

Dra. Teresa Anayelli López Juárez\*  
Dr. Juan Ricardo Salazar Palomeque\*\*

# Trayectorias de sondas de derivación ventriculoperitoneal desde abordajes habituales como el tratamiento de la hidrocefalia: estudio morfométrico. Lo que el radiólogo debe conocer

## RESUMEN

**Introducción.** La hidrocefalia es un agrandamiento del sistema ventricular asociado con hipertensión intracraneal. Es causada por un desequilibrio entre la producción y reabsorción de líquido cefalorraquídeo que se clasifica como comunicante y no comunicante. El tratamiento inicial de elección para la hidrocefalia es el drenaje a través de sondas de derivación ventrículo peritoneal (DVP); por esta razón en el reporte radiológico es indispensable referir su localización, sea en casos de disfunción o de control.

**Objetivo.** Determinar la utilidad de la tomografía computada (TC) de cráneo para la evaluación de la DVP en pacientes con hidrocefalia y evaluar las características craneométricas respecto de su localización.

**Material y métodos.** Se evaluaron los aspectos referentes al abordaje por el sitio de craneostomía, ya sea parietal, frontal u occipital, en relación con referencias óseas y el extremo ventricular de la sonda de DVP.

**Resultados.** De las 90 tomografías computadas de cráneo evaluadas 15 provinieron de pacientes con dos sondas de drenaje ventricular; los 75 restantes las tuvieron unilaterales. El abordaje parietal fue el más utilizado (80%) y los abordajes bilateral y frontal los menos (20%).

**Discusión.** Nuestro estudio determinó que existe una preferencia predominante de colocación parietal de sondas de drenaje ventrículo peritoneal. Sin embargo, dicho abordaje provoca gran variabilidad del sitio de craneostomía respecto

al punto de Dandy, del ángulo del trayecto de la sonda y de la longitud intracraneal de la misma. Por otro lado, los abordajes frontales (que fueron de los menos utilizados) tuvieron mayor exactitud respecto al punto de Kocher, menor variabilidad de los ángulos del trayecto y longitud de la sonda de acuerdo con lo descrito en la literatura. Independientemente del tipo de abordaje la mayor parte de los catéteres localizaron su extremo en el cuerpo del ventrículo lo que, aunque no es lo ideal, es aceptable siempre que la sonda drene y sea funcional.

**Palabras clave:** Hidrocefalia, derivación ventriculoperitoneal, craneostomía.

Continúa en la pág. 180

\*Unidad de Posgrado de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México y del Servicio de Radiología e Imagen del Hospital General de México, Dr. Balmis No. 148, Colonia Doctores, 06726, México, D. F.

## Introducción

El Hospital General de México, como pilar en los servicios de salud pública, proporciona atención a un gran número de pacientes en su actividad diaria, y por ello el servicio de Radiología e Imagen tiene una alta

demandा de estudios, ya que como parte del equipo multidisciplinario es indispensable la evaluación imagenológica, ejemplo de ello es la interacción con el servicio de Neurología y Neurocirugía, quienes en su labor diaria utilizan la imagen por tomografía computada de cráneo como un elemento crucial para la valoración y elección del tratamiento de sus pacientes ya sea ambulatorios u hospitalizados, siendo la hidro-

## ABSTRACT

**Introduction.** Hydrocephalus is an enlargement of the ventricular system associated with intracranial hypertension. It is caused by an imbalance between production and reabsorption of cephalorachidian fluid which is classified as communicating and non-communicating. The initial treatment of choice for hydrocephalus is draining through ventriculoperitoneal shunt (VPS) catheters; for this reason, in the radiological report it is indispensable to specify their location, whether in cases of dysfunction or control.

**Purpose.** Determine the usefulness of cranial CT imaging for

VPS evaluation in patients with hydrocephalus and evaluate craniometric characteristics in relation to their location.

**Material and methods.** Issues relating to the approach from the craniotomy site, whether parietal, frontal, or occipital, in relation to bone references and the ventricular end of the VPS catheter were evaluated.

**Results.** Of 90 cranial computed tomographies evaluated, 15 were from patients with two ventricular drainage catheters; the other 75 had unilateral catheters. The parietal approach was the most common (80%) and the bilateral and frontal approaches the least (20%).

**Discussion.** Our study determined that there is a predominant preference for parietal placement of peritoneal ventricu-

lar drainage catheters. However, that approach causes wide variability of the craniotomy site in relation to the Dandy point, the angle of the catheter path, and its intracranial length. On the other hand, frontal approaches (which were the least used) showed greater accuracy in relation to the Kocher point and less variability of catheter path angles and length, as described in the literature. Independently of the type of approach, most of the catheters located their end in the body of the ventricle, which, although not ideal, is acceptable provided the catheter drains and is functional.

**Keywords:** Hydrocephalus, ventriculoperitoneal shunt, craniotomy.

cefalia uno de los principales diagnósticos de envío. El tratamiento de elección inicial para la hidrocefalia es drenaje a través de sondas de derivación ventrículo peritoneal (SDVP), por lo que en el Reporte Radiológico es indispensable referir su localización, ya sea en casos de disfunción o control.<sup>1</sup>

El presente estudio tiene como objetivo enlistar los puntos esenciales que debe conocer el radiólogo acerca del DVP en pacientes con hidrocefalia durante la evaluación por medio de tomografía computada.

La hidrocefalia se define como un agrandamiento del sistema ventricular, causado por un desequilibrio entre la producción y reabsorción de líquido cefalorraquídeo (LCR)<sup>2</sup> asociado con hipertensión intracraneal (PIC)  $\geq$  a 10 mmHg que puede tener importantes repercusiones clínicas y aumenta considerablemente la morbilidad del paciente; es usualmente clasificada como comunicante y no comunicante.<sup>3</sup>

El LCR se forma a un ritmo de 0.35 ml/min en los plexos coroideos de los ventrículos laterales y del tercer y cuarto ventrículo (Figuras 1 y 2). Este líquido circula en dirección caudal a través de los ventrículos, sale por los agujeros de Luschka y Magendie al espacio subaracnoideo y se reabsorbe al mismo ritmo de su producción en las vellosidades aracnoides pasando a los grandes senos venosos.<sup>4,5</sup>

Las tres alternativas de controlar la PIC secundaria a hidrocefalia son las siguientes:

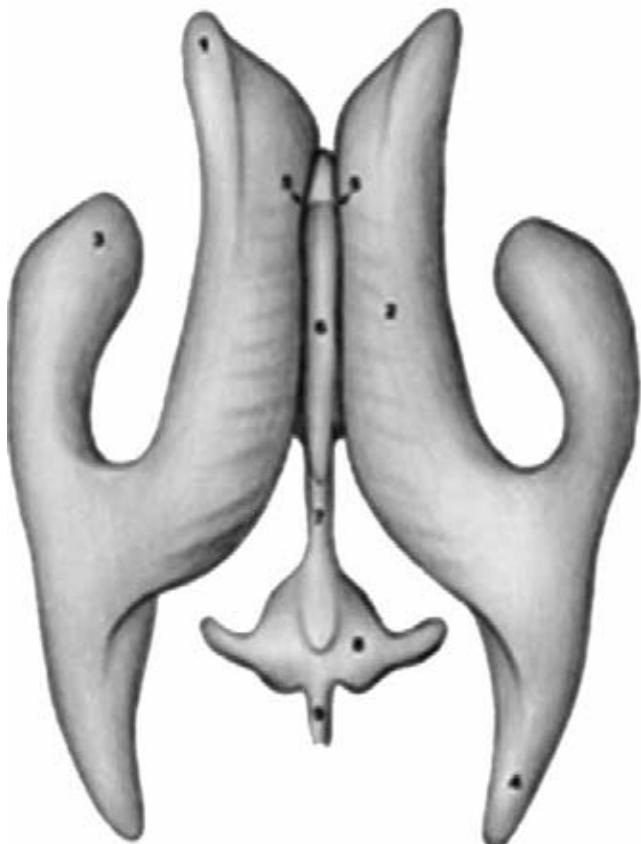
- La liberación de la obstrucción del flujo del LCR, mediante derivaciones.
- La implantación de drenajes ventriculares externos.
- La formación de fenestraciones en el suelo del tercer ventrículo (ventriculostomías) en las variantes obstructivas de hidrocefalia, que permitan el correcto flujo del LCR al espacio subaracnoideo.

El tratamiento primario a largo plazo es la colocación de una derivación de LCR,<sup>5</sup> siendo la derivación ventriculoperitoneal (DVP) el tipo más comúnmente usado ya que el peritoneo es un sitio eficiente de absorción.<sup>5</sup>

El drenaje del LCR se ha perfeccionado en los últimos 100 años. En la práctica cualquier parte del ventrículo lateral es aceptable para colocar el extremo de la sonda, sin embargo lo ideal es colocarlo en el interior del cuerno anterior del ventrículo lateral para el mantenimiento de la función de la derivación y prevenir complicaciones, principalmente las relacionadas con el plexo coroideo, un tejido altamente vascularizado y frágil. Estas complicaciones incluyen hemorragia intraventricular debido a lesión directa por la inserción del



**Figura 1.** 1. Cuerno anterior del ventrículo lateral, 2. Cuerno posterior del ventrículo lateral, 3. Cuerno inferior del ventrículo lateral, 4. Cuerpo del ventrículo lateral, 5. Agujero de Monro, 6. Tercer ventrículo, 7. Adhesión intertalámica, 8. Receso óptico del tercer ventrículo, 9. Receso infundibular del tercer ventrículo, 10. Receso suprapineal del tercer ventrículo, 11. Receso pineal del tercer ventrículo, 12. Acueducto de Silvio, 13. Cuarto ventrículo, 14. Canal central de la médula espinal.



**Figura 2.** 1. Cuerno anterior del ventrículo lateral, 2. Cuerpo del ventrículo lateral, 3. Cuerpo inferior del ventrículo lateral, 4. Cuerno posterior del ventrículo lateral, 5. Agujero de Monro, 6. Tercer ventrículo, 7. Acueducto de Silvio, 8. Cuarto ventrículo, 9. Canal central de la médula espinal.

catéter, obstrucción del catéter por tejido hipertrófico así como reacción a cuerpo extraño.<sup>6</sup>

Hay distintos tipos de abordajes, el frontal comprende la realización de una craneostomía cerca de la sutura coronal en la línea mediopupilar e inserción del catéter hacia el cuerno frontal. Su ventaja teórica es evitar el plexo coroide que emerge posterior al cuerno frontal. Este mismo objetivo puede ser abordado desde una craneostomía posterior en la región parietooccipital. El tercer método es colocar el catéter en el atrio del ventrículo lateral por medio de una craneostomía parietal. La razón que sostiene el abordaje parietal es que el atrio a menudo es la porción más dilatada del ventrículo lateral y por ello potencialmente la última parte de la cámara en colapsarse.<sup>7</sup>

Factores geométricos para seleccionar la trayectoria de la punción son el sitio de craneostomía y la referencia externa. Consideraremos que el punto hacia donde se debe abocar el extremo de un catéter ventricular debe ser decidido basado en mediciones radiológicas individuales preoperatorias.<sup>8</sup>

El punto de Kocher se utiliza para abordaje frontal, generalmente se realiza en el lado derecho, con un punto de entrada de 2 a 3 cm de la línea media que coincide aproximadamente con la línea mediopupilar, 1 cm por delante de la sutura frontoparietal. El catéter se dirige en sentido perpendicular a la superficie del cerebro, lo que significa apuntarlo en plano coronal hacia el canto interno del ojo homolateral y en el plano anteroposterior hacia el conducto auditivo externo. El catéter se introduce con posicionador hasta que se obtiene LCR (menos de 5 a 7 cm de profundidad, 3 a 4 cm en caso de que los ventrículos estén muy dilatados). Se avanza el catéter 1 cm más sin posicionador.<sup>9</sup>

El punto de Dandy es usado para abordaje parietal, se ubica de 2 a 3 cm de la línea media y 7 cm sobre el inion.<sup>10</sup>

La válvula programable de Codman Hakim está diseñada para permitir un ajuste transcutáneo conveniente de la presión por medio del uso de una herramienta especial de programación usada para el tratamiento de la hidrocefalia.<sup>11</sup>

Las complicaciones de la sonda de DVP más frecuentes se pueden dividir en tres grupos: mecánicas, infecciosas y por drenaje anómalo de LCR. La causa principal de disfunción de una DVP es el fallo mecánico. Éste puede ser debido a obstrucción, desconexión, migración o fallo del equipo.<sup>12</sup> La obstrucción es más común en el extremo ventricular del drenaje que en el peritoneal y puede deberse a la presencia de parénquima cerebral, plexo coroideo, taponamiento proteínico o células tumorales.<sup>13</sup>

La tomografía computada (TC) es rápida, coste efectiva, y accesible como evaluación por imagen de primera línea en estos casos.<sup>14,15</sup>

## Materiales y métodos

Se revisaron un total de 90 tomografías computadas de cráneo, sin medio de contraste, realizadas en el Servicio de Radiología e Imagen del Hospital General de México, en un periodo comprendido desde el mes de enero de 2011 a junio de 2011, pertenecientes a pacientes del servicio de Neurología y Neurocirugía, con diagnóstico conocido de hidrocefalia y que fueron tratados con DVP, la muestra fue seleccionada de forma aleatoria, con un promedio de edad de los pacientes de 23 años.

Los estudios tomográficos fueron hechos con tomógrafo multicorte de 64 detectores, en cortes de 5 x 5 mm, con equipo Somatom Sensation® (Siemens). Se procesaron los datos en Work Station Kodak®, y la evaluación en estaciones de visualización de PACS Carestream® versión 11.0.

La selección para el sitio de craneostomía fueron ubicados acordes a los puntos craneométricos de Kocher y de Dandy, y de acuerdo a ello se realizó la evaluación para determinar los grados de variabilidad. También se valoró la ubicación del extremo ventricular de la sonda de DVP, ya sea de localización frontal o atrial, y a su vez el ángulo del trayecto de la sonda respecto a los planos coronal, sagital y axial.

La localización frontal fue definida como anterior al foramen interventricular de Monro. La localización atrial fue definida como posterior al núcleo pulvinar del tálamo y anterior a la angulación posteromedial del cuerno occipital cuando está presente.<sup>15</sup> Entre estas dos referencias está el cuerpo del ventrículo.

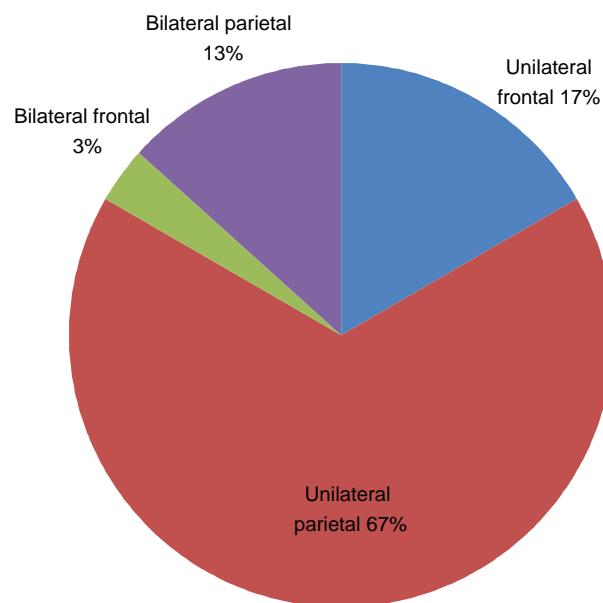
En base a los datos obtenidos se hará un análisis estadístico descriptivo. No se realizarán pruebas estadísticas de correlación, puesto que no se evalúa el grado de disfunción del DVP ni si este tuvo o no resolución.

## Análisis y resultados

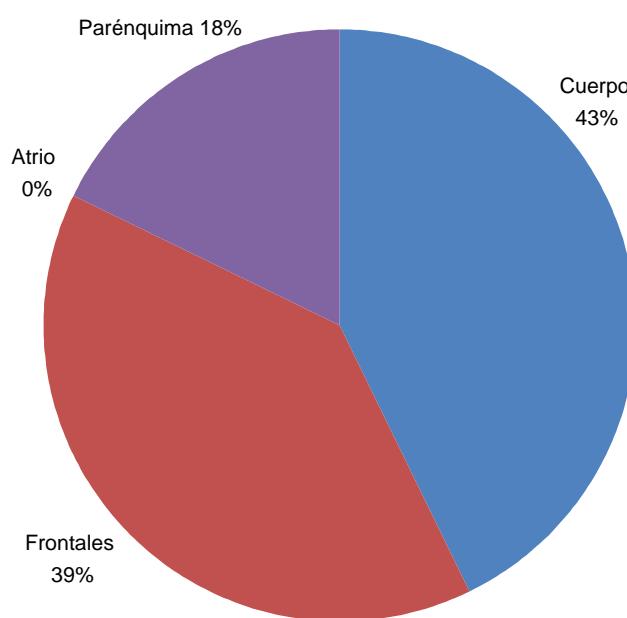
De las 90 tomografías computadas de cráneo evaluadas 15 de los pacientes tuvieron dos sondas de drenaje ventricular y los 75 restantes fueron unilaterales. El abordaje parietal fue el más utilizado (80%) incluyendo los de abordaje bilateral, seguido del frontal (20%), sin identificar ningún caso de craneostomía occipital (Figura 3).

El extremo ventricular de la sonda en la mayor parte de los casos se localizó en el cuerpo del ventrículo (43%) y con mínima diferencia en el cuerno frontal (39%), ninguno tuvo localización atrial y 17% de los casos se sitúan en el espesor del parénquima cerebral (Figura 4). Cabe señalar que en dos casos el extremo se localizó en el asta frontal contralateral al sitio de craneostomía parietal.

De las sondas con extremo ventricular abocadas al cuero, 15 de ellas se observan impactadas contra el septum pelluci.



**Figura 3.** Sitios de craneostomía para colocación de sonda de DVP. El abordaje parietal fue el más frecuente con 66% del total y el frontal en 16.6%. Los abordajes bilaterales sumaron 16.6%.



**Figura 4.** Sitios de Localización del extremo ventricular de la sonda de DVP.

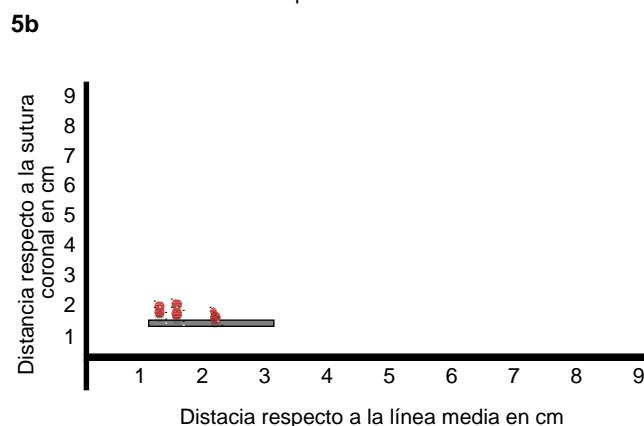
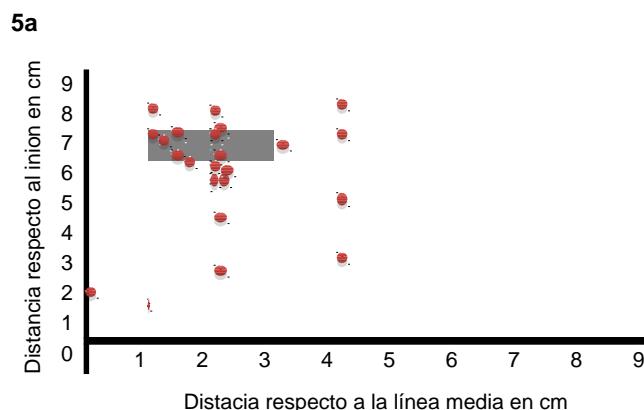
Empatados los datos obtenidos se demostró que hubo un predominio de acceso parietal con extremo de sonda en el cuerpo del ventrículo (40.7%) y en segundo lugar fue con localización frontal (22.2%). Cuadro I.

De la población total se seleccionaron 42 muestras que contaban con reconstrucciones multiplanares

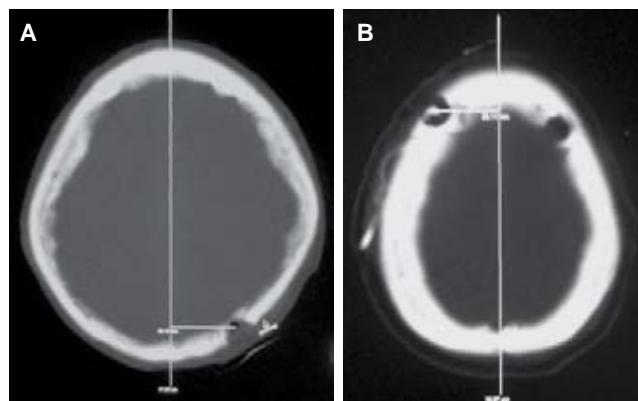
**Cuadro I.** Correlación entre el sitio de craneostomía y la localización intraventricular del extremo de la sonda

Craneostomía	Extremo ventricular de sonda		
Frontal	Asta anterior	12	14.8%
	Cuerpo	3	3.7%
	Parénquima	3	3.7%
Parietal	Asta anterior	18	22.2%
	Cuerpo	33	40.7%
	Parénquima	12	14.8%

con ventana de hueso y reformateos tridimensionales para evaluar la variabilidad del sitio de craneostomía respecto al punto de Kocher y de Dandy (Figuras 5a y 5b, Imágenes 1a, 1b, 2 y 3).



**Figuras 5a y 5b.** Variabilidad de craneostomías respecto al punto de Dandy. El área sombreada representa el punto de Dandy y los círculos la muestra evaluada (izquierda). Variabilidad de craneostomías respecto al punto de Kocher. El área sombreada representa el punto de Kocher y los círculos la muestra evaluada, cada círculo equivale a dos muestras (izquierda).



**Imágenes 1a, 1b.** Corte axial de la tomografía simple de cráneo: se traza línea media y se calcula su distancia perpendicular hacia el centro del sitio de craneostomía parietal (izquierda). Distancia perpendicular hacia el centro de la craneotomía frontal (derecha).



**Imagen 2.** Corte sagital de la tomografía simple de cráneo: se determina el nivel del sitio de craneostomía en un corte sagital y manteniendo dicho punto en un corte sagital a nivel de la línea media se calcula la distancia del inion al centro de craneotomía parietal.

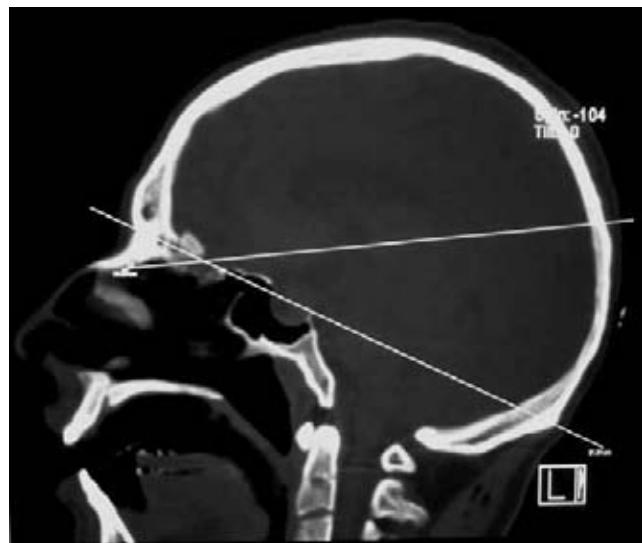
Se realizó también un análisis respecto al ángulo del trayecto relevante de la sonda de DVP, cuyas líneas fueron proyectadas desde el centro de la craneostomía respecto de los tres planos. La metodología de medición se describe en las imágenes 4a, 4b, 5a, 5b y 6.

Y los resultados se clasificaron de acuerdo al plano de abordaje, ya sea frontal y parietal, y a la angulación del trayecto de la sonda en cada caso, tomando en cuenta el ángulo promedio, ángulo máximo y mínimo. (Cuadros II y III).

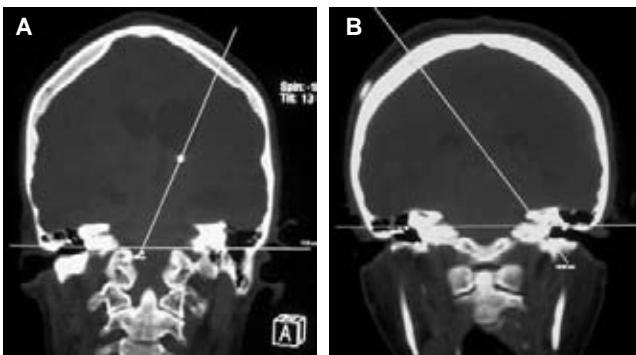
La última parte de la evaluación corresponde a determinar la longitud de la sonda en situación intraven-



**Imagen 3.** Corte sagital de la tomografía simple de cráneo: se selecciona un corte sagital que pase justo al centro de la craneostomía frontal y se mide la distancia desde su punto medio a la sutura coronal.



**Imagen 5.** Corte sagital de la tomografía simple de cráneo: se selecciona un corte que pase justo al centro de la craneostomía y se determina el trayecto relevante de la sonda de DVP. Se traza una línea que represente su trayecto, otra perpendicular a una línea que va del nasion al inion y se obtiene el ángulo de inclinación posterior respecto al plano sagital en abordaje parietal.



**Imagenes 4a, 4b.** Corte coronal de la tomografía simple de cráneo: se selecciona un corte que pase justo al centro de la craneostomía y se determina el trayecto relevante de la sonda de DVP. Se traza una línea que represente su trayecto, otra línea que representa la línea media y se obtiene el ángulo desde la línea media en sentido lateral respecto al plano coronal. Se resta a 90 y así se obtiene el ángulo en sentido cefálico respecto al plano axial. Parietal (izquierda); frontal (derecha).



**Imagen 6.** Corte sagital de la tomografía simple de cráneo: se selecciona un corte que pase justo al centro de la craneostomía y se determina el trayecto relevante de la sonda de DVP, se traza una línea que represente su trayecto, otra perpendicular a una línea que va del nasion al inion y se obtiene el ángulo de inclinación anterior respecto al plano sagital en abordaje frontal.

tricular, lo que se realizó por medio de reconstrucciones volumétricas y rangos curvos. Los resultados obtenidos se enlistan en el cuadro IV y ejemplo de las reconstrucciones volumétricas obtenidas son las imágenes 7a, 7b y 7c.

**Cuadro II.** Ángulos de inclinación de la trayectoria de la sonda en el abordaje frontal

	Planos		
	Coronal	Sagital	Axial
Ángulo promedio	24.3°	38.1°	65.6°
Ángulo mínimo	16°	7°	54°
Ángulo máximo	36°	81°	74°
0 a 30°	4	4	0
30° a 60°	2	0	2
60° a 90°	0	2	4
> 90°	0	0	0

**Cuadro III.** Ángulos de inclinación de la trayectoria de la sonda en el abordaje parietal

	Planos		
	Coronal	Sagital	Axial
Ángulo promedio	58.6°	55.2°	31.4°
Ángulo mínimo	6°	1°	-31°
Ángulo máximo	121°	107°	84°
< 0°	0	0	3
0 a 30°	3	5	3
30° a 60°	6	2	6
60° a 90°	3	6	3
> 90°	3	2	0

**Cuadro IV.** Longitud intracranal de la sonda de DVP

	Frontal	Parietal	Ambos
Longitud promedio	6.8 cm	9.1 cm	8.8 cm
Longitud mínima	5.2 cm	6.7 cm	
Longitud máxima	8.5 cm	12 cm	

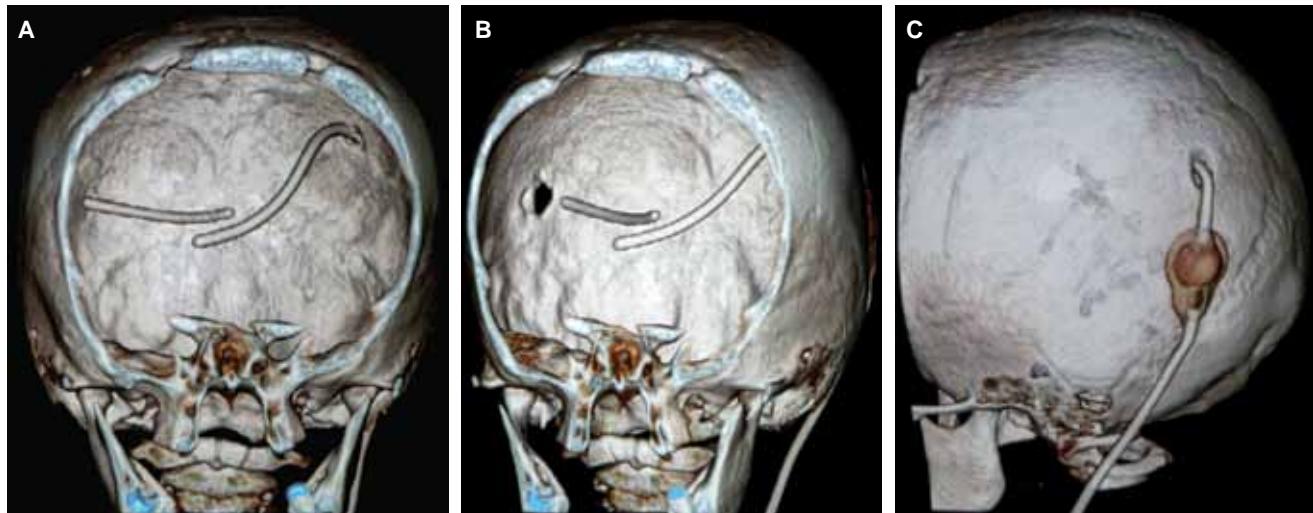
## Discusión y conclusiones

La literatura refiere que la craneostomía frontal y la localización del extremo ventricular de la sonda en el asta anterior es la forma ideal debido a que evita complicaciones relacionadas con el plexo coroide y obstrucción mecánica, sin embargo en la práctica no es una regla absoluta, puesto que en el presente estudio se demostró una preferencia por el abordaje parietal. Esto es debido a que es posible evitar complicaciones por lesión de la corteza motora.

De las craneostomías realizadas en el servicio de Neurología y Neurocirugía del Hospital General de México encontramos que en los casos de abordaje frontal hubo gran acercamiento a las referencias craneométricas del punto de Kocher, sin embargo el abordaje más utilizado fue el parietal de acuerdo al punto de Dandy, no obstante hubo gran variabilidad y dispersión en este abordaje.

Cuando el acceso es parietal, la finalidad es la colocación de la sonda es en el atrio ya que es la porción más distendida del ventrículo, no obstante en la mayor parte de los casos incluyendo el acceso frontal, el extremo ventricular de la sonda se encontró en el cuerpo y en algunos de ellos con la punta impactada hacia el septum pellucidum. El objetivo de la sonda es el drenaje, por lo que a pesar de que la localización ideal es el asta frontal, cualquier sitio es adecuado siempre que exista gasto de LCR. Lo descrito por la literatura va en relación con una menor probabilidad de disfunción de la sonda especialmente de tipo obstructiva.

La longitud intracranal de la sonda en la muestra evaluada se encuentran en promedio dentro de lo sugerido por la literatura, con mínimos permitidos, sin embargo algunas de ellas tiene ligero exceso, de hasta



**Imágenes 7a, 7b, 7c.** Reconstrucción volumétrica en corte coronal en la que se identifica el trayecto intracraeano de dos sondas de derivación por abordaje parietal bilateral. Misma reconstrucción pero en un corte oblicuo izquierdo en donde se aprecia mejor el sitio de craneostomía derecha. Reconstrucción volumétrica corte sagital en donde se identifica sitio común de colocación del dispositivo de válvula de drenaje extracraeano.

12 cm en el abordaje parietal, pero hay que recordar que estos dispositivos tienen fenestraciones en su porción distal, por ello la impactación de la punta contra el septum pellucidum no representa obstrucción completa. Cabe señalar que a pesar de ello cuando el extremo de la sonda está impactado en el espesor del parénquima puede ser causa de disfunción por obstrucción.

El trayecto relevante de la sonda por craneostomía frontal tiene en promedio ángulos coronal, sagital y axial de 24°, 38° y 65°, respectivamente, con mínima variabilidad en los ejes axial y coronal, con mayor amplitud de rango en el ángulo sagital únicamente, lo que depende de las referencias craneales de cada paciente, en cambio en acceso parietal existen grandes rangos entre el mínimo y máximo de los ángulos en todos sus ejes.

Nuestro estudio determinó que existe una preferencia predominante de colocación de sondas de drenaje ventrículo-peritoneal por abordaje parietal, sin embargo hay gran variabilidad del sitio de craneostomía respecto

al punto de Dandy, del ángulo del trayecto de la sonda y de la longitud intracraneal de la misma, y por otro lado, los abordajes frontales que fueron menores en cantidad, tuvieron mayor exactitud de la craneostomía respecto al punto de Kocher, menor variabilidad de los ángulos del trayecto y longitud de la sonda acorde a lo descrito en la literatura.

Independientemente del tipo de abordaje, la mayor parte de los catéteres localizaron su extremo en el cuerpo del ventrículo, que aunque no es lo ideal, siempre que la sonda drene y sea funcional, es aceptable.

La colocación de drenajes ventriculares tienen menor riesgo de complicación en manos expertas y siguiendo adecuadamente las referencias topográficas y craneometrías descritas, sin embargo en la actualidad se cuenta con estudios de imagen seccional como la tomografía computada que proporcionan una ubicación espacial precisa por lo que es ideal la evaluación radiológica previa al procedimiento, y de ser posible una guía por radiología intervencionista.

## Referencias

1. Audrey G. Sinclair, Daniel F. Scoffings. "Imaging of the Post-operative Cranium". RadioGraphics, 2010; 30: 461-464.
2. Isaacman D., Poirier M. "Ventricular Shunt Management". Pediatric Emergency Care. 2003; 19(2): 119-125.
3. L. Gómez López, C. Luaces Cubells, J. M. Costa Clará, M. T. Palá Calvo, J. M. Martín Rodrigo, A. Palomeque Rico, J. Pou Fernández. "Complicaciones de las Válvulas de Derivación de Líquido Cefalorraquídeo". Anales Españoles de Pediatría, 1998; 48: 368-370.
4. Christopher D. Goeser, MD, Michael S. McLeary, MD, Lionel W. Youg, MD. "Diagnostic Imaging of Ventriculoperitoneal Shunt Malfunctions". RadioGraphics, 1998; 18:635-651.
5. Jorge Irreuela S., Vicente Marco C., Cristina De Pablo C. "Hidrocefalia: Alternativas Terapéuticas e Implicaciones de Enfermería". Artículos Científicos. Enfermería Integral. D. E. Quirófano Neurocirugía Consorcio Hospital General Universitario de Valencia. Septiembre, 2007: 27-32.
6. Satoru Shimizu, Ryusui Tanaka, Hideo Iida, Kitoyaka Fujii. "Manual Occipital Ventricular Puncture for Cerebrospinal Fluid Shunt Surgery: Can Aiming Be Standardized?". Department of Neurosurgery, Kitasato University School of Medicine, Departmen of Neurosurgery, International Goodwill Hospital. Neurol Med Chir (Tokyo), 2004; 44; 353-358.
7. Satoshi Utsuki, Satoru Shimizu, Hidehiko Oka, Sachio Suzuki, Kitoyaka Fujii. "Alteration of the Pressure Setting of a Codman-Hakim Programmable Valve by a Television". Department of Neurosurgery, Kitasato University School of Medicine, Departmen of Neurosurgery, International Goodwill Hospital. Neurol Med Chir (Tokyo), 2006; 46; 405-407.
8. Tim B. Hunter, MD, Mark T. Yoshino, MD, Robert B. Dzioba, MD, Rick A. Light, DDS, William G. Berger, MD. "Medical Devices of the Head, Neck and Spine". RadioGraphics, 2004; 24, 258-263.
9. Tim B. Hunter, MD, Mihra S. Taljanovic, MD. "Glossary of Medical Devices and Procedures: Abbreviations, Acronyms, and Definitions". RadioGraphics, 2003; 23:199
10. L. Gómez López, C. Luaces Cubells, J. M. Costa Clará, M. T. Palá Calvo, J. M. Martín Rodrigo, A. Palomeque Rico, J. Pou Fernández. "Complicaciones de las Válvulas de Derivación de Líquido Cefalorraquídeo". Anales Españoles de Pediatría, 1998; 48: 368-370.
11. Javier Hernández J. et al. "Fenestración Endoscópica como Tratamiento de la Hidrocefalia Asimétrica por Obstrucción de Foramen de Monro". Neurocirugía, 2001; 12: 513-516.
12. Bartumeus Jené, "Nociones Básicas de Neurocirugía". Barcelona, Permanyer, 2001, Pp. 221-227.
13. Poca M. A., Sauquillo J., Mataró M., "Actualizaciones en el Diagnóstico y Tratamiento de la Hidrocefalia Normotensiva (Hidrocefalia Crónica del Adulto)". Neurología, 2001; 16: 353-369.
14. Christopher R. P. Lind, Amy M. C. Tsai, Andrew J. J. Law, Hui Lau, Kavitha Muthiah. "Ventricular Catheter Trajectories from Traditional Shunt Approaches: A Morphometric Study in Adult with Hydrocephalus". Department of Neurosurgery, Auckland City Hospital, New Zealand. Journal of Neurosurgery, 2008; 108: 930-933.
15. J. Abarca, E. Baño. "Dispositivos Antisifón en las Válvulas de Derivación Ventrículo-Peritoneal". Hospital General Universitario de Alicante, España. Neurocirugía Contemporánea. 2008; 6(2).