

Papel del radiólogo en el diagnóstico de las Complicaciones de las Válvulas de Derivación Ventricular.

Tipo: Presentación Electrónica Educativa

Carmen María Fernández Hernández, Francisco Sarabia Tirado, Andrés Francisco

Autores: Jimenez Sánchez, Ernesto Domenech Abellán, Cristina Serrano García, Amparo Gilabert Úbeda

Objetivos Docentes

- Conocer los hallazgos en imagen de las complicaciones intra y extracraneales de las derivaciones de LCR.
- Familiarizarse con las distintas técnicas de imagen apropiadas para su estudio.

Revisión del tema

1. INTRODUCCIÓN:

Los Shunts ventriculares son comúnmente usados en el tratamiento de la hidrocefalia. La derivación ventricular (DV) del líquido cefalorraquídeo (LCR) es uno de los procedimientos más comunes realizado por los neurocirujanos. Varios imprevistos durante el procedimiento, la mal función del shunt u otras complicaciones pueden ocurrir. El fallo del shunt ocurre en un 40-50% de los pacientes durante los primeros 2 años después de la cirugía. La incidencia del fallo en la derivación ventrículo peritoneal (VP) asocia rangos desde 25 al 40% en un año y del 63 al 70% en 10 años. El porcentaje de fracaso en la derivación ventrículo-atrial (VA) y ventrículo-pleural (VPL) es elevado.

Algunas mal funciones de la DV son debidas a complicaciones como obstrucción, rotura, migración o infección. Las complicaciones de la DV necesitan un estudio de extensión sistemático para diagnosticar su etiología. Estas complicaciones se sospechan clínicamente y el diagnóstico se confirma mediante las pruebas de imagen. Un estudio multimodal suele ser requerido para el diagnóstico de la mal función de la derivación, incluyendo Radiografías (Rx), ecografías (US), tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (RM) y estudios de medicina nuclear.

Por ello, los radiólogos deben familiarizarse con las potenciales causas de fallo de la derivación, y conocer las diferentes técnicas de imagen utilizadas para su diagnóstico.

La hidrocefalia puede ser tratada por derivación del LCR o por ventriculostomía endoscópica (VE).

Vamos a exponer e ilustrar los diferentes hallazgos en imagen sugestivos de mal función, así como las complicaciones intracraneales secundarias a la cirugía de las diferentes técnicas terapéuticas.

2. TÉCNICAS DE IMAGEN:

2.1 RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL:

La radiografía convencional (Rx) suele ser útil para descartar roturas, desconexiones, o migración de catéter. Las series radiográficas de drenaje típicamente consiste en Rx en dos proyecciones (antero-posterior y lateral) craneales, torácicas, y de abdomen, donde se examina el curso del LCR en la derivación. No obstante no siempre esta técnica es la más adecuada, ya que por ejemplo, la visualización del catéter intraperitoneal puede ser complicado en pacientes obesos, y a veces una potencial solución es obtener imágenes por separado de cada cuadrante abdominal.

Fig. 1

Para facilitar la evaluación radiográfica, existe la posibilidad de introducir Bario por el catéter, con lo que la visualización del tubo es completa.

La desconexión del tubo de drenaje VP es una complicación reconocida que ocurre más comúnmente a nivel de la válvula, en el punto de conexión donde el tubo distal y proximal se encuentran.

Otra causa de mal función del drenaje visible en la Rx es la posición ectópica del catéter.

El tubo puede colapsarse, causando una mal función del drenaje. Ocasionalmente, se puede desarrollar un pseudoquistes o una adhesión abdominal del catéter, lo que se sospecha en la Rx ante un tubo de drenaje fijo, en posición estática o distal al TIP del catéter en los estudios subsiguientes.

No obstante, la obstrucción del catéter puede no ser reproducida en la radiografía, así pues el valor de las series radiográficas de drenaje es limitado. Algunos autores han demostrado que las series radiográficas tienen una sensibilidad menor al 19.4%, mientras que otros sugieren que la verdadera sensibilidad no es mayor del 30%.

Además, la radiación ionizante implicada en la prueba limita el uso de esta técnica para el estudio de las causas de radiación. La dosis de radiación estimada para el estudio craneal, de tórax y abdomen es de 5.28 mSv. Esta dosis de radiación equivale a 2 años de BACKGROUND radiación.

2.2 ULTRASONIDOS:

La ecografía transfontanelar es utilizada para explorar el parénquima cerebral y los ventrículos, pero su uso está limitado a los primeros 12-18 meses de vida, cuando la fontanela anterior está todavía abierta.

Fig. 2

La ecografía puede ser útil para el estudio de despistaje de mal función de la VDVP. El tamaño y la forma de los ventrículos laterales es fácilmente visualizado, pero el tamaño del tercer y cuarto ventrículo en ocasiones es difícil de cuantificar en esta técnica. Además, la ecografía no es útil para estudiar con detalle la fosa posterior, el acueducto, el tercer y el cuarto ventrículo, y el foramen magnum. Todo lo descrito y el hecho de que las imágenes de ecografía son ejecutor-dependientes, hace que el diagnóstico preciso y las causas de hidrocefalia es raramente estudiada mediante sólo ecografía.

La más adecuada indicación de ecografía es el seguimiento de la dilatación ventricular, previo o posterior a la cirugía, con uso limitado a los 2 primeros años de vida.

La ecografía abdominal es frecuentemente utilizada para determinar la localización del extremo distal de catéter de DVP, y por tanto, identificar complicaciones intraperitoneales como una posición anormal de catéter, pseudoquistes, etc.

2.3 TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC):

La TC es el mejor método de imagen para el estudio cerebral debido a su fácil accesibilidad y corta duración de la prueba. Por todo ello, la TC es a menudo la técnica utilizada en urgencias. Es comúnmente utilizada para el seguimiento de la hidrocefalia. A menudo los niños precisan de sedación para su realización. En caso de obstrucción de la derivación, la causa y el lugar de la oclusión puede ser fácilmente visible mediante la TC craneal, que muestra una dilatación ventricular proximal al bloqueo, así como tamaño normal o efecto de masa ventricular distal.

El estudio inicial posterior a la implantación de la VDVP suele hacerse mediante esta técnica. [Fig. 3](#)
El tamaño ventricular normalmente disminuye gradualmente en el tiempo hasta los 12 meses tras la implantación de la válvula, y posteriormente suele permanecer estable.

Muchos autores consideran que la realización de un TC craneal cada año es el estudio más útil para el seguimiento de estos pacientes en un periodo largo de tiempo.

Sin embargo, teniendo en cuenta que normalmente los fallos de los drenajes VP aparecen antes del primer año de su implantación y que son más comunes durante el primer año, algunos autores recomiendan realizarlo cada 3 meses.

El inconveniente más importante del uso de la TC para el seguimiento de los pacientes pediátricos es la exposición repetida a la radiación ionizante, y su consecuente riesgo acumulativo de desarrollar cáncer durante su vida. Por ello, las posibilidades para minimizar los posibles riesgos a largo plazo de radiación ionizante, son particularmente importantes en el seguimiento de estos niños. Los protocolos de baja dosis están designados para obtener la máxima calidad de la imagen a bajas dosis de radiación.

2.4 RESONANCIA MAGNÉTICA (RM):

Los hallazgos estructurales que nos aportan las imágenes de RM son similares a los de la TC, así pues su uso es incrementado en el estudio del paciente pediátrico debido a su ausencia de radiación. En la edad pediátrica, la RM cerebral es la prueba de elección para cuantificar la dilatación ventricular, siendo posible la diferenciación entre ventriculomegalia e hidrocefalia, además de permitir la posibilidad de identificar su causa.

La desventaja principal es la valoración limitada del parénquima cerebral adyacente a la válvula, debido a artefacto producido por el material paramagnético del dispositivo por desajustes de la presión en las modernas válvulas programables. Antes de la realización de la RM hay que realizar la programación de la válvula, y el cirujano deberá programarla para evitar este artefacto. Las nuevas válvulas como las Polaris and Pro-GAV, son resistentes a la reprogramación en RM de 3T, por lo que no requieren ajustar la presión antes de la RM. [Fig. 4](#)

En la actualidad, para el estudio de la función de los sistemas de derivación requieren concretas secuencias de RM como la convencional SE T1 y FSE T2. Otras secuencias complementarias como las técnicas de RM-cisternografía son utilizadas, 3D FIESTA o su equivalente, y cine PC han conseguido la aceptación en el protocolo de evaluación del LCR y un despistaje con respecto a la anatomía de las cisternas.

2.4.1 Secuencias convencionales:

Las secuencias SE T1 y FSE T2 son las más utilizadas rutinariamente. Aportan bastante información demostrando las alteraciones de la señal del parénquima cerebral, y evaluación de la forma y el tamaño de los ventrículos. Además, esta técnica permite filiar las lesiones cerebrales y su localización intra ni extracraneales. [Fig. 4](#)

La RM convencional puede ser útil para ofrecer información útil sobre la etiología de la hidrocefalia, pero estos criterios dependen de la evaluación del paciente por neurocirugía.

La demostración de la presencia o ausencia de hemorragia en el parénquima cerebrales y las cisternas, se hace mediante la realización de secuencias EG T2* o de susceptibilidad magnética (SWI).

2.4.2 Secuencias RM 3D-FIESTA (GE) y recuperación del flujo

Las reconstrucciones en tres dimensiones en el estudio estático de 3D FIESTA son secuencias ecc gradiente con alta tasa de resolución del flujo y determina el detalle anatómico el trayecto del flujo. Las secuencias 3D-FIESTA con adquisición sagital centradas en la línea media, permiten localizar la obstrucción y determinar el impacto diagnóstico.

Estas secuencias pueden proporcionar una buena visualización y determinar si el acueducto de Silvio es la causa de la obstrucción, a veces incluso mejor que en las secuencias convencionales.

El valor de las secuencias 3D-FIESTA ha sido demostrado en el estudio y control de la hidrocefalia, y sus ventajas son fundamentalmente, que no sólo muestra detalladamente la anatomía, sino también la presencia, localización y extensión de las membranas con las cisternas, lo que sirve de guía de las VE.

La presencia de membranas en el agujero de Monro, , la salida del IV a veces los quistes ventriculares, pueden no ser visibles en las secuencias convencionales de RM (T1 y T2), pero su diagnóstico es posible con estas secuencias.

[Fig. 5](#)

2.4.3 SECUENCIA CINE DE FASE

Las secuencias de cine de fase cardio-monitorizada con contraste i.v. (PC) son una técnica corriente útil y no invasiva para determinar el LCR.

La técnica proviene de la velocidad y la dirección que sigue el LCR durante un ciclo cardiaco, con especial hincapié en las secuencias T2*. El flujo del LCR es pulsátil y sincrónico al ciclo cardiaco por tanto, el uso de la monitorización cardiaca en su procedimiento incrementa la sensibilidad de la prueba.

Las imágenes obtenidas mediante contraste de fase son características, ya que anulan la señal de tejido estático y únicamente se refleja el flujo de LCR. Las estructuras vasculares, sobre todo las venosas, pueden solaparse en la imagen dependiendo de la velocidad de codificación utilizada.

Básicamente, el LCR se aprecia hiperintenso cuando el flujo es anterógrado (sistólico) e hipointenso cuando es retrógrado (diastólico). El estudio cualitativo es un plano sagital de línea media de 4 mm de grosor y se aprecia el LCR a nivel del III ventrículo, en el acueducto de Silvio, en el IV ventrículo, a nivel del espacio aracnoideo anterior y posterior de C1 y en las cisternas basales.

Las secuencias de flujo del LCR pueden ser utilizadas para distinguir hidrocefalia comunicante de la no comunicante, y localizar el nivel de obstrucción en la hidrocefalia obstructiva, determinando si existe o no comunicación con el espacio aracnoideo, así pues estas imágenes nos proporcionar información significativa en el pre-operatorio y en la evaluación de la fosa posterior en el caso de Chiari tipo 1, así como en el seguimiento postoperatorio de la derivación VP.

No obstante, hay que tener en cuenta que estas secuencias tienen una serie de desventajas. Las secuencias de flujo demuestran solo el flujo bidireccional en una dirección seleccionada. Mientras que las secuencias PC muestran el flujo del LCR, esto es útil para demostrar los detalles anatómicos de la cisterna y deberían ser usadas en conjunto con 3D-FIESTA. Sin embargo, esta técnica está limitada por la pobre visualización del flujo turbulento y de la inestabilidad de la medida de flujo.

3. HALLAZGOS EN IMAGEN DE LOS SHUNTS LCR

3.1 DERIVACIÓN VENTRICULAR

La hidrocefalia puede ser tratada por derivación del LCR o por endoscópica third VE. El shunt ventricular representa el tradicional tratamiento para la hidrocefalia. La anatomía del shunt ventricular consiste en tres partes: el catéter proximal, la válvula (con o sin reservorio) y el catéter distal.

Los catéteres son típicamente fabricados con silicona y tienen un diámetro de 2-3 mm. Los catéteres son hipointensos en las imágenes de RM potenciadas en T1 y T2, e hiperintensos en la TC. [Fig. 6](#)

El reservorio y la válvula son normalmente radiolucientes, pero tienen marcadores radiopacos para su visualización. [Fig. 1](#)

El extremo proximal del catéter suele estar localizado en las astas frontales de los ventrículos laterales, lejos del plexo coroideo y delante del agujero de Monro, a través de un trépano craneal. El catéter sale a través del trépano y conecta con el reservorio lo que permite la derivación del LCR y la medición de la presión intraventricular. El reservorio es conectado al orificio de entrada de la válvula, mientras que el catéter distal se une al orificio de salida de la válvula y es tunelizado subcutáneamente para terminar en la cavidad de drenaje. La válvula regula la parte alta del drenaje del LCR y juega un papel esencial en el próspero tratamiento de la hidrocefalia.

En los shunt programables, la válvula contiene imanes que permiten el ajuste transcutáneo de la presión de apertura de la válvula.

Los shunts comúnmente están localizados en el peritoneo, pero otros lugares posibles son la aurícula (DA) o el espacio pleural (DPL).

La DVP es el método más utilizado para el shunt del LCR por la mayoría de los cirujanos, debido a las escasas complicaciones y la relativa facilidad del acceso peritoneal. La patología intraabdominal, como las adherencias peritoneales o la peritonitis recurrente, precisan la reubicación en un lugar de drenaje alternativo. Los shunts VA son generalmente elegidos cuando la DVP ha fallado o está contraindicada. El atrio derecho puede ser accesible por vía percutánea a través de la vena facial, subclavian o yugular interna, y la colocación adecuada del catéter distal VA puede ser asegurado en tiempo real con la ecocardiografía transesofágica. La principal desventaja de los shunts VA es el riesgo de las complicaciones intravasculares.

Por otro lado, los shunts ventriculopleurales (DPL) son raramente usados, limitándose a derivaciones temporales en casos de infecciones de las derivaciones VP o VA, o en el caso de hidrocefalia tumoral.

Los radiólogos normalmente somos requeridos para asegurar la función del shunt, determinar la posición de tubo de drenaje, y estimar el tamaño ventricular. La disminución del tamaño ventricular tras la derivación depende de varios factores entre ellos la causa de la hidrocefalia. Se espera no asociar complicaciones con una temprana reducción del tamaño ventricular durante las primeras 24 horas de la derivación. Si el tamaño ventricular permanece sin cambios en los siguientes 2-3 días tras la derivación, la permeabilidad del shunt es cuestionada.

3.2 VENTRICULOSTOMÍA ENDOSCÓPICA (VE)

La VE es un tratamiento de la hidrocefalia cada vez más popular desde que se conoce que evita muchas de las complicaciones de la DV, especialmente las que dependen del hiperdrenaje. La principal indicación es la hidrocefalia obstructiva, por ejemplo en casos de la estenosis del acueducto por tumores regionales. La edad es el principal determinante para los resultados de la VE, ya que en paciente jóvenes, especialmente neonatos, tiene un pobre pronóstico. Específicamente, la VE resuelve la hidrocefalia en el 80% de los niños mayores de 2 años pero no es efectiva en menores, debido a la inmadurez de las granulaciones aracnoideas.

En la VE la endoscopia es utilizada para crear un agujero en el suelo del tercer ventrículo, inmediatamente anterior a los cuerpos mamilares. Ello permite el paso del LCR a las cisternas interpedunculares y supraselares, desde donde puede fluir sobre la convexidad cerebral a las zonas de reabsorción del LCR. Si la VE no permite una adecuada reabsorción de la hidrocefalia, una DV todavía puede instaurarse.

La VE debe ser considerada en casos de mal funciones de la DV. En los casos de hidrocefalia localizada se requiere el acceso endoscópico para una adecuada comunicación de las cavidades. La disminución de tamaño ventricular tras el tratamiento endoscópico puede ser gradual u ocurrir en varias semanas, a diferencia de la DV.

La RM es el método de elección de estudio para su seguimiento, ya que puede constatarla permeabilidad de la comunicación creada demostrando el paso del LCR a su través. [Fig. 5](#)

4. COMPLICACIONES POSTQUIRÚRGICAS TRAS LA COLOCACIÓN DEL SHUNT

4.1 HEMORRAGIA INTRAVENTRICULAR:

La hemorragia intraventricular durante la revisión de la derivación es una complicación potencial debido a las constantes adhesiones del extremo lateral del catéter al plexo coroideo y a las paredes ventriculares. La hemorragia como complicación de la derivación es un conocido predictor del futuro ETV complicación. El sangrado intraventricular se origina de los vasos subependimarios o desde el plexo coroideo cuando las estructuras vasculares son dañadas por la ventriculoscopia o por los instrumentos endoscópicos.

La neuroimagen postoperatoria puede mostrar un hematoma subependimario que suele requerir una intervención quirúrgica para su manejo. [Fig. 6](#)

La incidencia reportada de la hemorragia intraventricular es de 1–3% de los casos, aunque algunos autores indican una mayor incidencia (entre el 3.5-6% en niños). Esta alta incidencia puede explicarse anatomía menos favorable en este grupo de edad, como por ejemplo el menor tamaño del agujero de Monro o mayores adhesiones intertalámicas, lo que incrementa el riesgo de daño quirúrgico durante la cirugía.

La hemorragia ventricular normalmente es demostrada en la TC realizada de forma urgente.

4.2. HEMORRAGIA PARENQUIMATOSA

El hematoma intracerebral debido al daño de los vasos cerebrales durante la introducción del extremo proximal del catéter o la ventriculoscopia es poco frecuente, pero supone un morbilidad potencial importante.

Las grandes hemorragias intraparenquimatosas e intraventriculares son complicaciones desastrosas especialmente en pacientes que tienen coagulopatías o reciben tratamiento anticoagulante. [Fig. 6](#) [Fig. 7](#)

Estas hemorragias son muy bien delimitadas en la TC, y las de pequeño tamaño no requieren tratamiento quirúrgico.

4.3. HEMATOMA SUBDURAL O HIGROMAS.

Los hematomas subdurales o higromas normalmente tienen un curso benigno. En los hematomas subdurales agudos, la excesiva pérdida del LCR durante el procedimiento endoscópico está probablemente relacionado con su mecanismo patogénico.

Las colecciones subdurales post-derivación son las más frecuentemente reportadas en pacientes con macrocefalia y subsiguiente desproporción craneo-cerebral caracterizada por marcada disminución de la complianza intracraneal. Por el contrario, la colecciones subdurales de LCR después de EVT han sido descritas solo ocasionalmente (ratio de 0.5-1.5% reportado en varias series).

Los estudios de neuroimagen (TC o RM) contribuyen al diagnóstico de las colecciones subdurales y son utilizadas para su seguimiento y monitorización de los resultados del tratamiento. En general, la apariencia de estas colecciones en la imagen no difiere de las los higromas y hematomas subdurales encontrados en otras condiciones. [Fig. 7](#)

4.4 NEUMOENCÉFALO

La presencia de aire intra o extraaxial secundario a la derivación de LCR o al procedimiento endoscópico carece normalmente de importancia. Sin embargo, el neumoencéfalo a tensión representa una infrecuente pero peligrosa complicación. El aire intracraneal es el resultado de la reducción del volumen cerebral debido a la disminución de los lagos de LCR durante el implante del drenaje de LCR extratecal, o durante el procedimiento de ETV.

Las técnicas de neuroimagen (TC, RM) permiten estudiar la presencia de neumoencéfalo, su volumen y su distribución.

[Fig. 7](#)

4.5 OTRAS COMPLICACIONES

Otras complicaciones raras son las debidas a la hiperfunción de la válvula, donde podemos identificar en los estudios de neuroimagen el colapso ventricular y la inversión cerebral del manto

Estas complicaciones suelen requerir reemplazamiento de la válvula.

Otra complicación poco frecuente es la hemorragia subaracnoidea (HSA), que se estudia mediante TC. [Fig. 6](#)

5. COMPLICACIONES INTRACRANEALES EN LOS SHUNTS DE LCR

Table 2 Intracranial complications of CSF shunts

Type of intracranial complication
Acute – subacute complications
<ul style="list-style-type: none">• Shunt infection• Obstruction• Disconnection / fracture• Catheter malpositions / migrations• Overdrainage and slit-ventricle syndrome• Loculations• Subcutaneous CSF collections and CSF fistula• Complications of ETV
Chronic complications
<ul style="list-style-type: none">• Craniostylosis• Cranioccephalic disproportion• Meningeal fibrosis• Peri-shunt porencephaly and periventricular leukomalacia• Trapped fourth ventricle• Pneumocephalus

5.1. COMPLICACIONES AGUDAS Y SUBAGUDAS:

Table 1 Postoperative complications after CSF shunting

Complications
Intraventricular hemorrhage
Parenchymal hemorrhage
Subdural hematomas or hygromas
Pneumocephalus
Ventricular collapse / mantle inversion
Subarachnoid hemorrhage

5.1.1. Infección de la derivación:

La infección es una común etiología del fallo del drenaje y representa la segunda causa de disfunción del drenaje después de la mal función mecánica. Su incidencia reportada es del 1-40%. La mayoría de las infecciones de las derivaciones ocurren en el periodo del postoperatorio (70% en 1 mes, 85% en 9 meses) y suelen ser debidas a la contaminación durante la cirugía. La contaminación intraoperatoria por la flora de la piel es el modo primario de infección, mientras que otros modos son la contaminación del extremo proximal por meningitis y distal por peritonitis.

Las infecciones en un periodo posterior son menos comunes. De hecho, solo el 10-15% ocurren tras 1 año de la implantación de la derivación, y son atribuidas a la contaminación del catéter distal por e contenido visceral o la infiltración de los gérmenes a través de la superficie cutánea.

En comparación con las derivaciones extratecales de LCR, las infecciones en el contexto del VE son menos problemáticas. La ausencia de cuerpo extraño representada por el aparato de la derivación limita la infección en un rango de 1-5% de los casos. La incidencia de infección parece depender más de la historia de infección previa o de drenajes externos que del procedimiento de VE actual.

La TC y la RM pueden mostrar un realce irregular leptomeníngeo y endimario relacionado con meningitis y ventriculitis respectivamente. La ventriculitis muestra un realce tanto irregular como lineal de los ventrículos o de los surcos corticales cerebrales. Los residuos de los ventrículos especialmente en secuencias de difusión, son mostrados como diferentes intensidades entre el líquido normal y el contaminado, lo que constituye el mejor signo de neuroimagen de la ventriculitis. El realce paquimeníngeo no debido a la infección, puede ser visualizado por la sobrederivación, que puede persistir en el periodo del postoperatorio durante meses. [Fig. 14](#)

5.1.2 Obstrucción del Shunt

La derivación puede estar obstruida por tres razones: el catéter proximal, la válvula y el catéter distal. Los dos lugares más frecuentes de obstrucción son el catéter ventricular, que puede ser bloqueada por el crecimiento del plexo coroideo, y la válvula, que puede ser bloqueada por sangrados.

La obstrucción puede ocurrir tiempo después de la implantación de la válvula con un ratio del 0.5 % por mes. La obstrucción del catéter ventricular es la principal causa de fallo mecánico (63,2%) seguida de la oclusión del catéter distal (23.5%), migración (8.8%), desconexión (1.4%) y rotura (1.4%).

El diagnóstico del bloqueo de la derivación es realizado por estudios comparativos del catéter en TC.

[Fig. 8](#)

5.1.3. Desconexión y rotura:

Las desconexiones más comunes ocurren en un periodo corto tras la implantación de la derivación. Ello representa la segunda causa de fallo de la derivación en los niños, y el cuello es el área con más morbilidad. [Fig. 2](#)

El diagnóstico por neuroimagen se realiza mediante las “series de derivación” [Fig. 10](#). Este método diagnóstico revela un defecto de unión radioluciente entre los segmentos del tubo de derivación, y en ocasiones zonas de calcificación.

Pequeñas colecciones de LCR pueden desarrollarse en el lugar de ruptura o desconexión del tubo o de las válvulas, y ser visualizadas en TC. Además, la TC puede demostrar colecciones subgaleales y ampliación ventricular.

[Fig. 9](#)

5.1.4. Malposición del catéter y migración:

La malposición del extremo proximal o distal de la derivación puede ser la causa de la mal función. En ciertos casos, sin embargo, la mal función puede ocurrir las aperturas laterales del catéter. La migración de catéter puede ocurrir en el extremo distal o proximal.

Una vez fijado el catéter, el tejido subcutáneo y el continuo crecimiento del niño pueden provocar la tracción y la migración del catéter.

[Fig. 11](#) [Fig. 8](#)

5.1.5. Hiperdrenaje y Síndrome de los ventrículos herradura:

la localización de la DV puede complicarse con el hiperdrenaje en variables proporciones. Las diversas manifestaciones del drenaje excesivo del LCR ocurren aproximadamente en el 18% de los niños con hidrocefalia. El tamaño ventricular vuelve a la normalidad en las primeras 24 horas tras la derivación, con un subsiguiente reducción gradual que depende de la causa y la cronicidad de la hidrocefalia. Sin embargo, si el colapso de los ventrículos laterales sucede demasiado rápido, el cerebro puede ser lo suficientemente elástico para llenar el espacio. El resultado de la disparidad entre el tamaño cerebral y el cráneo favorece la formación de higromas subdurales o hematomas.

[Fig. 12](#)

El hiperdrenaje crónico es relativamente común y se muestra como ventrículos de pequeño tamaño o en forma de herradura en los estudios de neuroimagen en más del 50% de los niños con DV. Los ventrículos en herradura no son clínicamente significativos en la mayoría de los casos. El interés de este hallazgo es cuando es sintomático y está asociado con el llamado "slit ventricle syndrome" (SVS) o síndrome de los ventrículos herradura. Este síndrome es definido por la presencia de síntomas intermitentes de elevación de la PIC asociados con un pequeño tamaño de los ventrículos en los estudios de neuroimagen. Sólo el 0.9%-3.3% de las DV en los niños presentan manifestaciones clínicas del SVS.

El diagnóstico se realiza clínicamente por un aumento de la PIC que se correlaciona con la ausencia de ventriculomegalia. No hay criterios diagnósticos del SVS. Los pacientes con este síndrome tienen unos ventrículos de pequeño tamaño en la TC o RM. [Fig. 13](#) Otros signos en la neuroimagen del hiperdrenaje incluyen el colapso de los ventrículos laterales alrededor del extremo proximal del catéter, o incluso el colapso cortical o la formación de hematomas subdurales.

5.1.6. Loculaciones:

se trata de bolsas quísticas en los ventrículos no comunicantes, separadas por tabiques. Los niños con historia de hemorragia o ventriculitis tienen un mayor riesgo de desarrollar estos septos. Las loculaciones pueden desarrollarse progresivamente como resultado de un Sistema ventricular inadecuadamente drenado. Estos compartimentos de LCR pueden llegar a causar síntomas de compresión cerebral. El manejo consiste en comunicar los compartimentos loculados con el resto del Sistema ventricular, por lo que el método más apropiado es la neuroendoscopia.

La RM es el mayor método de imagen para estudiar la anatomía de los compartimentos loculados y además puede demostrar el flujo transependimario adyacente a las cavidades aisladas. [Fig. 14](#)

5.1.7. Colecciones subcutáneas de LCR y fistulas:

Son descritas como manifestaciones de la mal función mecánica de la DV. Sin embargo, la incidencia de las colecciones subcutáneas de LCR en pacientes con DV normofuncionante es del 0.1-5.5%.

Las colecciones subgaleales de LCR también puede ocurrir en los pacientes con ETV, con incidencia aproximada del 2-18%, y normalmente indica fallo del procedimiento.

[Fig. 7](#)

5.1.8. Complicaciones de VE:

Los daños vasculares son una rara pero extremadamente severa complicación de la ETV. Los vasos más frecuentemente dañados por su localización anatómica son la arteria basilar, el segmento P1 de la arteria

cerebral posterior (ACP) y las arterias coroideas posteriores.

El daño vascular normalmente se manifiesta por hemorragia ventricular o de las cisternas, estudiadas por TC urgente. La RM y la Angio-RM son las técnicas que mejor documentan las complicaciones tardías de dichas roturas. La sospecha de un pseudoaneurisma implica la realización de un estudio angiográfico.

Las estructuras anatómicas más frecuentemente dañadas en la instrumentación de la ETV son las paredes del III ventrículo que delimitan el agujero de Monro. Las complicaciones a corto tiempo más frecuentes son las contusiones de los tálamos y el fornix de los cuerpos mamilares.

[Fig. 6](#)

5.2 COMPLICACIONES CRÓNICAS

El hiperdrenaje crónico causa una mala función ventricular debido a la combinación de la congestión venosa, la gliosis subependimaria, la microcefalia y la craneostenosis.

5.2.1. Craneostenosis:

La craneostenosis secundaria a la implantación de la DV es reportada en un 10-15% de los casos, y edemas se asocia al SVS. Este fenómeno se debe a la actividad osteoblástica/osteoclástica seguida de aumento de PIC que conduce a una remodelación y laminación del cráneo con formación de hueso nuevo en el diploe. Los niños son particularmente susceptibles a esta complicación.

En esta situación, las craniectomías son requeridas para asegurar un crecimiento cerebral futuro y una corrección de la HTA IC. [Fig. 15](#)

La TC en ventana de hueso y las reconstrucciones VR son útiles para identificarla. Los cambios cerebrales secundarios se han de estudiar con RM que puede demostrar signos indirectos de compresión cerebral como la herniación cerebelosa.

5.2.2. Fibrosis meníngea:

La fibrosis meníngea es otra manifestación del hiperdrenaje, y puede ser residual a higromas subdurales crónicos. Se desarrollan por deposición de colágeno y tejido de granulación vascular, observándose hiperrealce en los estudios de RM y TC con contraste i.v.

5.2.3. Encefalomalacia peri-shunt y leucomalacia periventricular:

En los estudios de TC y RM se puede identificar encefalomalacia pericatéter (especialmente en los episodios de fallo del drenaje) y leucomalacia periventricular que son comunes en los pacientes con derivaciones crónicas. [Fig. 11](#) [Fig. 16](#)

5.2.4. Atrapamiento del IV ventrículo

El atrapamiento del IV ventrículo es particularmente común en casos de adhesiones aracnoideas que impiden la salida del LCR a través del foramen de Magendie y Luschka. Su incidencia es del 2.5%. Un IV ventrículo atrapado ocurre cuando las loculaciones aíslan el IV ventrículo del sistema ventricular supratentorial. Estos cambios son causados por cicatrización del acueducto cerebral, el foramen de Luschka y Magendie, y secundariamente el cierre del acueducto inducido por la DV.

Una segunda ventriculostomía en el IV ventrículo es normalmente utilizada para aliviar los síntomas de aumento de la PIC y la compresión del tronco producida por la expansión del IV ventrículo. [Fig. 16](#)

La RM es muy útil para su diagnóstico. Muestra unos ventrículos laterales pequeños o normales y un IV ventrículo alargado que comprime el tronco. La adquisición sagital de la secuencia 3D FIESTA es particularmente útil para mostrar la oclusión o distorsión del acueducto cerebral.

5.2.5. Neumoencéfalo:

El neumoencéfalo es una rara complicación tardía que puede ocurrir tras meses o años de la DV, el sifón del catéter produce una presión intracraneal negativa que succiona aire dentro del parénquima cerebral. El neumoencéfalo puede estar asociado a infecciones intracraneales (perforación colónica). La TC y la RM pueden ayudar a identificar su causa.

Imágenes en esta sección:



Fig. 1: Serie radiográfica de drenaje en niña de 14 años con VDVP: (a, b) Rx de cráneo, (c) tórax (d) abdomen que muestran la integridad del drenaje.

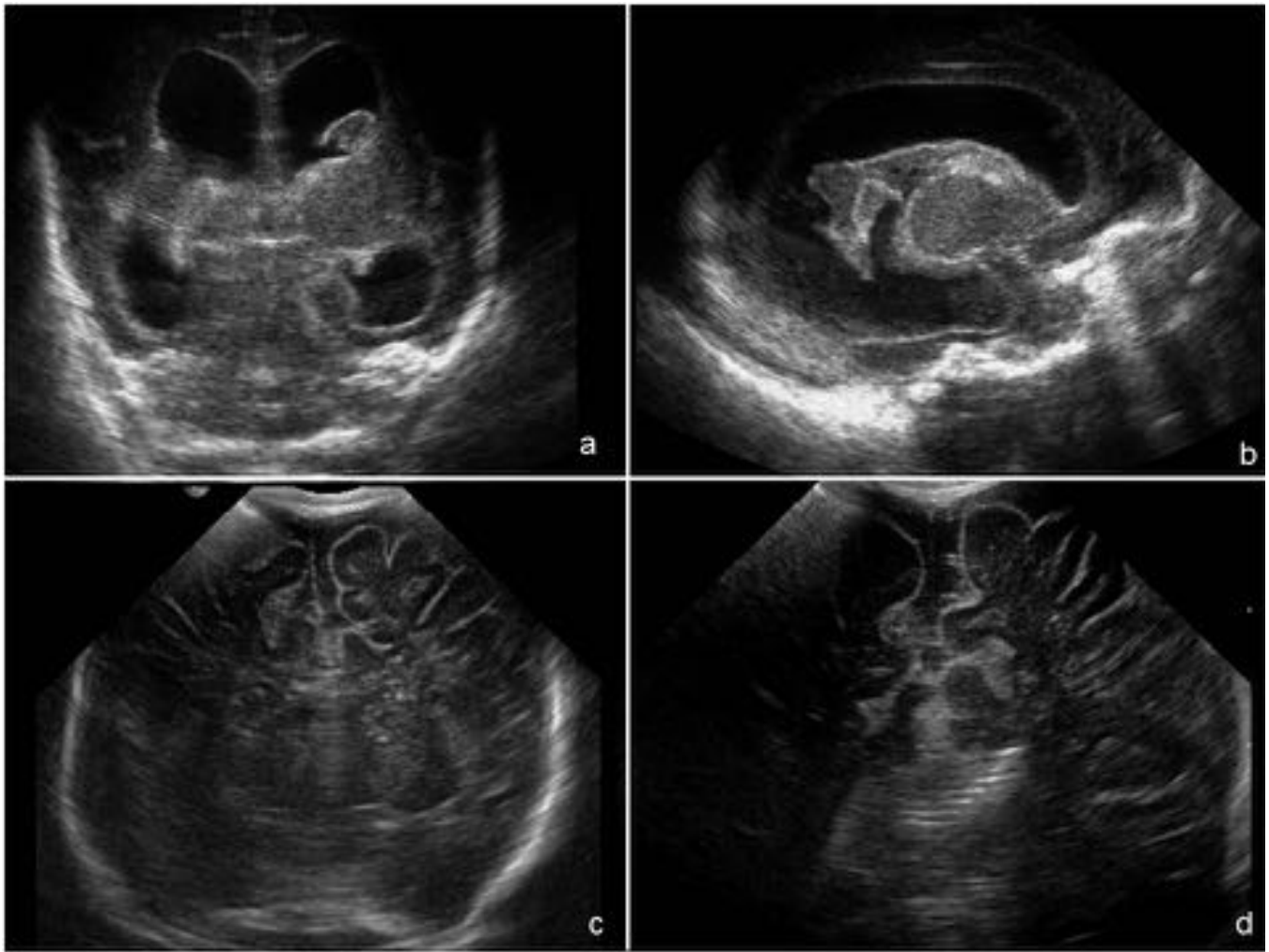


Fig. 2: ecografía transfontanelar en hidrocefalia posthemorragia: (a, b) recién nacido pretérmino de 29 semanas con HIV grado III, (c) Cortes coronal y (b) sagital que muestran hidrocefalia y nivel intraventricular izquierdo. (c, d) Prematuro de 27 semanas con válvula Polaris por hidrocefalia progresiva y sospecha clínica de hiperdrenaje. Los cortes coronales muestran colapso ventricular (c) y la válvula intraventricular (d).

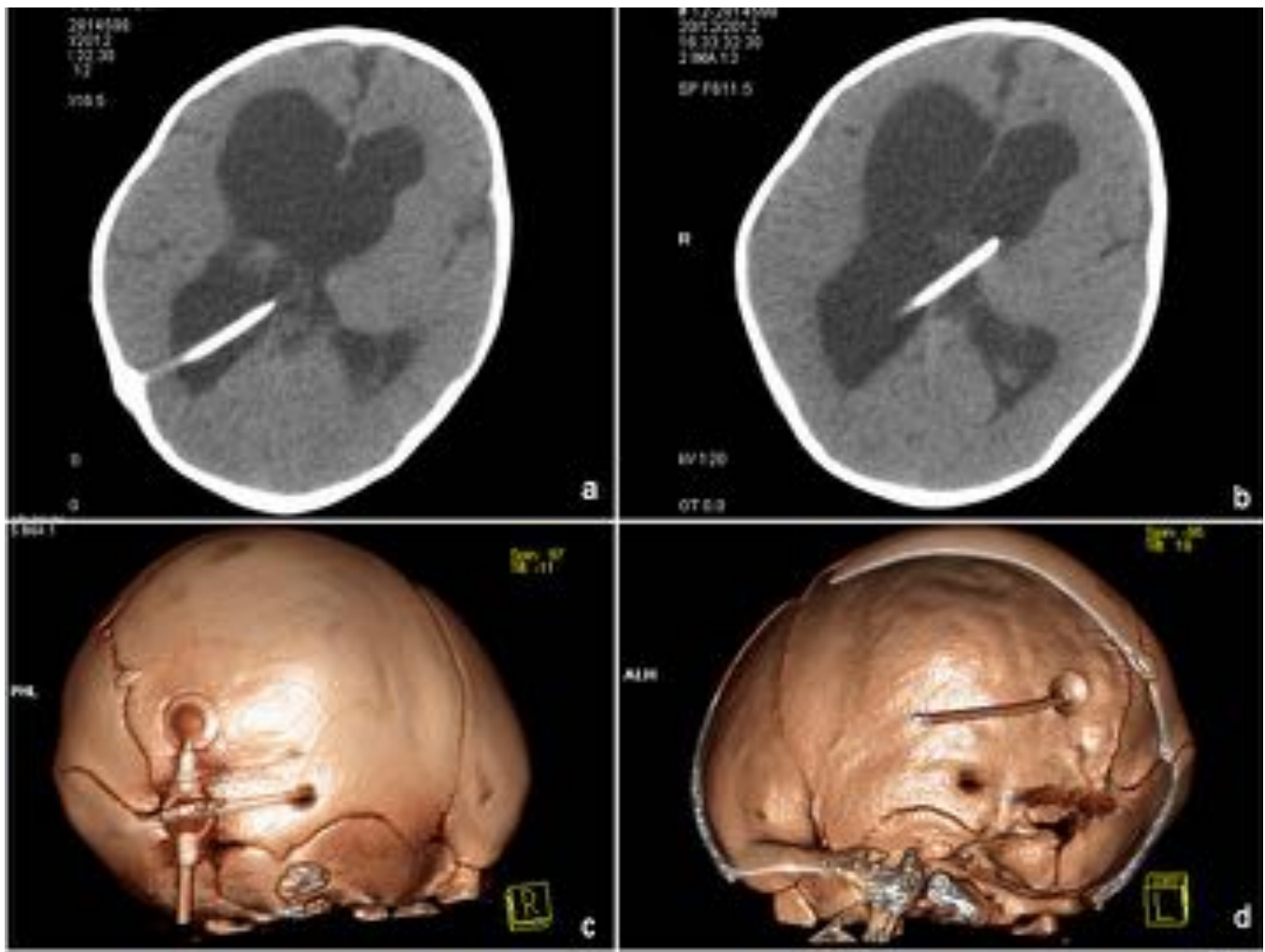


Fig. 3: Hidrocefalia posthemorrágica en paciente portador de válvula Polaris. (a, b) TC craneal corte axial que muestra hidrocefalia y cateter correctamente colocado, (b, c) Reconstrucción 3D Volume-Rendering (VR) donde se observa el catéter, el reservorio, la válvula y el catéter distal.

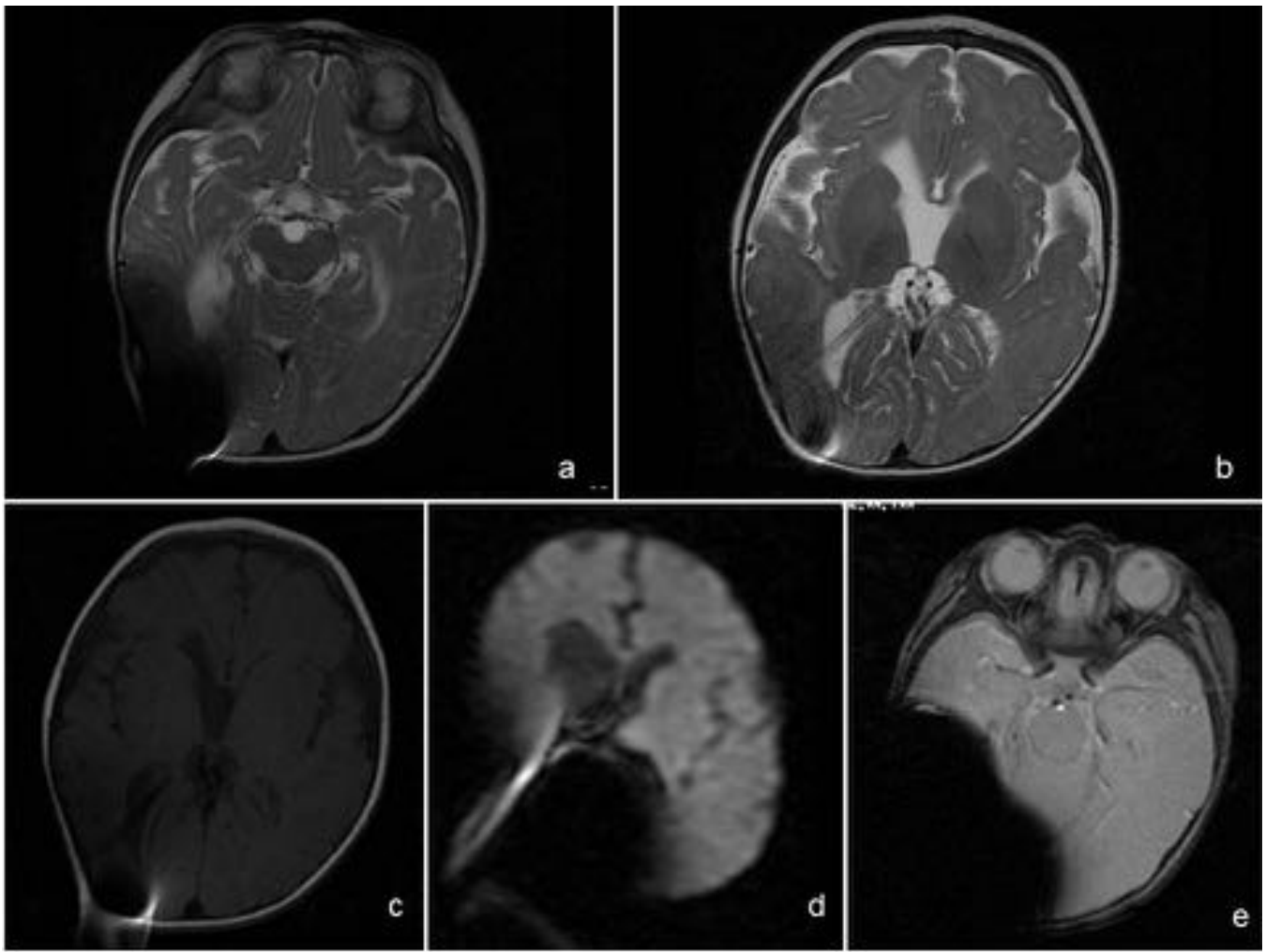


Fig. 4: RM de control de paciente de 7 años con válvula Polaris que muestra el artefacto causado por el catéter intraventricular en las secuencias axiales FSE T2 (a), FSE T1 (c), b1500 DWI (d) and EG T2* (e). En la secuencias axial FSE T2 se observa el catéter intraventricular (b)

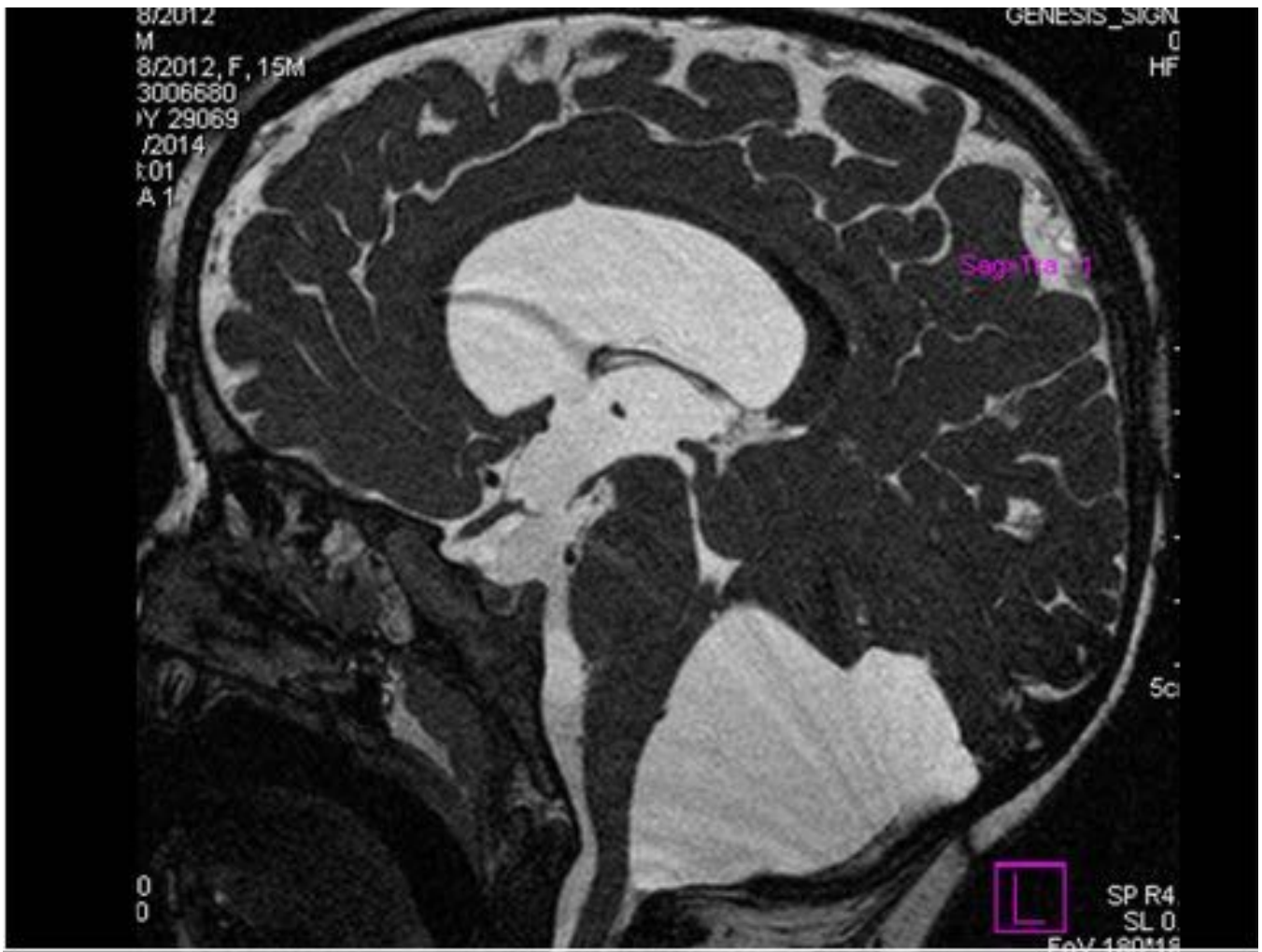


Fig. 5: Secuencia sagital 3D FIESTA centrada en línea media en niña de 12 años con IV ventrículo dilatado secundario a hidrocefalia tratada con VE. Todas las estructuras de la línea media, VE y las cisternas basales son evaluadas con esta secuencia.



Fig. 6: Complicaciones postquirúrgicas. (a) TC craneal simple axial con hemorragia intraventricular en las astas occipitales tras la colocación del catéter. (b) TC craneal simple axial con hemorragia

intraventricular y restos hemáticos pericatéter. (c) TC postquirúrgico que muestra hemorragia parenquimatosa en el lóbulo frontal derecho y corona radiada homolateral, con edema perilesional, así como HSA parietal izquierda.

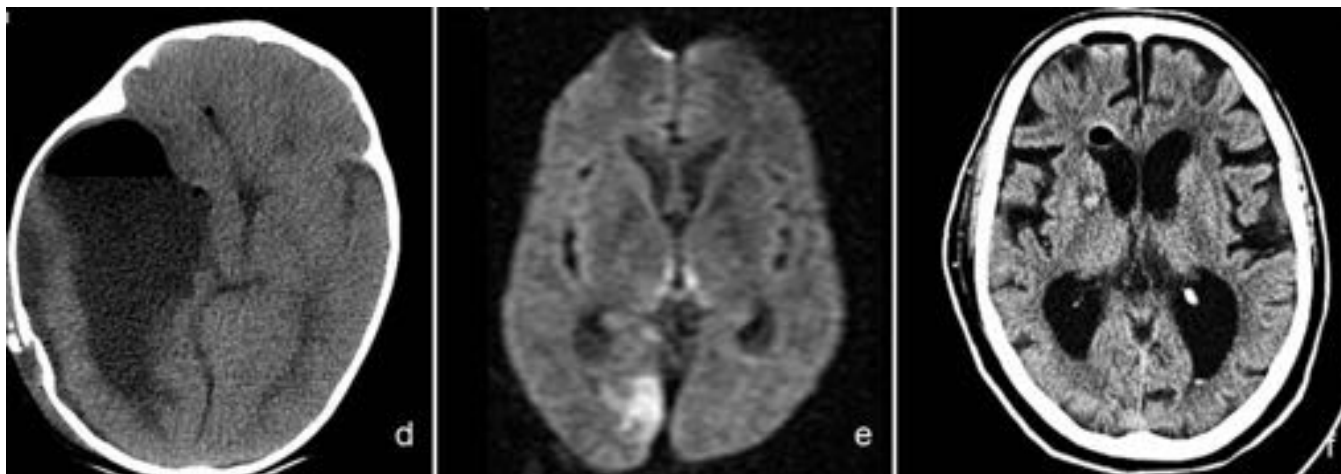


Fig. 7: (d) TC en paciente con hidrocefalia loculada y neumoencéfalo en el asta temporal tras la implantación del catéter. (e) Secuencia axial de RM DWI b1500 DWI realizada tras la implantación de una derivación de forma urgente que muestra un infarto isquémico en el lóbulo occipital derecho. (f) TC craneal simple axial tras la realización de VE con hematoma en el brazo anterior de la cápsula interna derecha y neumoventrículo en el asta frontal homolateral.

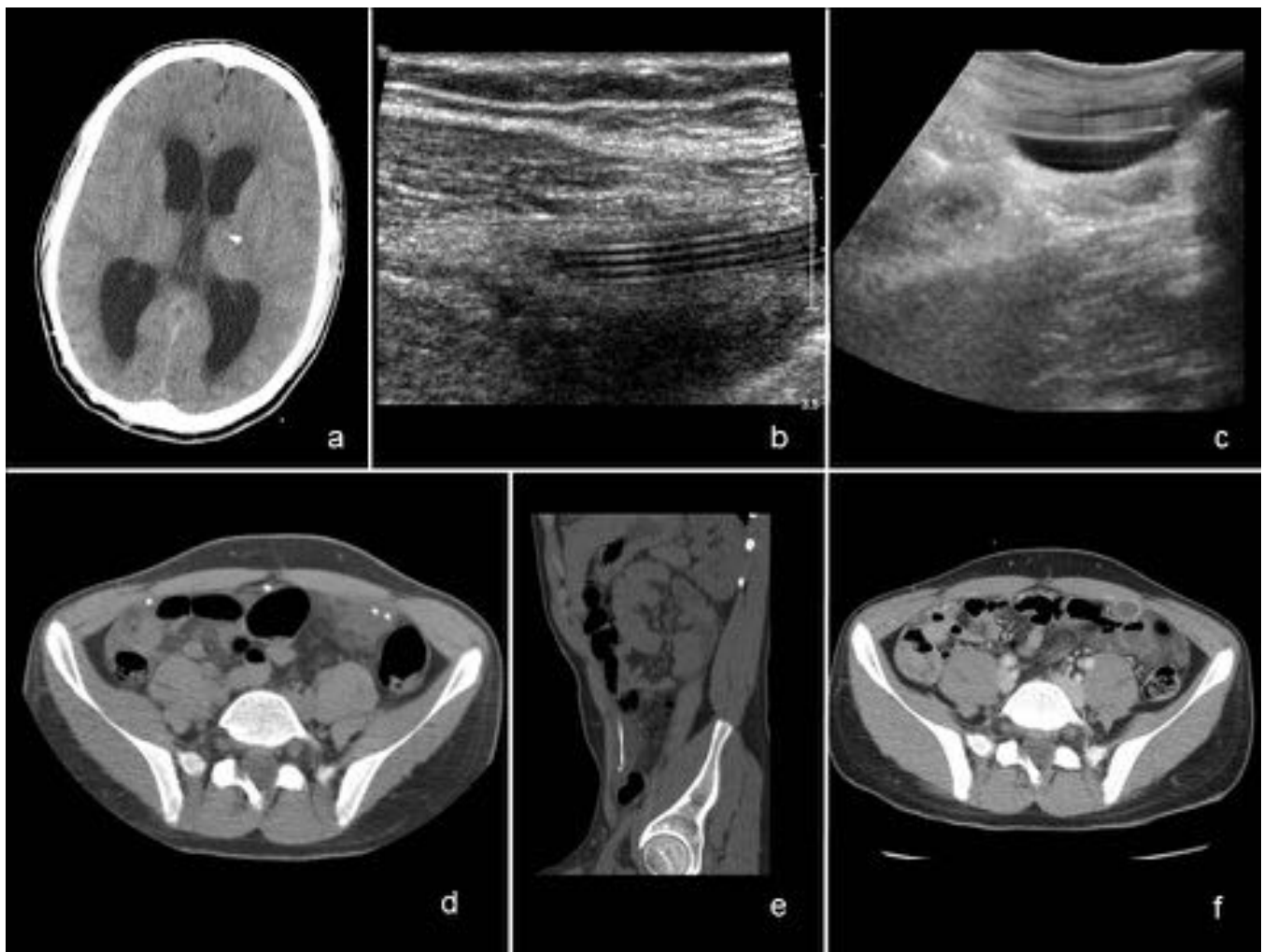


Fig. 8: Paciente portador de VDVP que presenta alteración del estado mental. (a) TC axial craneal simple que muestra una hidrocefalia activa por obstrucción distal de la DV (b and c) Ecografía abdominal donde se observa una colección intraperitoneal alrededor del extremo distal del catéter (d) TC axial y (e) reconstrucción sagital que revela la colección alrededor del catéter en la gotiera paracólica izquierda. (f) TC axial de un mes después donde se aprecia una disminución de la colección descrita

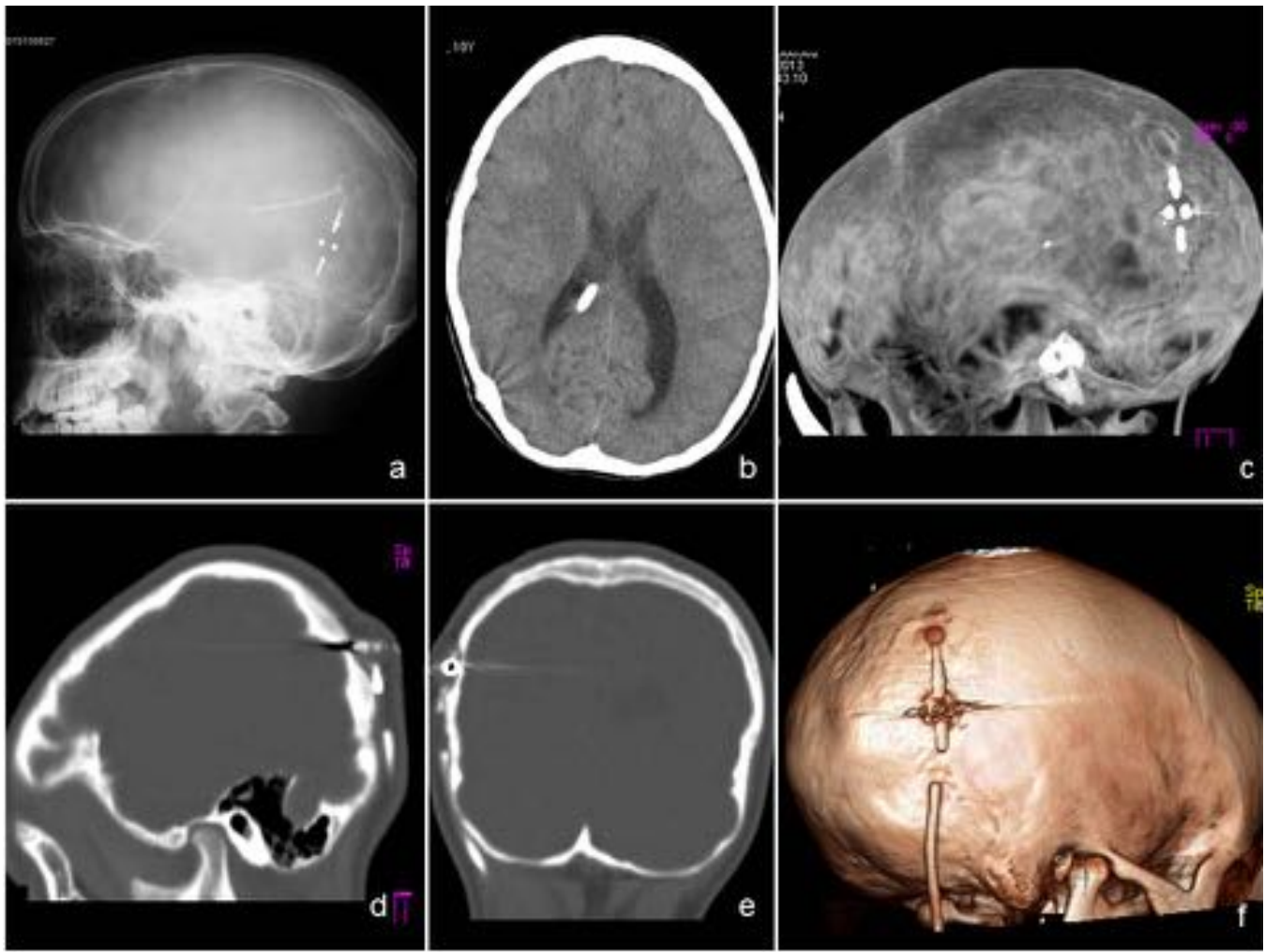


Fig. 9: Desconexión del catéter distal en un niño de 10 años con una válvula Sophy y sospecha clínica de mal función del shunt. (a) En la vista lateral de la Rx craneal se observa una desconexión del catéter distal próximo a la válvula, así como en la sagital (d) y coronal (e) 2D Multiplanar Reconstruction (MPR), 3D Maximum Intensity Projection (MIP) (c) y reconstrucción VR reconstrucción (f). El plano axial de la TC muestra una leve dilatación ventricular y localización intraventricular del catéter.

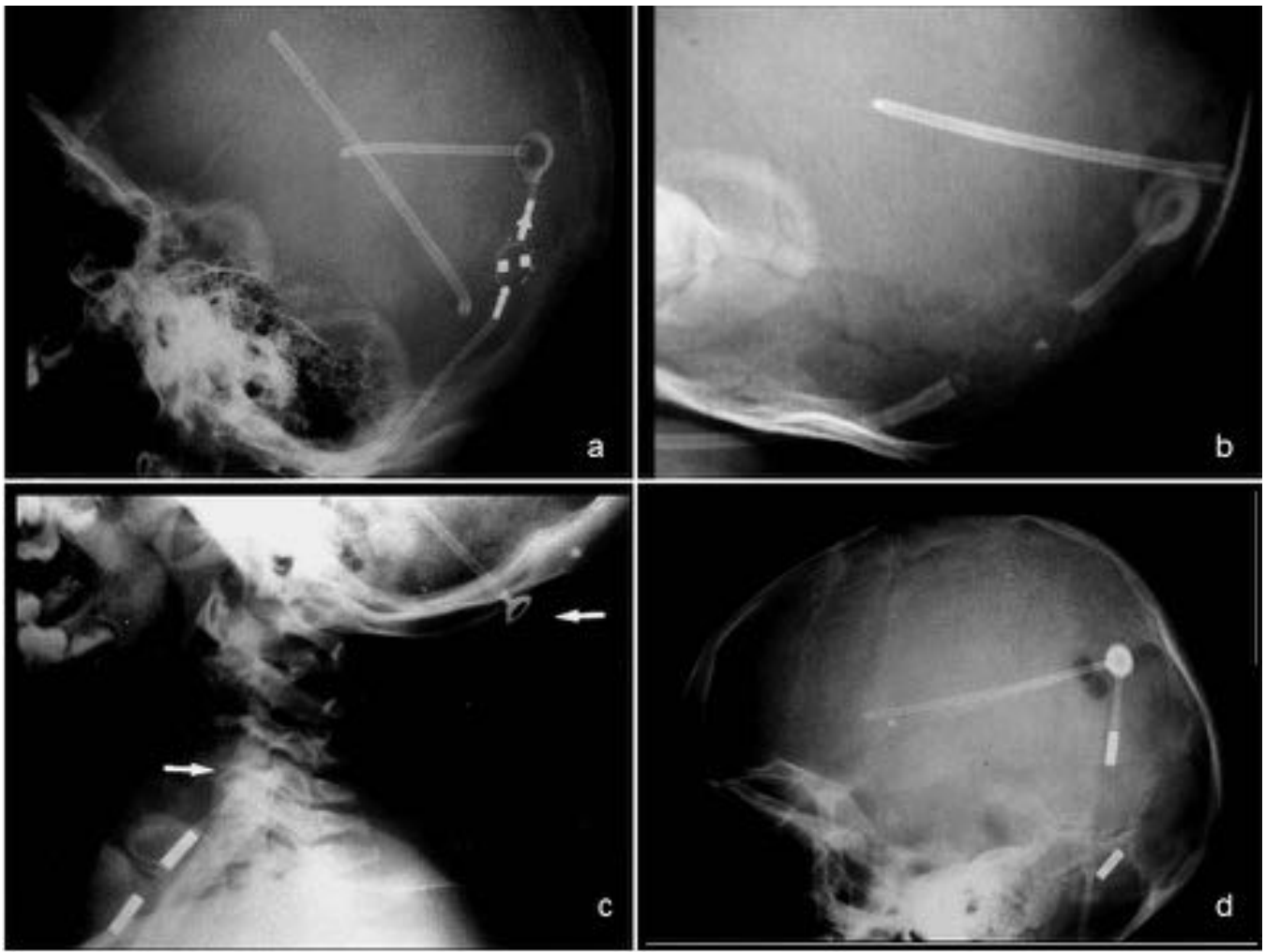


Fig. 10: Desconexión y rotura del shunt en la proyección lateral de la Rx craneal. (a) Retención intraventricular del catéter; se identifica la presencia de otra válvula (Sophy.) (b) Separación del reservorio. (c) Desconexión y migración (flechas) del reservorio. (d) Rotura de la válvula tras un trauma cefálico.

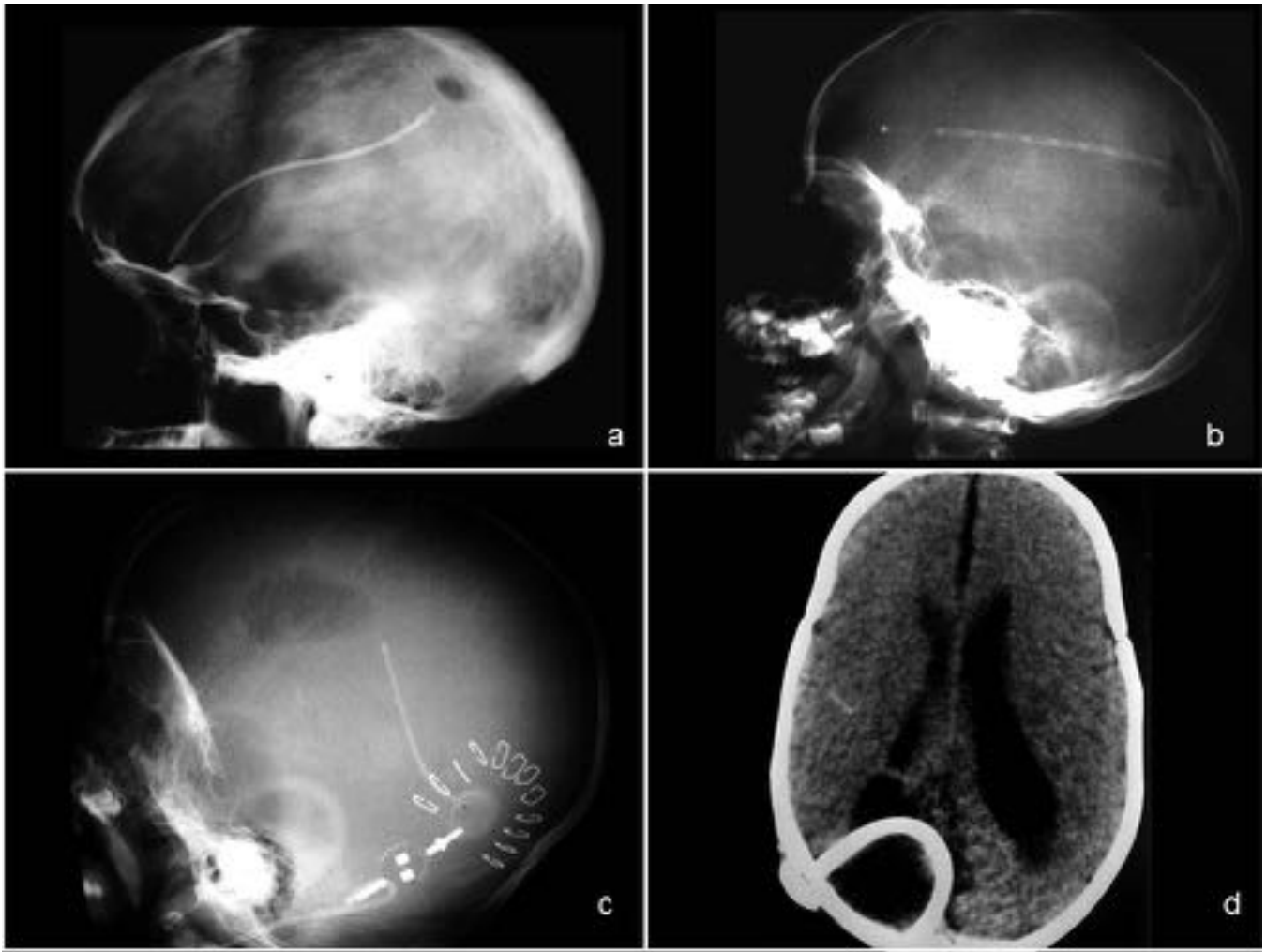


Fig. 11: Extravío de catéter. (a, b) Proyecciones laterales de Rx craneal que muestra una excesiva extensión del catéter ventricular. (c) La Rx postoperatoria muestra un neumoencéfalo y retorcimiento del catéter distal de la válvula. (d) El corte axial de la TC demuestra una curvatura del catéter intraventricular y porencefalia regional.

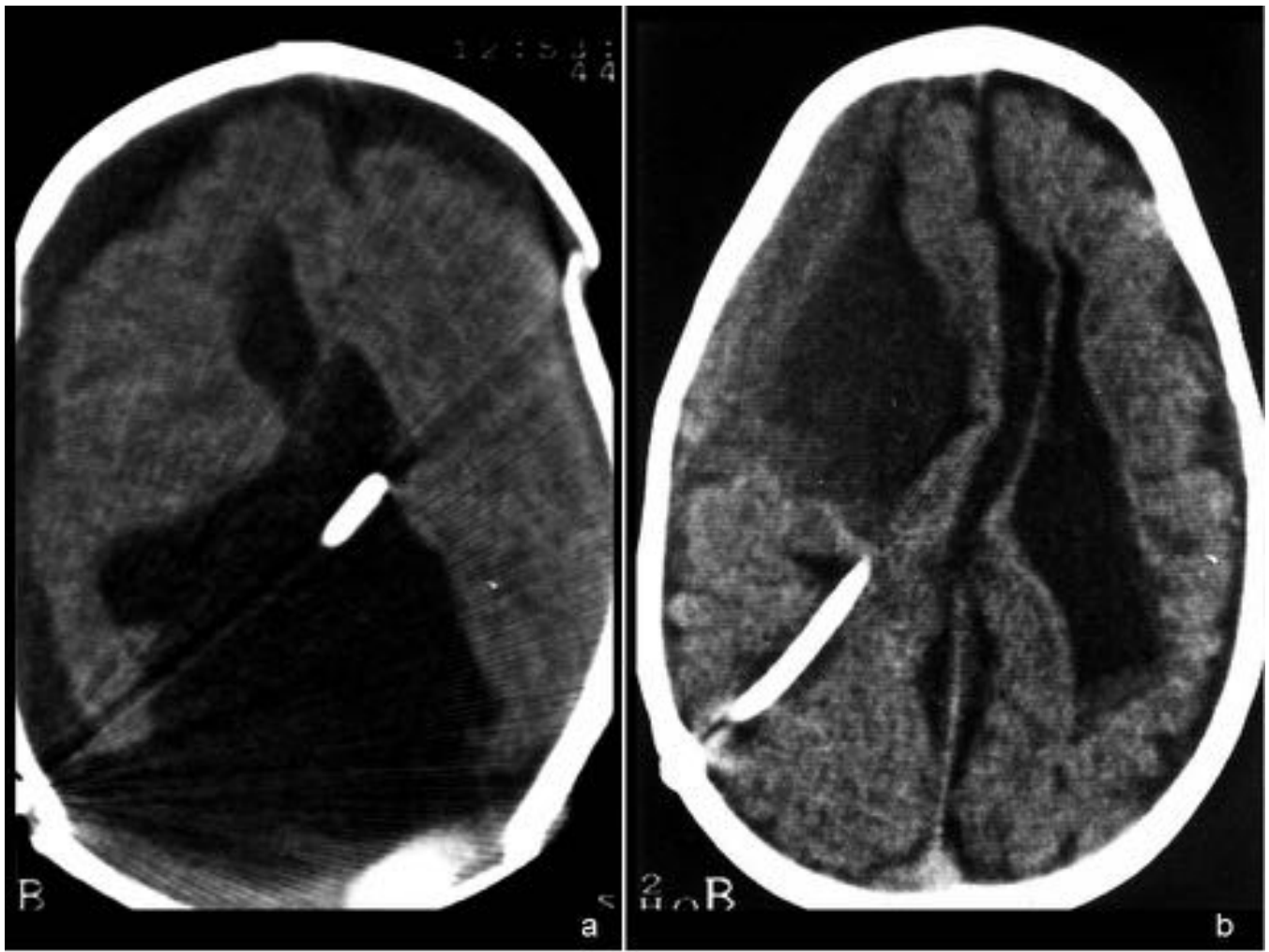


Fig. 12: Hiperdrenaje en TC (a) Catéter intraventricular con dismorfia ventricular, higroma subdural y esclerosis de la sutura coronal. (b) Catéter intraventricular con hematoma subdural, quiste aracnoideo derecho y colapso cerebral.

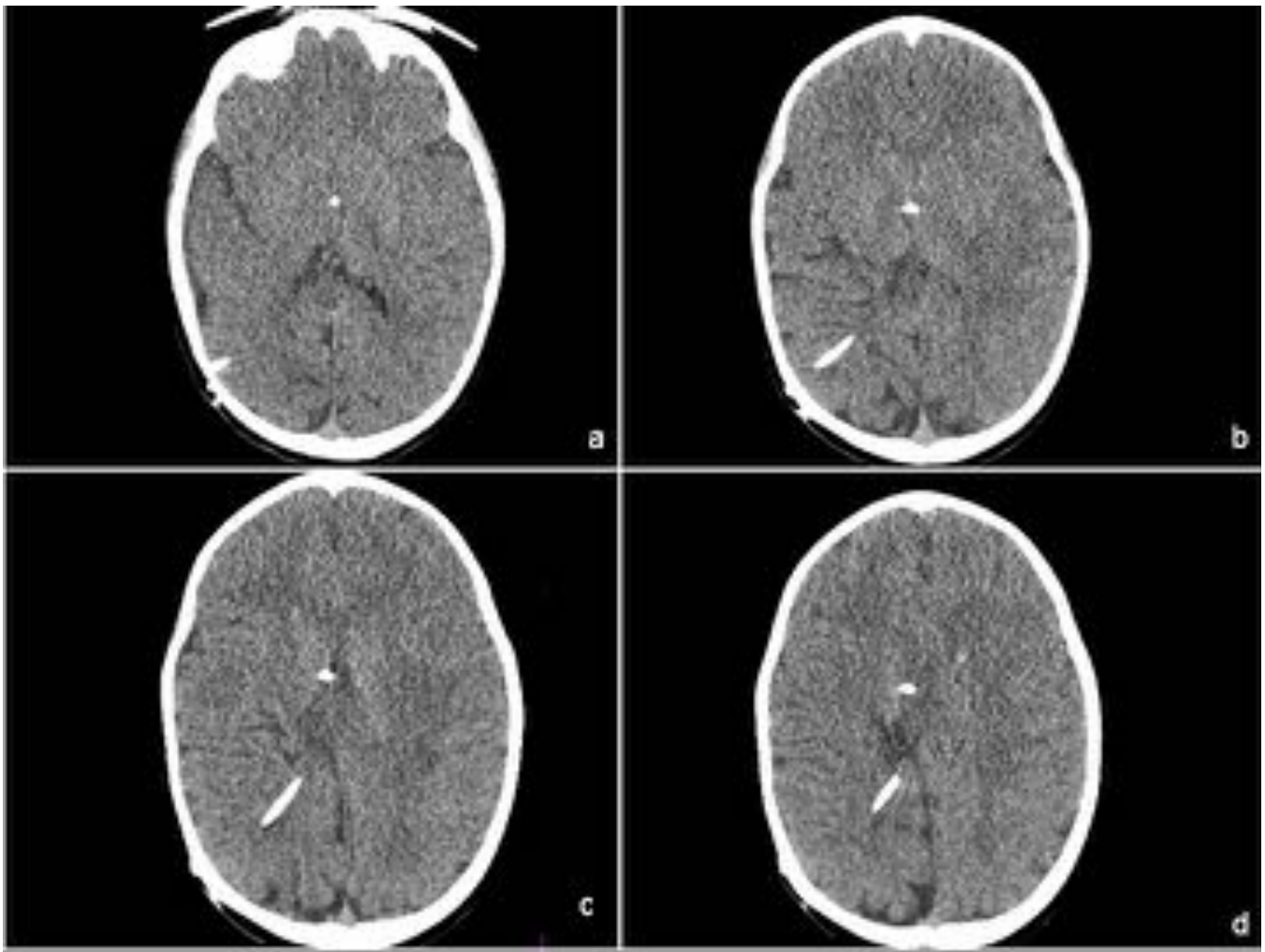


Fig. 13: Síndrome del ventrículo herradura. Hidrocefalia post-hemorrágica tratada con una válvula Miethke en un paciente con cefalea y convulsiones. La TC craneal muestra el cáteter proximal y colapso ventricular.

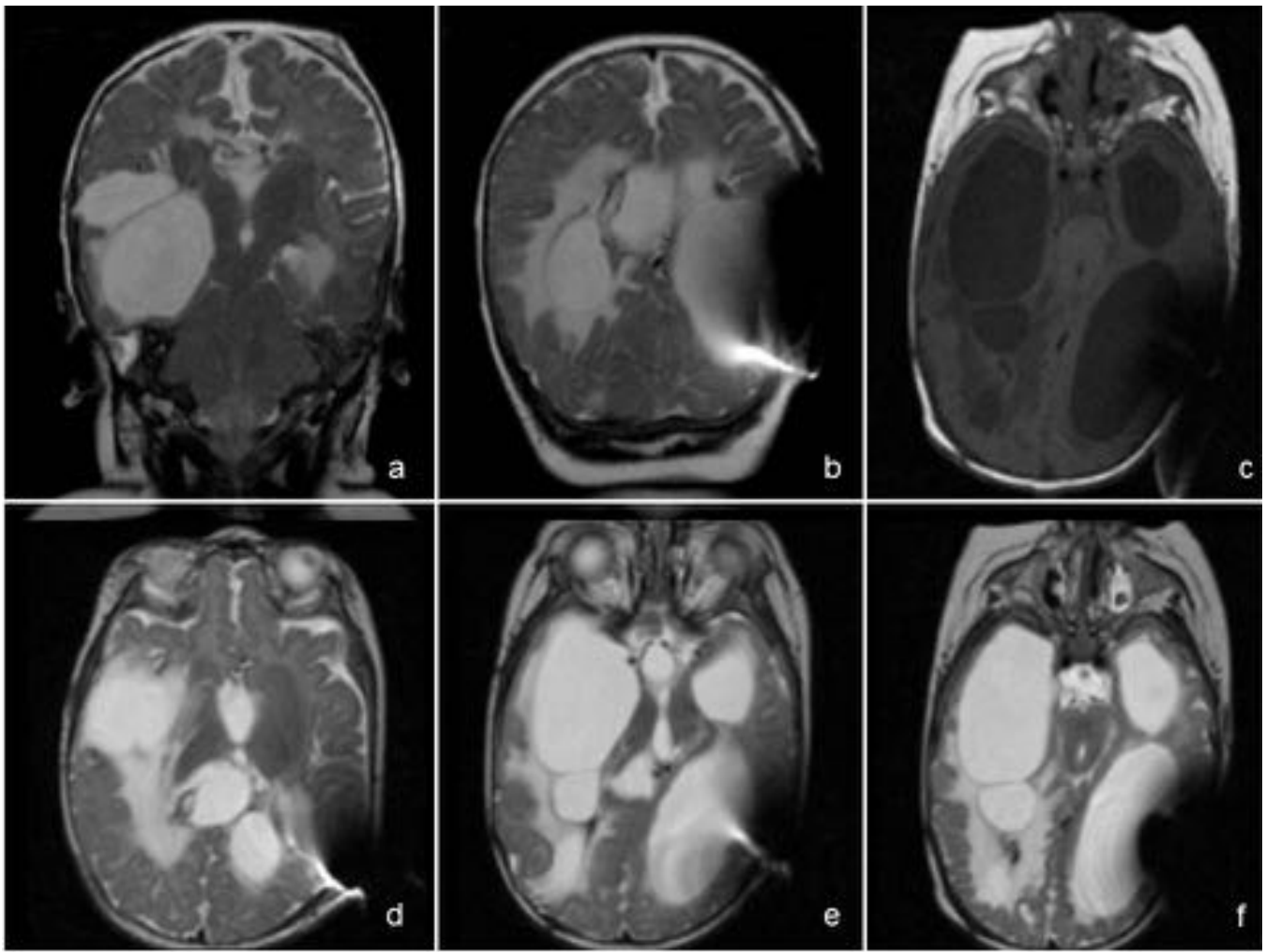


Fig. 14: Loculationes. Paciente con ventriculitis, hidrocefalia septada y VDVP (Polaris). Secuencias coronal FSE T2 de RM (a, b), axial SE T1 (c) and axial FSE T2 muestran una hidrocefalia loculada y reabsorción transependimaria.

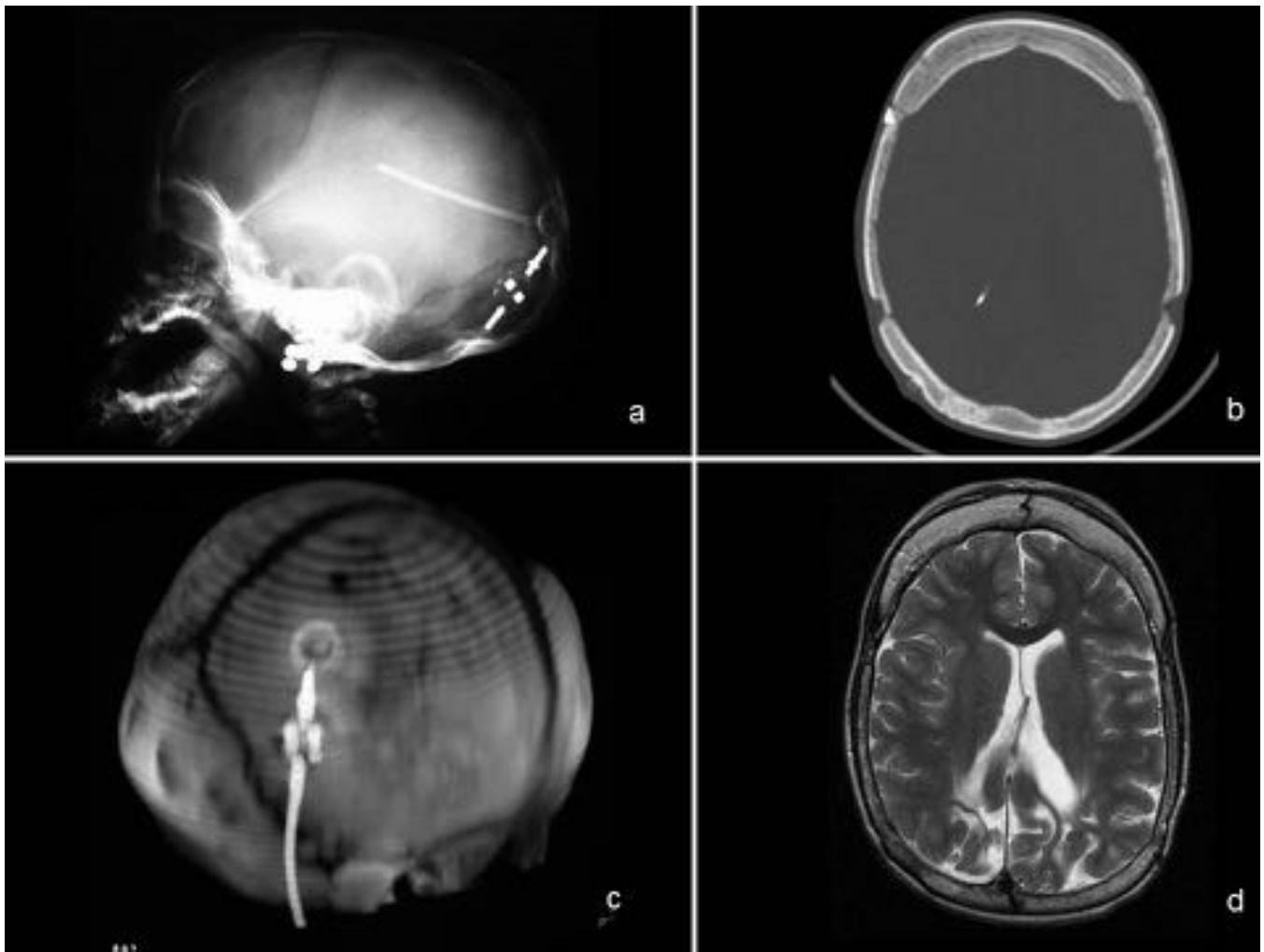


Fig. 15: Diástasis de sutura e hiperostosis craneal. (a) Rx craneal vista lateral y (c) reconstrucción VR de la TC que muestra la derivación y la diástasis de la sutura. (b) TC craneal axial y (d) secuencia axial FSE T2 de RM cerebral donde se observa una expansión del diploe

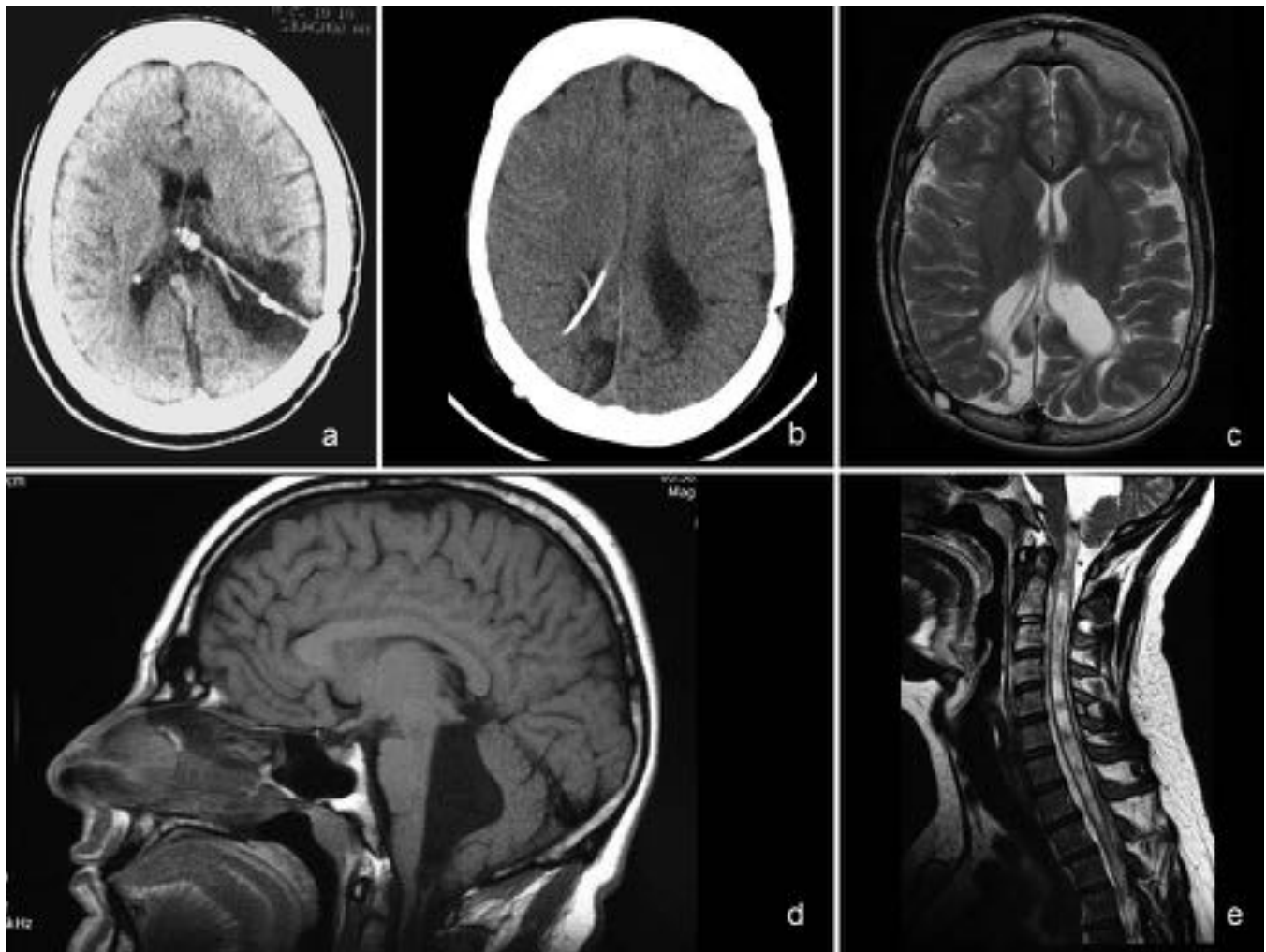


Fig. 16: Porencefalia pericatéter y atrapamiento del IV ventrículo. (a) TC craneal simple axial que muestra encefalomalacia pericatéter parietal izquierda (b) TC axial y (c) RM cerebral con secuencia axial FSE T2 donde se observa una encefalomalacia pericatéter occipital derecha y dismorfia ventricular (d) RM cerebral con secuencia sagital SE T1 que muestra una marcada dilatación del IV ventrículo. (e) RM espinal con secuencia sagital FSE T2 que revela hidromielia cervical.

Table 2 Intracranial complications of CSF shunts

Type of intracranial complication
Acute – subacute complications <ul style="list-style-type: none">• Shunt infection• Obstruction• Disconnection / fracture• Catheter malpositions / migrations• Overdrainage and slit-ventricle syndrome• Loculations• Subcutaneous CSF collections and CSF fistula• Complications of ETV
Chronic complications <ul style="list-style-type: none">• Craniostomosis• Cranioencephalic disproportion• Meningeal fibrosis• Peri-shunt porencephaly and periventricular leukomalacia• Trapped fourth ventricle• Pneumocephalus

Fig. 17: Complicaciones intracraneales Shunt

Table 1 Postoperative complications after CSF shunting

Complications
Intraventricular hemorrhage
Parenchymal hemorrhage
Subdural hematomas or hygromas
Pneumocephalus
Ventricular collapse / mantle inversion
Subarachnoid hemorrhage

Fig. 18: Complicaciones postquirúrgicas

Conclusiones

- El fracaso de la DV es frecuente durante los 2 primeros años tras la cirugía, donde los estudios de imagen son necesarios para su confirmación y la identificación de su causa.
- Los radiólogos tienen que estar familiarizados con las potenciales causas de fallo de la DV y sus hallazgos en neuroimagen, así como conocer las complicaciones intracraneales de las diferentes

técnicas terapéuticas y los distintos métodos de imagen utilizados para su diagnóstico.

- La comunicación interdisciplinar entre radiólogos y neurocirujanos es necesaria para un correcto seguimiento de los pacientes con DV o VE.

Bibliografía / Referencias

1. Weprin BE, Swift DM. Complications of Ventricular Shunts. *Techniques in Neurosurgery* 2002; 7(3): 224-242.
2. Goeser CD, McLeary MS, Young LW. Diagnostic imaging of ventriculoperitoneal shunt malfunctions and complications. *Radiographics* 1998; 18:635-651.
3. Browd SR, Gottfried ON, Ragel BT, Kestle JR. Failure of cerebrospinal fluid shunts: part II: overdrainage, loculation, and abdominal complications. *Pediatr Neurol* 2006; 34:171-176.
4. Wallace AN, McConathy J, Menias CO, Bhalla S, Wippold FJ II. Imaging Evaluation of CSF Shunts. *AJR Am J Roentgenol* 2014; 202:38-53.
5. Sivaganesan A, Krishnamurthy R, Sahni D, Viswanathan C. Neuroimaging of ventriculoperitoneal shunt complications in children. *Pediatr Radiol* 2012; 42:1029-1046.
6. Lehnert BE, Rahbar H, Relyea-Chew A, Lewis DH, Richardson ML, Fink JR. Detection of ventricular shunt malfunction in the ED: relative utility of radiography, CT, and nuclear imaging. *Emerg Radiol* 2011; 18:299-305.
7. Desai KR, Babb JS, Amodio JB. The utility of the plain radiograph "shunt series" in the evaluation of suspected ventriculoperitoneal shunt failure in pediatric patients. *Pediatr Radiol* 2007; 37:452-456.
8. Browd S, Ragel B, Gottfried O. Failure of cerebrospinal fluid shunts. Part I: obstruction and mechanical failure. *Pediatr Neurol* 2006; 34:83–92.
9. Dinçer A, Özek MM. Radiologic evaluation of pediatric hydrocephalus. *Childs Nerv Syst*. 2011; 27:1543-1562.
10. Van Lindert EJ, Beems T, Grotenhuis JA. The role of different imaging modalities: is MRI a condition sine qua non for ETV? *Childs Nerv Syst* 2006; 22:1529–1536.
11. Martínez-Lage JF, Torres J, Campillo H, Sanchez-del-Rincón I, Bueno F, Zambudio G et al. Ventriculopleural shunting with new technology valves. *Childs Nerv Svst* 2000; 16:867-871.

12. Udayasankar UK, Braithwaite K, Arvaniti M, Tudorascu D, Small WC, Little S et al. Low-dose nonenhanced head CT protocol for follow-up evaluation of children with ventriculoperitoneal shunt: reduction of radiation and effect on image quality. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008; 29:802-806.
13. Guillaume DJ. Minimally invasive neurosurgery for cerebrospinal fluid disorders. *Neurosurg Clin N Am* 2010; 21:653– 672.
14. Inoue T, Kuzu Y, Ogasawara K, Ogawa A. Effect of 3-tesla magnetic resonance imaging on various pressure programmable shunt valves. *J Neurosurg* 2005; 103:163–165.
15. Lillis SS, Mamourian AC, Vaccaro TJ, Duhaime AC. Programmable CSF shunt valves: radiographic identification and interpretation. *AJNR* 2010; 31:1343– 346.