de Silvio hasta el cuarto ventrículo. Desde allí fluye a través del agujero de Magendie (central) y de Luschka (laterales) al circuito subaracnoideo (SA).

Finalmente se reabsorbe por el sistema venoso a nivel de las granulaciones aracnoideas de Pacchioni.

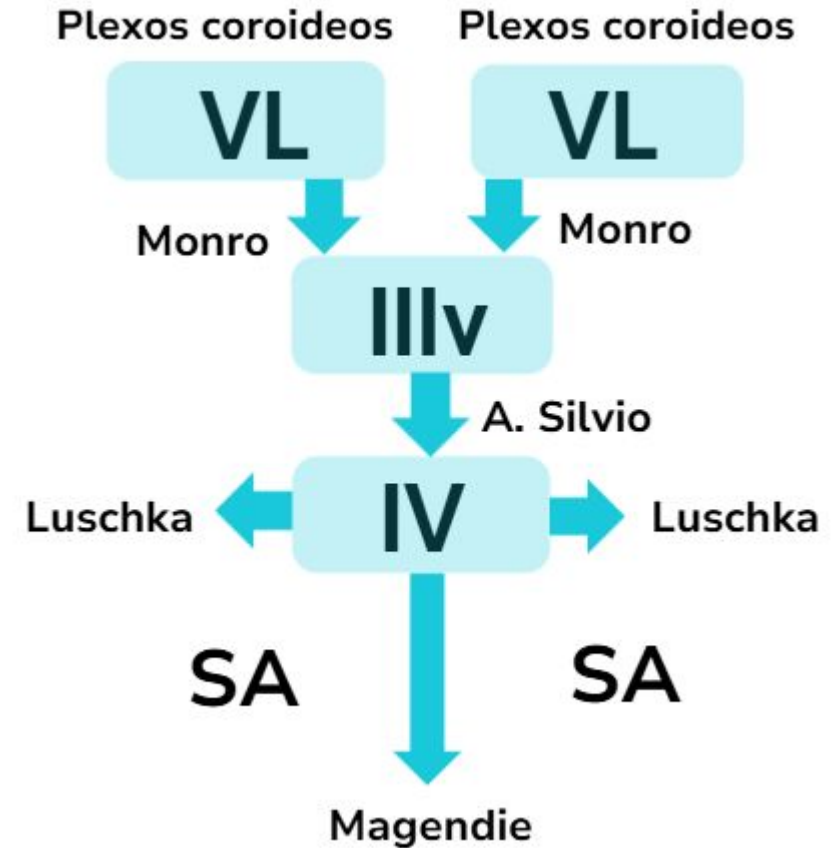


Fig. 2: Diagrama: circulación de LCR. *Elaboración propia.*

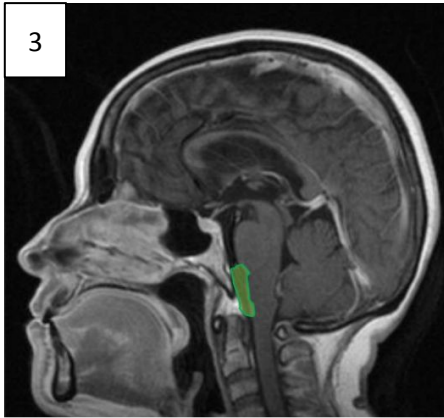
Cisternas subaracnoideas

Constituyen un reservorio de LCR con un volumen mayor al de los ventrículos. Contienen vasos y estructuras nerviosas.

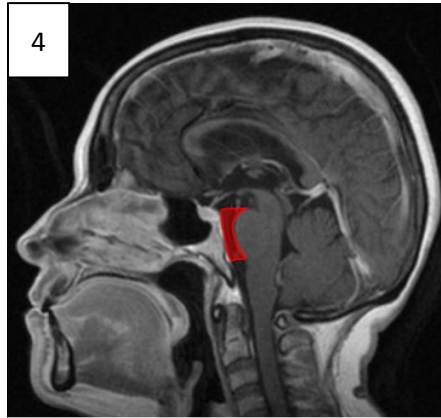
Fosa posterior	Perimesencefálicas	Supraselares
Bulbar o medular	Interpeduncular	Quiasmática
Pontina	Crurales	De la lámina terminal
Pontocerebelosa	Ambiens	Silviana
Magna o cerebelomedular	Cuadrigeminal	
Cerebelosa o vermiana superior		

Cisternas subaracnoideas

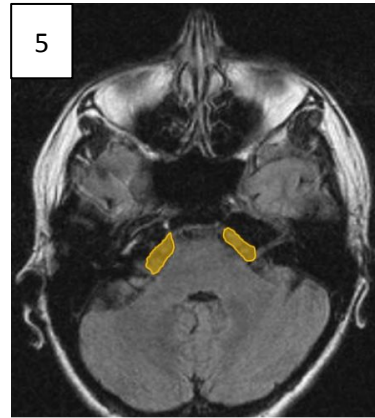
Fosa posterior



Bulbar



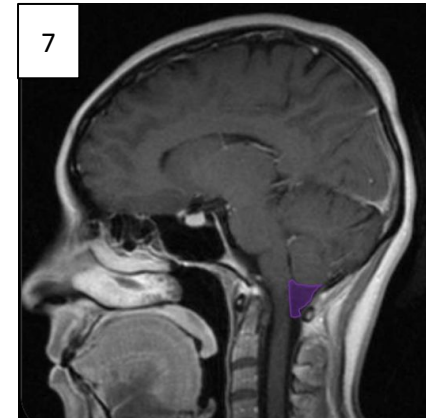
Pontina



Pontocerebelosa



Cerebelosa

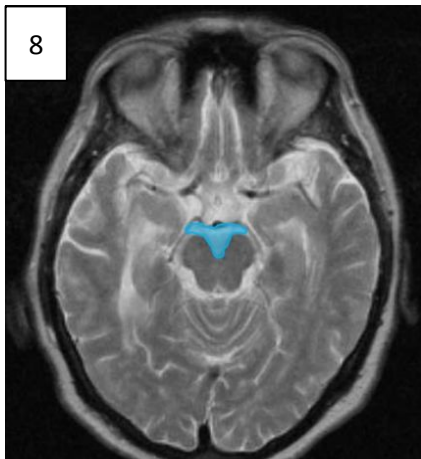


Magna

Figura 3, 4 y 7: RM cerebral sagital T1 con contraste intravenoso. Figura 5: RM axial FLAIR. Figura 6: RM Sagital T2 CISS.

Cisternas subaracnoideas

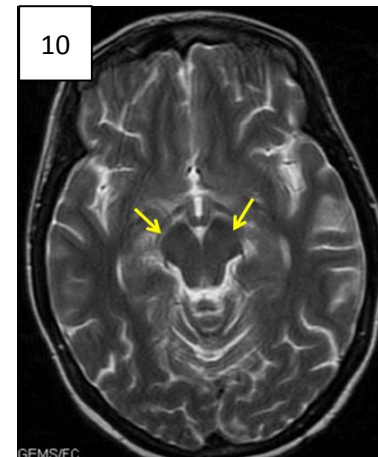
Perimesencefálicas



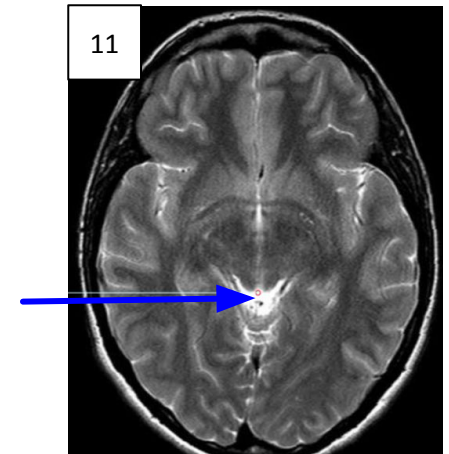
Interpeduncular



Ambiens



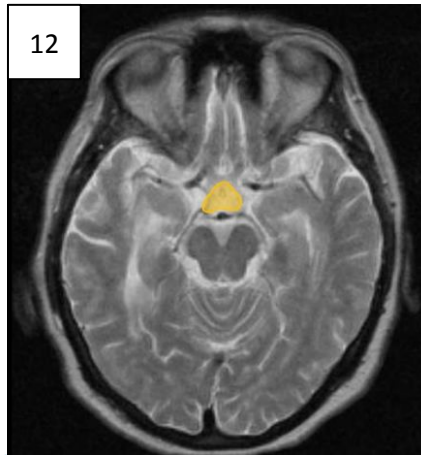
Crurales



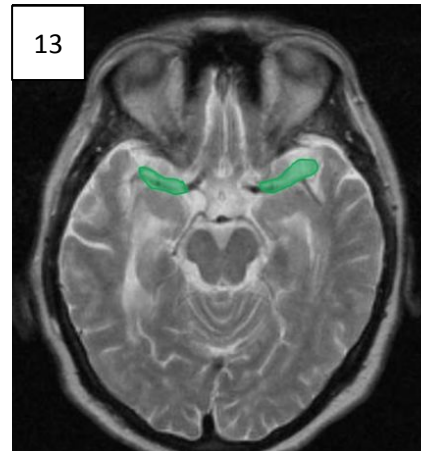
Cuadrigeminal

Cisternas subaracnoideas

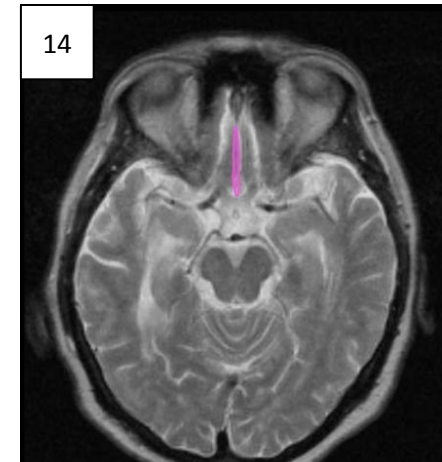
Supraselares



Quiasmática

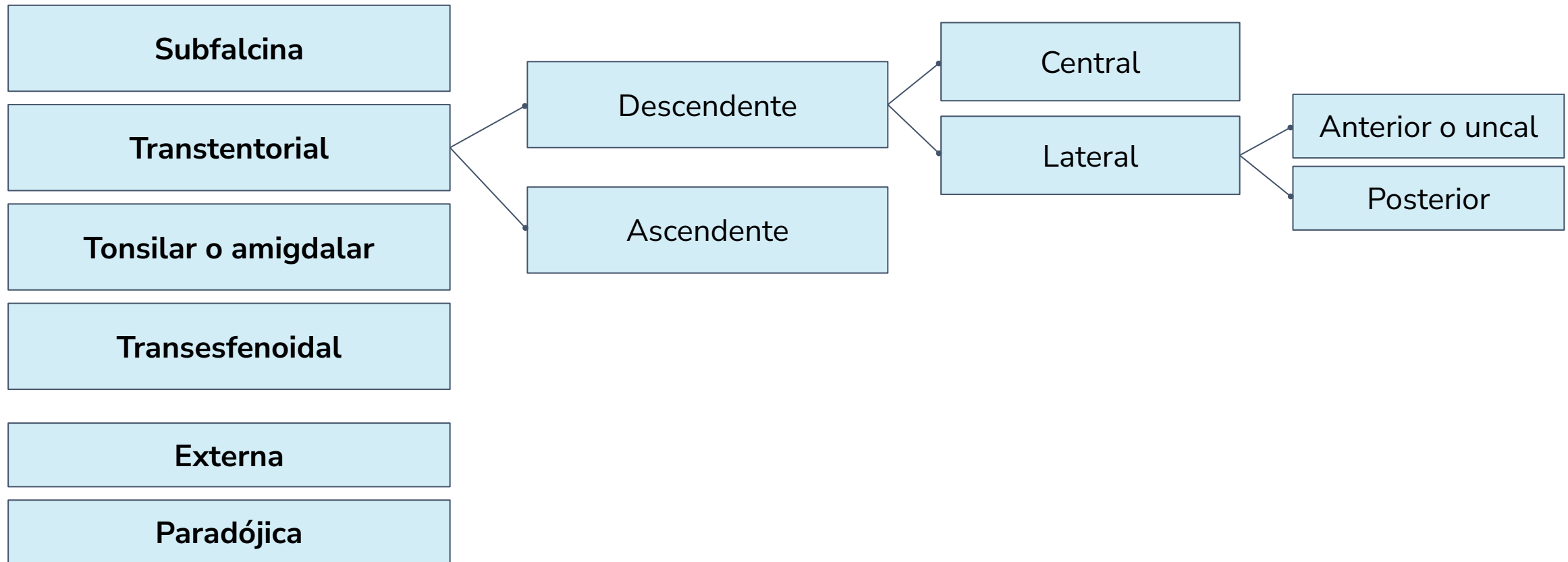


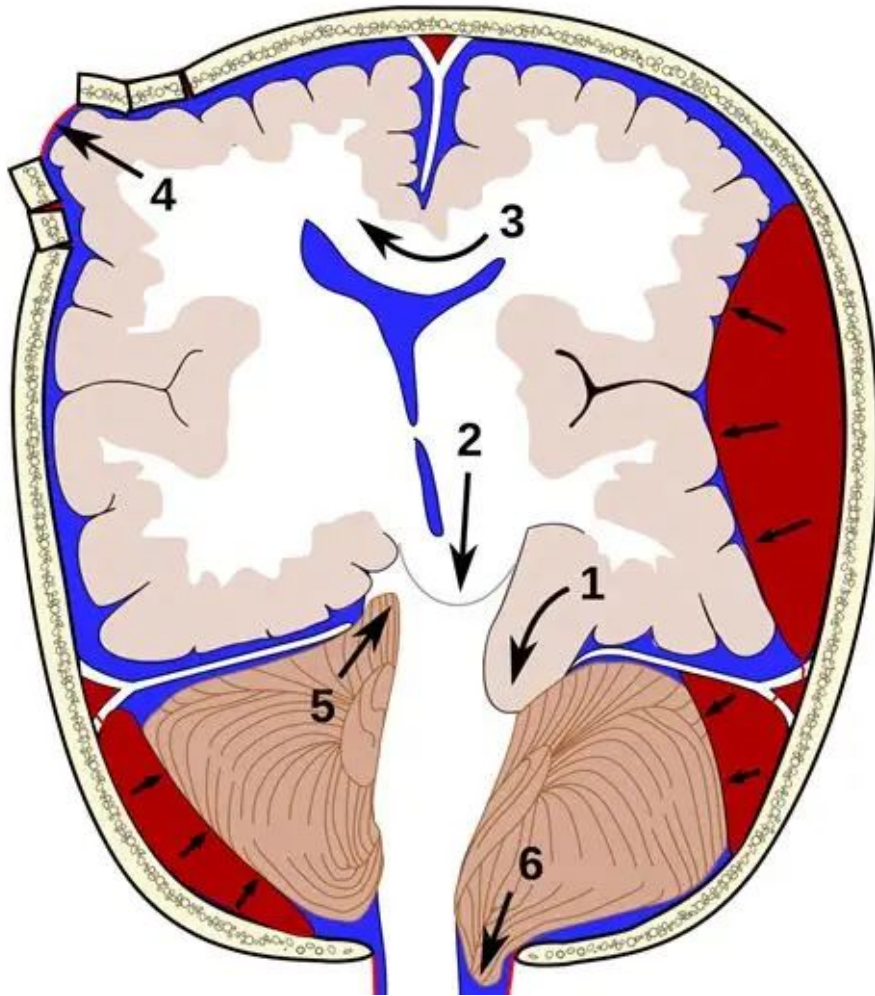
Silvianas



De la lámina
terminalis

Clasificación de las herniaciones





- (1) Herniación transtentorial descendente lateral o uncal
- (2) Herniación transtentorial descendente central
- (3) Herniación subfalcina
- (4) Herniación externa o extracraneal
- (5) Herniación transtentorial ascendente
- (6) Herniación tonsilar o amigdalina

Subfalcina

Desplazamiento de la circunvolución del cíngulo por debajo de la hoz cerebral

Hallazgos en TC

- Desplazamiento de la línea media hacia el lado contralateral
- Desplazamiento ipsilateral del cuerpo calloso
- Colapso del asta frontal ipsilateral
- Dilatación del sistema ventricular contralateral

Complicaciones

- Compresión del cuerpo calloso y circunvolución del cíngulo contralateral
- Hidrocefalia por compresión de los agujeros de Monro
- Compresión de la arteria comunicante anterior (porción pericallosa)



Fig 15. Cortes axiales TC: Extenso edema perilesional debido a lesión cortical subcortical temporal izquierda que ejerce leve efecto de masa que condiciona colapso parcial del VLi (sin que esto produzca hidrocefalia contralateral compensatoria) y desviación de las estructuras de la línea media hacia la derecha de hasta 5mm. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Subfalcina

Desplazamiento de la circunvolución del cíngulo por debajo de la hoz cerebral

Referencia para cuantificar la gravedad

Desviación del *septum pellucidum* a nivel del agujero de Monro por su grado de desplazamiento desde la línea media.

< 5 mm

> 15 mm

Buena evolución

Peor pronóstico



Fig 16. Cortes axiales TC: Hematoma subdural en la convexidad derecha con extensión a cisura interhemisférica y tentorio. Desplazamiento de la línea media de hasta 18 mm (herniación subfalcina). Hidrocefalia contralateral. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Transtentorial descendente central

Deslizamiento hacia abajo del diencéfalo, mesencéfalo y protuberancia a través de la incisura tentorial

Hallazgos en TC

- Borramiento de las cisternas perimesencefálicas
- Dilatación del sistema ventricular contralateral
- Desplazamiento y rotación del tronco encefálico
- Aplastamiento de la protuberancia contra el clivus

Complicaciones

- Infartos por compresión de la arteria cerebral posterior
- Compresión del III par
- Hidrocefalia obstructiva
- Asociación con otras herniaciones (subfalcina o amigdalina)
- Hemorragia de Duret



Fig 17. Cortes axiales TC: hematoma subdural agudo en convexidad derecha que ejerce efecto masa hacia la derecha produciendo herniación transtentorial descendente central. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Transtentorial descendente central

Deslizamiento hacia abajo del diencéfalo, mesencéfalo y protuberancia a través de la incisura tentorial

Hemorragia de Duret

Hemorragia secundaria del tronco encefálico (unión pontomesencefálica) causada por afectación de los vasos perforantes.

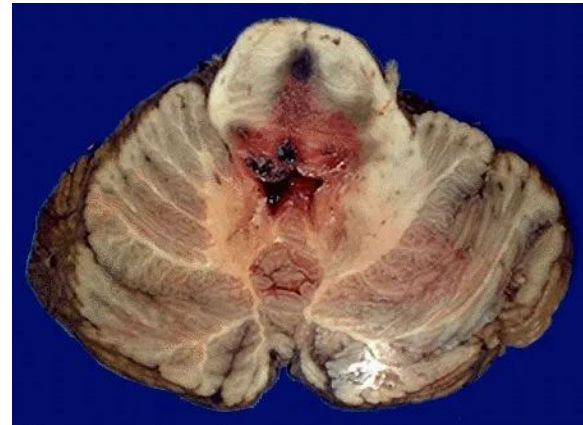


Fig 18. Hemorragia de Duret en tronco encefálico. Imágenes tomadas de: Brainstem hemorrhage in descending transtentorial herniation. Intensive Care Medicine 2002;28: 85-88.



Fig 19. Corte axial TC: Hemorragia de Duret en tronco encefálico. Contusiones hemorrágicas cortico-subcorticales frontales y temporales. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Transtentorial descendente lateral anterior/uncal

Descenso por debajo del borde tentorial de la porción más medial del temporal

Hallazgos en TC

- Borramiento de la cisterna quiasmática
- Ensanchamiento de la cisternas perimesencefálicas ipsilaterales y borramiento de las contralaterales
- Desplazamiento y rotación del tronco encefálico
- Dilatación del sistema ventricular contralateral

Complicaciones

- Compresión del III par
- Compresión de la arteria cerebral posterior
- Hidrocefalia por compresión del acueducto de Silvio
- Hemorragia de Duret

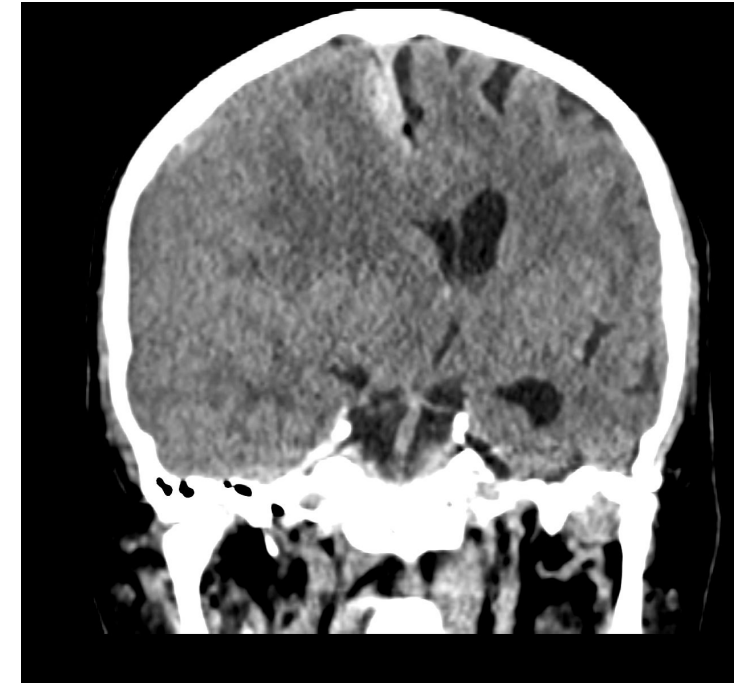


Fig 20. Cortes coronales TC: hematoma subdural en convexidad derecha en relación con hematoma subdural agudo que condiciona herniación subfalcina y herniación transtentorial lateral uncal derecha. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Transtentorial descendente lateral posterior

Descenso por debajo del borde tentorial de la porción más posterior del temporal medial (giro parahipocampal)

Hallazgos en TC

- Desplazamiento de la lámina cuadrigémina
- Desplazamiento y rotación del tronco encefálico

Complicaciones

- Síndrome de Parinaud (si involucra al tectum mesencefálico)
- Compresión de la arteria cerebral posterior y de III par (aunque menos frecuente)



Fig 21. Cortes axiales TC: Hematoma intraparenquimatoso temporal izquierdo. Desviación de la línea media y dilatación de la cisterna ambiens del lado herniado (herniación transtentorial descendente). (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Herniación transtentorial descendente: complicaciones

Compresión de:			Si desplazamiento severo, cizalladuras de las perforantes de la arteria basilar:
III par ↓	Art. Cerebral Posterior ↓	Acueducto de Silvio ↓	Hemorragia mesencefálica de Duret
Dilatación de la pupila ipsilateral	Infarto del territorio de la arteria cerebral posterior	Hemiparesia e hidrocefalia	Hallazgo tardío y de mal pronóstico

Transtentorial ascendente

Efecto masa en la fosa posterior que provoca un desplazamiento superior del cerebelo a través del tentorio

Hallazgos en TC

- Desplazamiento anterior del mesencéfalo y del acueducto de Silvio
- Borramiento de la cisterna cerebelosa superior y perimesencefálicas
- Configuración en “forma de peonza” (compresión bilateral de la cara posterolateral del mesencéfalo)

Complicaciones

- Compresión de la arteria cerebral posterior o de ramas de las arterias cerebelosas superiores
- Hidrocefalia por compresión del acueducto de Silvio



Fig 22. Cortes axiales TC: hematoma intraparenquimatoso en hemisferio cerebeloso derecho que condiciona herniación transtentorial ascendente derecha. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Tonsilar o amigdalar

Las amígdalas cerebelosas descienden por debajo del agujero magno. Puede ser congénita (Chiari) o adquirida.

Hallazgos en TC

- Descenso de las amígdalas cerebelosas cuantificado mediante la Línea de McRae (plano del foramen magno). Se considera patológico por encima de 5 mm.
- Obliteración del espacio subaracnoideo perimedular por debajo del agujero magno y desplazamiento anterior del tronco del encéfalo
- Obliteración del IV ventrículo

Complicaciones

- Compresión de las a. cerebelosas posteroinferiores (PICA) y de las arterias vertebrales y espinal
- Hidrocefalia obstructiva
- En casos graves compresión de la médula y fallecimiento

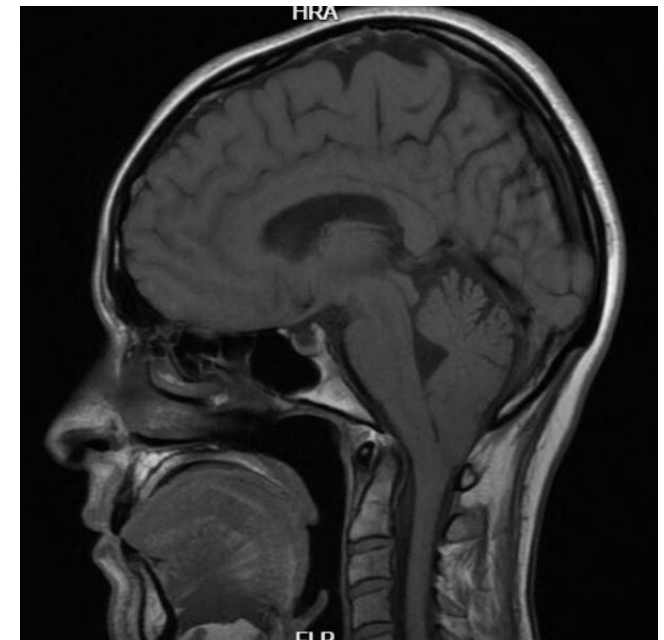


Fig 23. RM cerebral sagital T1: Descenso de las amígdalas cerebelosas de 10 mm por debajo del plano del agujero magno. Obliteración del espacio subaracnoideo perimedular. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Transesfenoidal

Menos común y menos descrita. Suele normalmente asociarse a otras herniaciones (subfalcinas y transtentoriales).

Descendente

El lóbulo frontal se desplaza posterior e inferiormente sobre el ala menor del esfenoides. Se manifiesta secundaria a enfermedad en el lóbulo frontal.

Complicación:

- Puede provocar la compresión de la arteria cerebral media contra la cresta esfenoidal.

Ascendente

El lóbulo temporal se desplaza superior y anteriormente a través de la cresta esfenoidal debido a un efecto masa en la fosa craneal media.

Complicación:

- Puede comprimir la arteria carótida interna supraclinoidea contra el proceso clinoideo anterior con infartos de los territorios de la arteria cerebral anterior y media.

Identificar el desplazamiento anterior o posterior de la arteria cerebral media es útil para sospechar este tipo de hernia

Externa

Protrusión cerebral al exterior a través de algún defecto óseo.

Hallazgos en TC

- Visualización de la extrusión cerebral
- Craniectomía

Complicaciones

- Necrosis local del encéfalo extruido
- Infartos venosos



Fig 24. Cortes axiales TC: craniectomía descompresiva en convexidad derecha con hernia externa asociada. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Paradójica

Es una complicación rara y potencialmente mortal de la craniectomía descompresiva. La presión atmosférica excede a la presión intracraneal en el lugar de la craniectomía y provoca un desequilibrio de presión y la consiguiente hernia subfalcina y/o transtentorial.

Hallazgos en TC

- Falta de bóveda craneal
- **Colgajo hundido**
- Desplazamiento de la línea media hacia el lado sano

Complicaciones

- Deterioro neurológico grave y muerte (es una emergencia neuroquirúrgica).



Fig 25. Cortes axiales TC: craniectomía frontoparietotemporal derecha con hundimiento del parénquima subyacente. (Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA).

Hipotensión intracraneal

Es otra causa de hernia cerebral que debe considerarse.

- Debe sospecharse en **pacientes sin masa intracraneal ni edema o cuando el grado de herniación no sea proporcional al grado del efecto masa.**
- Es causada por una fuga iatrogénica o espontánea de LCR.
- La pérdida de volumen del LCR provoca un descenso del cerebro secundario a un gradiente de presión negativo entre los compartimentos craneal y espinal.
- Pueden manifestarse como transtentorial descendente y/o hernia amigdalina.

Conclusión

Los síndromes de herniación encefálica representan una emergencia neurológica frecuente y potencialmente mortal. El radiólogo debe tener en cuenta que muchos de los patrones de herniación en imagen pueden solaparse. Las complicaciones comunes incluyen la compresión de nervios craneales, de espacios de LCR y de vasos sanguíneos. La TC es la técnica de imagen de elección para establecer un diagnóstico, guiar las decisiones terapéuticas y determinar el pronóstico.

Referencias

1. Types of Cerebral Herniation and Their Imaging Features. Berta Riveros Gilardi, José Ignacio Muñoz López, Antonio Carlos Hernández Villegas, Juan Alberto Garay Mora, Oralia Cristina Rico Rodríguez, Roberto Chávez Appendini, Marianne De la Mora Malváez, and Jesús Antonio Higuera Calleja. RadioGraphics 2019 39:6, 1598-1610
 2. Aso J, Martínez J, Martín A, Arregui R, Suarez M. Hernias encefálicas. Clasificación, neuropatología y problemas médico legales. En: Rev Esp Med Legal. 2015;41(3):91-102.
 3. Osborn AG. Intracranial herniation syndromes. En: Diagnostic imaging. Brain. Ed Amirsys 2004: 42-46.
 4. Vasung L, Hamard M, Soto MCA, Sommaruga S, Sveikata L, Leemann B, Vargas MI. Radiological signs of the syndrome of the trephined. Neuroradiology. 2016 Jun;58(6):557-568.
-