

Acceso ventricular utilizando puntos de referencia en la piel: análisis estadístico y propuesta de un nuevo punto de entrada ventricular

Federico E. Minghinelli,^{1,2} Martín Bourguet,^{1,2} Mauro Biancardi,¹ Federico Sánchez González,¹ Roberto S. Zaninovich,¹ Rodolfo Recalde^{1,2}

1. División Neurocirugía. Hospital de Clínicas "José de San Martín", Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

2. Laboratorio de Neuroanatomía Microquirúrgica, Hospital de Clínicas "José de San Martín", Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: el acceso a los ventrículos laterales es de amplio uso en neurocirugía. La ventriculostomía es una estrategia cardinal para el manejo de la hidrocefalia y/o la hipertensión endocraneana. Las complicaciones comunes de este procedimiento incluyen hemorragia, infección y mal posicionamiento del catéter, con una tasa del 10-40%.

Objetivos: realizar mediciones y análisis de tomografías computarizadas de cerebros normales, describir un nuevo punto de entrada a los ventrículos a partir de referencias cutáneas y destacar las posibles implicancias quirúrgicas de estos hallazgos.

Materiales y métodos: en el análisis de las tomografías se midieron 6 distancias, que se definieron como Ad: de la línea media a la expresión superficial del asta frontal derecha; Bd: del punto Ad al foramen de Monro derecho; Ai: de la línea media a la expresión superficial del asta frontal izquierda; Bi: del punto Ai al foramen de Monro izquierdo; C: entre el nasion y un punto perpendicular que pasa por el foramen de Monro; y D: entre el punto C y el foramen de Monro. Para las mediciones se utilizó el software Horos. Para el análisis estadístico se usó el software Minitab 18 en función de la edad, sexo y lado (derecho o izquierdo).

Resultados: se analizaron 132 tomografías cerebrales, las que arrojaron los siguientes resultados medios: distancia Ad: 2.1 cm; distancia Bd: 7 cm; distancia Ai: 2.1 cm; distancia Bi: 7 cm; distancia C: 12.4 cm; distancia D: 7 cm. Nuevo punto de entrada ventricular: 12.4 cm posterior al nasion y 2.1 cm lateral a la línea media.

Conclusión: la técnica a mano alzada para acceder a los ventrículos laterales es un procedimiento neuroquirúrgico habitual que no está exento de complicaciones. Para abordar esto, sugerimos un nuevo acceso ventricular, determinado por puntos de referencia cutáneos. Este acceso está situado 12.4 cm por detrás del nasion a lo largo de la línea media y 2.1 cm lateral a la mencionada línea. Aunque nuestros hallazgos pueden desempeñar un papel en la planificación prequirúrgica de patologías ventriculares, se justifican estudios prospectivos futuros.

Palabras clave: Análisis estadístico. Piel. Puntos de referencia. Ventrículos.

Ventricular access using skin landmarks: statistical analysis and proposal of a new ventricular entry point

ABSTRACT

Background: access to the lateral ventricles is widely used in neurosurgery, and ventriculostomy is a key strategy for the management of hydrocephalus and/or intracranial hypertension. Common complications include hemorrhage, infection, and catheter mispositioning, with a rate of 10-40%.

Objectives: to perform radiological measurements and analysis of normal brain CT scans; and to delineate a new entry point to the ventricles from cutaneous landmarks, highlighting the potential surgical implications of these findings.

Methods: six distances were measured by analyzing CT scans, which were defined as Ar: from the midline to the superficial expression of the right frontal horn; Br: from the Ad point to the right foramen of Monro; Al: from the midline to the superficial expression of the left frontal horn; Bl: from the Al point to the left foramen of Monro; C: between the nasion and a perpendicular point that passes through the foramen of Monro; and D: between point C and the foramen of Monro. Horos software was used for measurements. Minitab 18 software was used for statistical analysis based on age, sex, and side (right or left).

Results: 132 brain CT scans were analyzed, yielding the following mean results: Ar distance: 2.1 cm; Br distance: 7 cm; Al distance: 2.1 cm; Bl distance: 7 cm; C distance: 12.4 cm; D distance: 7 cm; new ventricular entry point: 12.4 cm posterior to the nasion and 2.1 cm lateral to the midline.

Conclusion: the freehand technique for accessing the lateral ventricles is a common neurosurgical procedure but is often accompanied by complications. To address this, we suggest a novel entry point for ventricular access, determined by cutaneous reference points. This point is situated 12.499 cm posterior to the nasion along the midline, and 2.1 cm lateral to the midline. Although our findings may play a role in presurgical planning for ventricular pathologies, future prospective studies are warranted.

Keywords: Landmarks. Skin. Statistical Analysis. Ventricles.

Federico E. Minghinelli

minghinelli.f@gmail.com

Recibido: 14/06/2024 Aceptado: 30/08/2024

DOI: 10.59156/revista.v38i03.659

Martín Bourguet: martin.bourguet@hotmail.com

Mauro Biancardi: biancardimauro97@gmail.com

Federico Sánchez González: federicosanchezg@gmail.com

Roberto S. Zaninovich: rs@zaninovich.com.ar

Rodolfo Recalde: rodorecalde@gmail.com

Los autores no declaran conflicto de interés

Los autores no declaran financiamiento.

INTRODUCCIÓN

El acceso a los ventrículos laterales es un abordaje utilizado en muchos procedimientos neuroquirúrgicos. Tal es el caso de la ventriculostomía, comúnmente empleada para la medición y/o alivio de la presión intracraneal, drenaje de líquido cefalorraquídeo e instilación de medicamentos, entre otros.¹⁻³ Las complicaciones más comunes (y muchas veces pasadas por alto) incluyen hemorragia, infección y colocación incorrecta del catéter.⁴ La mayoría de los procedimientos se realiza generalmente mediante una técnica “a mano alzada”,⁵⁻⁷ y los estudios estiman una tasa de mal posicionamiento ventricular del 10 al 40% cuando se hace de esta manera.⁵⁻⁹ Si bien varios métodos pueden mejorar la precisión de la inserción del catéter (ultrasonido, endoscopia, estereotaxia y/o neuronavegación), el acceso a estas tecnologías puede ser limitado.¹⁰⁻¹⁵

El objetivo de este estudio es realizar mediciones y análisis estadísticos (en función de la edad, sexo y lado)

de tomografías computarizadas de cerebros normales, y describir un nuevo punto de entrada a los ventrículos a partir de referencias cutáneas, destacando las posibles implicancias quirúrgicas de estos hallazgos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional descriptivo transversal con imágenes cerebrales normales obtenidas mediante tomografía computarizada (TC), y analizadas entre el 1 de enero de 2021 y el 30 de abril de 2023. El criterio de inclusión consistió en pacientes mayores de 18 años con una TC cerebral reportada como normal, en tanto que los criterios de exclusión fueron pacientes con TC cerebral que no permitía diferenciar claramente los ventrículos laterales y el foramen de Monro.

Las TC cerebrales fueron realizadas en un tomógrafo Toshiba Lightning 16 Achilles con cortes finos de 0.5 mm, en tanto que las mediciones se hicieron utilizando el *soft-*

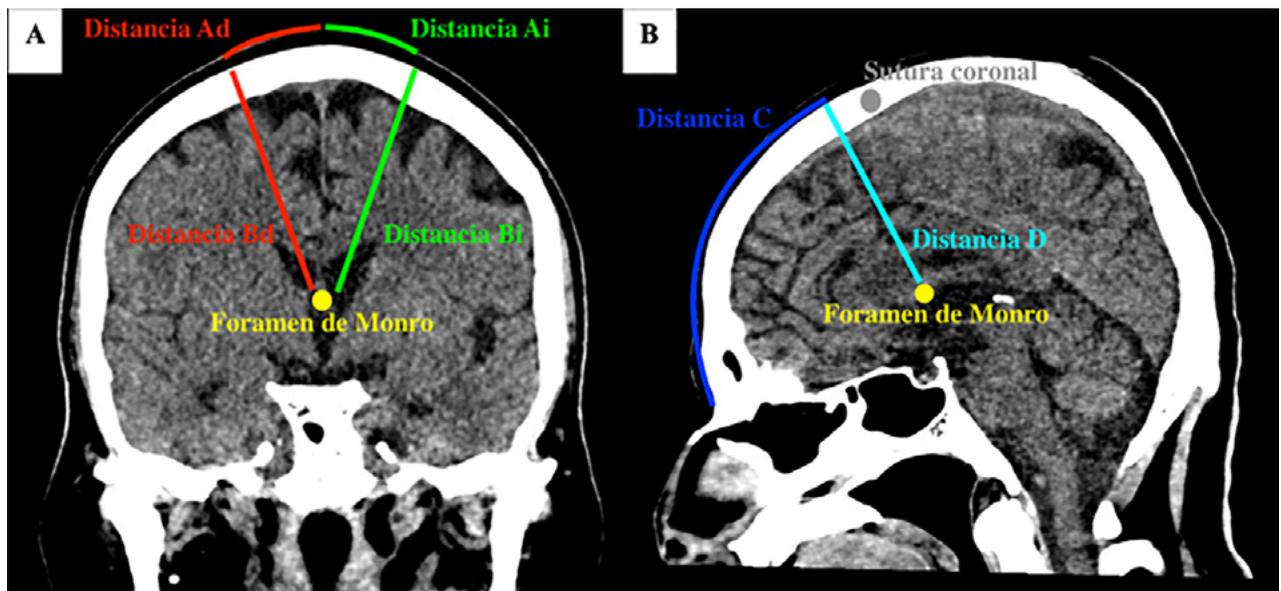


Figura 1. A) TC en plano coronal que muestra las distancias Ad, Bd, Ai y Bi. En amarillo observamos un punto de referencia entre ambos forámenes de Monro. B) TC en plano sagital que muestra las distancias C y D. El punto amarillo es la referencia marcada previamente en el plano coronal que muestra la ubicación entre ambos forámenes de Monro.

TABLA 1. ESTADÍSTICAS DE LAS DISTANCIAS MEDIDAS

Distancia	N	N*	Media	DE	EEM	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Ad	132	0	2.1	0.0348	0.3998	1154	18702	21245	23595	2998
Bd	132	0	6987	0.033	0.3788	5913	6751	6968	7235	7782
Ai	131	1	21127	0.0316	0.3613	1281	1877	2083	2379	2929
Bi	131	1	7073	0.0329	0.3762	6243	6811	7067	7301	8002
C	132	0	12449	0.0857	0.985	10197	11709	12336	13.25	14497
D	132	0	70331	0.0326	0.3751	5924	6772	7014	72818	8048

DE: Desvío estándar. EEM: Error Estándar de la Media. Q1: primer cuartil. Q3: tercer cuartil.

TABLA 2. CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA SEGÚN LAS VARIABLES ESTUDIADAS

Variable Clasificatoria	Categoría	Distancia	N	Media	DE	EEM
Edad	Mayor de 65	Ad	64	2.137	0.380	0.048
	Menor de 65		67	2.066	0.417	0.051
	Mayor de 65	Bd	64	7.080	0.370	0.046
	Menor de 65		68	6.899	0.368	0.045
	Mayor de 65	Ai	64	2.142	0.320	0.040
	Menor de 65		68	2.066	0.423	0.051
	Mayor de 65	Bi	64	7.171	0.368	0.046
	Menor de 65		67	6.980	0.363	0.044
	Mayor de 65	C	64	12.353	0.883	0.110
	Menor de 65		68	12.540	1.070	0.130
	Mayor de 65	D	64	7.137	0.345	0.043
	Menor de 65		68	6.936	0.379	0.046
Sexo	Femenino	Ad	70	2.094	0.397	0.047
	Masculino		62	2.107	0.406	0.052
	Femenino	Bd	70	6.943	0.390	0.047
	Masculino		62	7.036	0.362	0.046
	Femenino	Ai	69	2.080	0.334	0.040
	Masculino		62	2.129	0.392	0.050
	Femenino	Bi	69	7.003	0.334	0.040
	Masculino		62	7.087	0.392	0.050
	Femenino	C	70	12.329	0.911	0.110
	Masculino		62	12.580	1.050	0.130
	Femenino	D	70	6.962	0.388	0.046
	Masculino		62	7.113	0.346	0.044
Lado	Derecho	A	132	2.100	0.400	0.035
	Izquierdo		132	2.103	0.377	0.033
	Derecho	B	132	6.989	0.377	0.033
	Izquierdo		130	7.080	0.375	0.033

DE: Desvío estándar. EEM: Error Estándar de la Media.

ware Horos versión 3.3.6. Se utilizó el modo de reconstrucción multiplanar (“MPR”) para obtener imágenes volumétricas en incidencia orbitomeatal en el plano sagital y se alinearon los conductos auditivos externos, los peñascos y los globos oculares, tanto en el plano coronal como en el axial. A través de la herramienta ángulo (“angle”) se determinaron los ángulos de 90° empleados en las distintas mediciones. Estas fueron realizadas en el plano coronal con un corte donde se diferenciaban claramente los forámenes de Monro. Para mediciones en el plano sagital, previamente se marcó un espacio entre los dos forámenes de Monro en el plano coronal, logrando una proyección sagital estricta de la ubicación del foramen de Monro (Figura 1).

Como puntos de referencia cutáneos se utilizaron el nasion y la línea media (entendida como la línea que une el nasion y el inion, separando el cráneo en dos mitades

iguales), se realizaron las siguientes mediciones:

1. **Distancia Ad:** entre la línea media y un punto cutáneo parasagital derecho en el que, trazando una línea perpendicular a la superficie craneal, dicha línea cruza el asta frontal del ventrículo lateral derecho y llega al foramen de Monro derecho en el plano coronal.

2. **Distancia Bd:** entre la superficie craneal (proyectada sobre el punto cutáneo parasagital derecho mencionado anteriormente) y el foramen de Monro derecho en el plano coronal.

3. **Distancia Ai:** entre la línea media y un punto cutáneo parasagital izquierdo en el que, trazando una línea perpendicular a la superficie craneal, dicha línea cruza el asta frontal del ventrículo lateral izquierdo y llega al foramen de Monro izquierdo en el plano coronal.

4. **Distancia Bi:** entre la superficie craneal (proyecta-

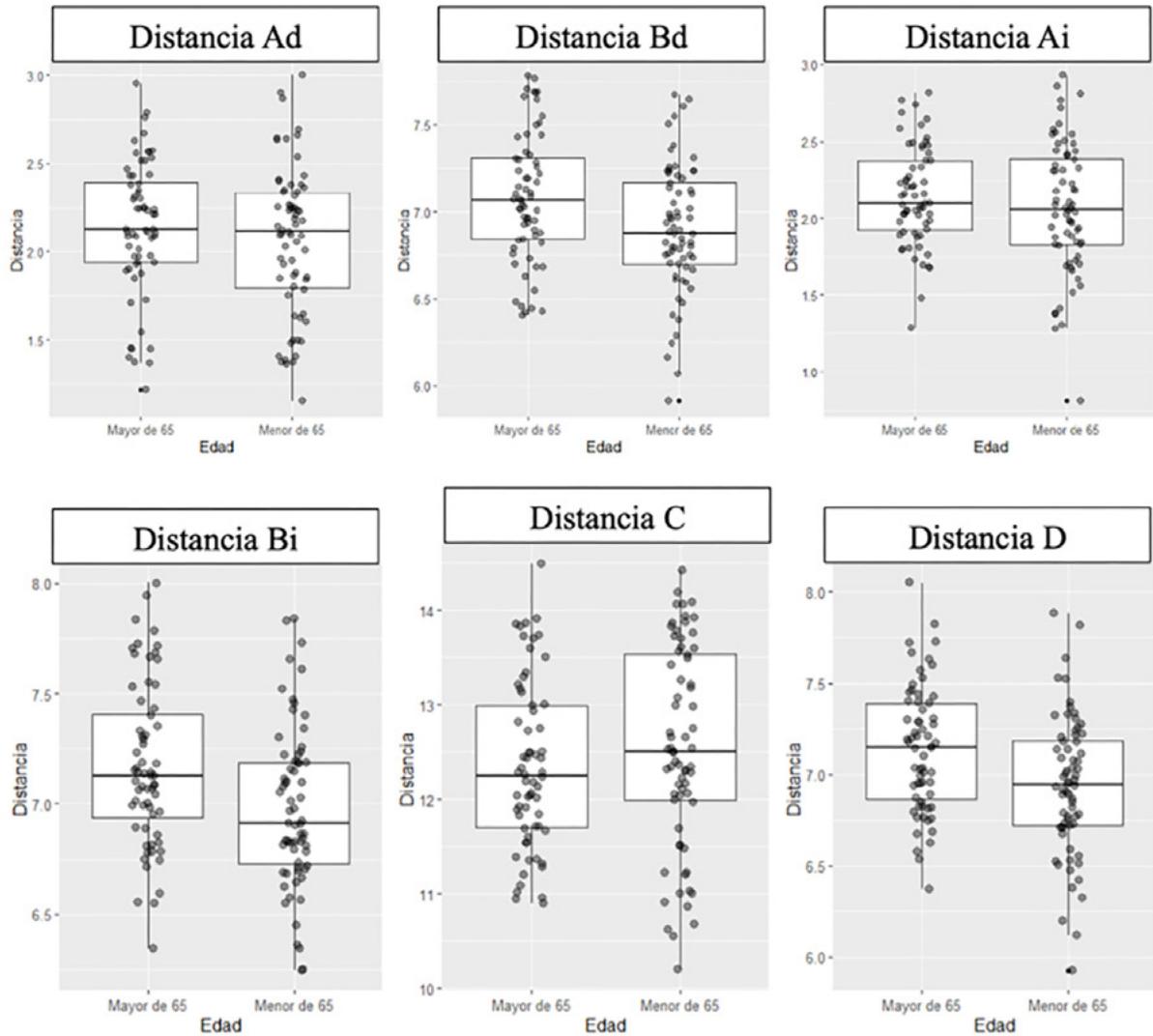


Gráfico 1. Diagramas de caja que muestran las distancias medidas (Ad; Bd; Ai; Bi; C; D) según la variable edad.

da sobre el punto cutáneo parasagital izquierdo mencionado anteriormente) y el foramen de Monro izquierdo en el plano coronal.

5. Distancia C: entre el nasion y un punto cutáneo sagital (el más cercano a la sutura coronal), en el que, trazando una línea perpendicular a la superficie craneal, dicha línea llega al foramen de Monro en el plano sagital.

6. Distancia D: entre la superficie craneal (proyectada en el punto sagital mencionado anteriormente) y el foramen de Monro en el plano sagital.

El análisis estadístico de las mediciones se realizó con el *software* Minitab 18, y se incluyeron las siguientes variables: lado (derecho versus izquierdo), sexo (femenino versus masculino) y edad (mayores de 65 años versus menores de 65 años). En todos los casos se corroboraron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas.

Los datos presentaron una distribución normal con todas las variables analizadas. En todos los casos se utilizó la prueba paramétrica t-Student en la que se compararon las medias de los diferentes grupos de estudio. Posteriormente se determinaron los valores de p obtenidos para cada prueba, considerando un intervalo de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$). Los gráficos se crearon con RStudio (versión 1.4.1106) usando el paquete “ggplot2”.

RESULTADOS

Se analizaron 132 TC cerebrales, incluidas 70 mujeres (edad media: 63.13) y 62 hombres (edad media: 56.1). Se determinaron los siguientes resultados:

- Distancia Ad: media 2.1 cm (DE + 0.0348) con un rango entre 1.2 cm y 3 cm.

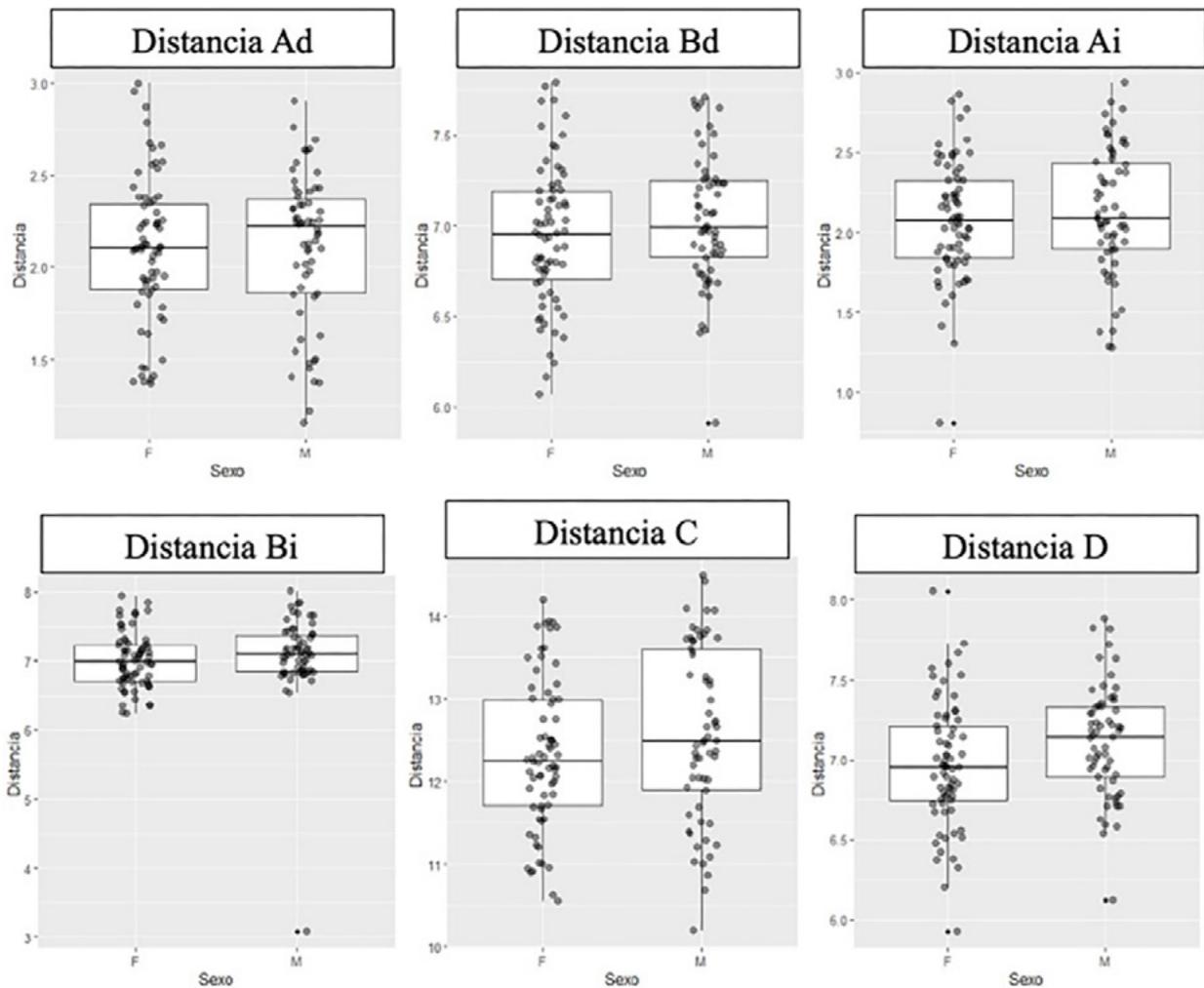


Gráfico 2. Diagramas de caja que muestran las distancias medidas (Ad; Bd; Ai; Bi; C; D) según la variable sexo.

- Distancia Bd: media 7 cm (DE 0.033) con rango entre 5.9 y 7.8 cm.
- Distancia Ai: media 2.1 cm (DE 0.0316) con un rango entre 1.3 y 2.9 cm.
- Distancia Bi: media 7 cm (DE 0.0329) con un rango entre 6.2 y 8 cm.
- Distancia C: media 12.4 cm (DE 0.0857) con un rango entre 10.2 cm y 14.5 cm.
- Distancia D: media 7 cm (SD 0.326) con un rango entre 5.9 y 8 cm. (*Para simplificar la lectura hemos reducido los espacios luego de la coma en los resultados.)

Los resultados precisos y segregados según el resto de las variables analizadas (sexo, edad y lado) se muestran en las Tablas 1 y 2 y en los Gráficos 1, 2 y 3. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable edad. Se obtuvieron valores mayores en las distancias Bd, Bi y D en sujetos mayores de 65 años. También se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la

variable sexo. Se obtuvieron valores mayores en la distancia D en los hombres (Tabla 3; Gráficos 1 y 2).

Con base en estos hallazgos, hemos definido un nuevo punto de entrada a los ventrículos utilizando referencias cutáneas. Dicho punto se encuentra: 12.4 cm posterior al nasion siguiendo la línea, y 2.1 cm lateral (y perpendicular) a la línea media (Figura 2). Al colocar un catéter en el lado izquierdo, o derecho, del paciente, los valores son similares, ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al analizar la variable lado (derecho versus izquierdo).

Como se mencionó anteriormente, el análisis estadístico realizado por nuestro grupo de trabajo encontró diferencias estadísticamente significativas (particularmente en las variables sexo y edad) solo en las medidas de profundidad (Bi, Bd y D). De esta manera, la distancia de profundidad más corta a la que encontramos el foramen de Monro desde el nuevo punto de entrada ventricular

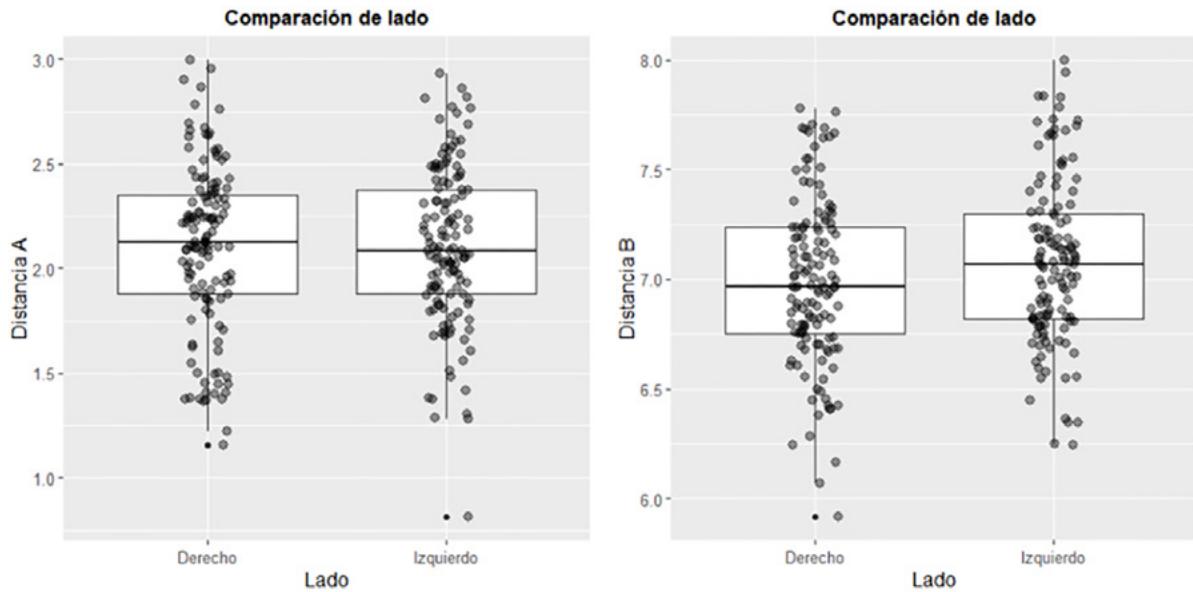


Gráfico 3. Diagramas de caja que muestran las distancias A y B según el lado derecho e izquierdo de los sujetos estudiados.

TABLA 3. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE MANN-WHITNEY

Variable clasificatoria	Distancia	Valor T	GL	Valor p
Edad	Ad	1.02	130	0.31
	Bd	2.82	130	0.006
	Ai	1.17	129	0.245
	Bi	2.99	130	0.003
	C	-1.08	130	0.281
	D	3.18	130	0.002
Sexo	Ad	-0.18	130	0.857
	Bd	-1.41	130	0.161
	Ai	-0.5	129	0.619
	Bi	-0.5	129	0.619
	C	-1.49	130	0.138
	D	-2.35	130	0.020
Lado	A (Ad vs. Ai)	-0.060	261.13	0.952
	B (Bd vs. Bi)	-1963	258.93	0.051

Los valores de p resaltados en rojo representan comparaciones con medias estadísticamente diferentes. GL: Grados de libertad.

propuesto es de 6 cm (medida más baja para el valor de Bd), mientras que la distancia mayor es de 8 cm (medida más grande para el valor de D) (Figura 3).

DISCUSIÓN

El punto de Kocher es generalmente el más adoptado para el acceso ventricular, este emplea la sutura coronal y la sagital como puntos de referencia anatómicos. Sin em-

bargo, este punto se usa para describir varios puntos de referencia anatómicos y no está suficientemente definido en términos de su ubicación precisa.¹⁶⁻¹⁸ Aunque las suturas craneales se utilizan comúnmente como puntos de referencia para el acceso ventricular, su ubicación es muy variable y la palpación a través del cuero cabelludo muchas veces puede ser un desafío. También, algunos sugieren que los puntos de referencia cutáneos superficiales pueden ser más relevantes que los puntos de referencia

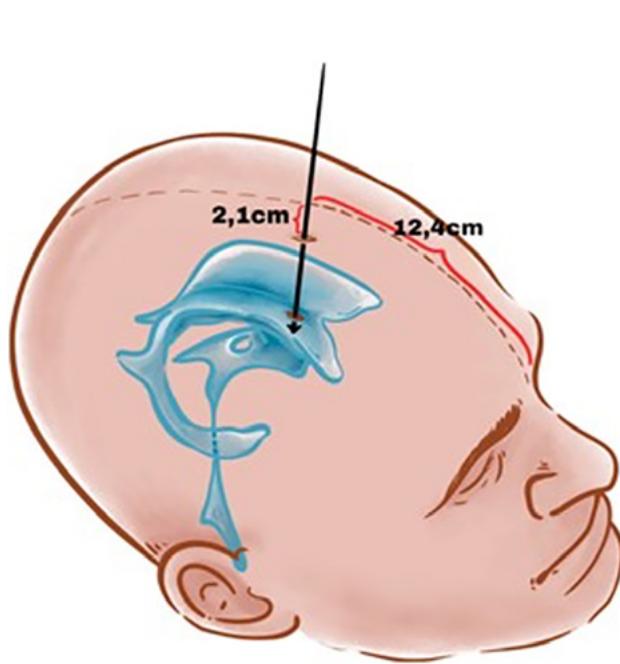


Figura 2. Nuevo punto de entrada ventricular: 12.4 cm posterior al nasion siguiendo la línea media y 2.1 cm lateral (y perpendicular) a la línea media.

óseos para la planificación prequirúrgica.^{19,20} El acceso ventricular a través del punto de Kocher tiene tasas de errores que oscilan entre el 4 y el 40%.^{18,22} De manera similar, Rehman y cols. afirman que es difícil determinar la ubicación exacta de la sutura coronal con una precisión de menos de 1 cm usando solo la palpación a través de la piel, y reportan que el 10.4% de los catéteres que atraviesan este punto terminan en un espacio no ventricular, y el 20.8% en el ventrículo contralateral.²¹

Se han propuesto múltiples avances tecnológicos para mejorar la planificación prequirúrgica y la precisión del acceso a los ventrículos, incluidos ultrasonido, endoscopia, estereotaxia y neuronavegación. Sin embargo, estos recursos generalmente son limitados en los países en desarrollo debido a la falta de recursos financieros, además de la desventaja de consumir mucho tiempo, lo que limita su eficacia en situaciones de emergencia; por lo tanto, solo deben contemplarse en casos seleccionados.

La técnica a mano alzada, basada en imágenes cerebrales, debe considerarse apropiada para la mayoría de los casos que requieren acceso ventricular, como se describió previamente.¹⁰⁻¹⁵ Si bien la resonancia magnética (RM) ofrece varias ventajas en comparación con la tomografía computarizada con respecto a los detalles anatómicos, en la mayoría de las instituciones (y sobre todo en el escenario de la urgencia), el acceso a la RM se encuentra menos

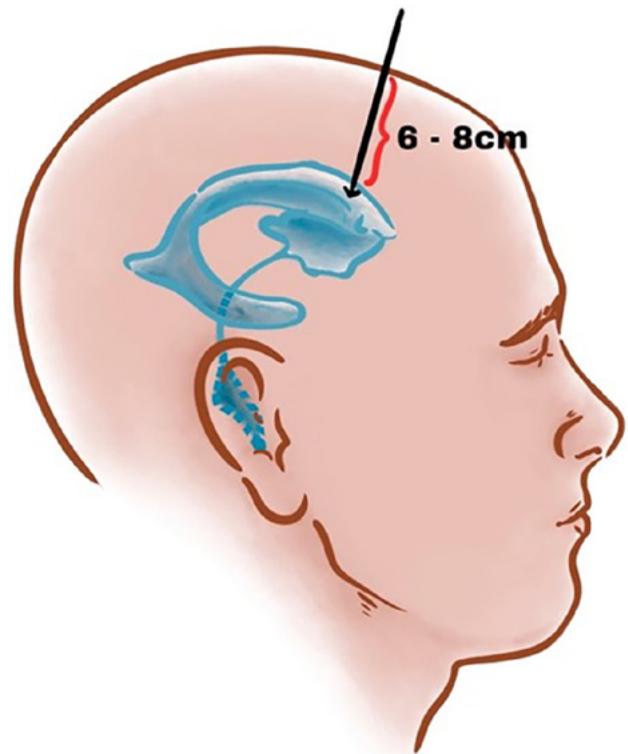


Figura 3. La distancia de profundidad más corta en la que encontramos el foramen de Monro desde el nuevo punto de entrada ventricular propuesto es de 6 cm, mientras que la distancia más larga es de 8 cm.

disponible que la TC.

Es bastante común no lograr el acceso ventricular en el primer intento de una ventriculostomía. Según una encuesta realizada por Anderson y cols., el número de intentos de acceso a los ventrículos en ventriculostomías fue de 2 a 20 con una media de 7.3.²³ Considerando este elevado número de intentos, se podría inferir que la colocación de ventriculostomías conlleva una morbilidad limitada. Sin embargo, se han encontrado tasas de complicaciones de hasta el 28%, incluidas hemorragias, daño neurológico e infecciones.^{22,23} Rehman y cols. demostraron que en el 90.5% de los casos en los que un catéter ventricular se localiza fuera de los ventrículos, se encuentra a nivel de los ganglios basales.²¹ Otros han encontrado resultados similares, añadiendo como ubicaciones adicionales el tálamo, la cápsula interna y el tronco encefálico.²⁴ Además, las vías del catéter de intentos fallidos se pueden visualizar en estudios de imágenes, lo que demuestra efectos duraderos en el tejido cerebral.³

En función de los inconvenientes mencionados anteriormente, proponemos un nuevo punto de entrada ventricular utilizando el nasion y la línea media como puntos de referencia cutáneos, ya que ambos son puntos de referencia constantes, reproducibles y accesibles. En cuanto a la angulación para cateterizar el ventrículo, en nuestra experiencia, es más fácil angular el catéter perpendicu-

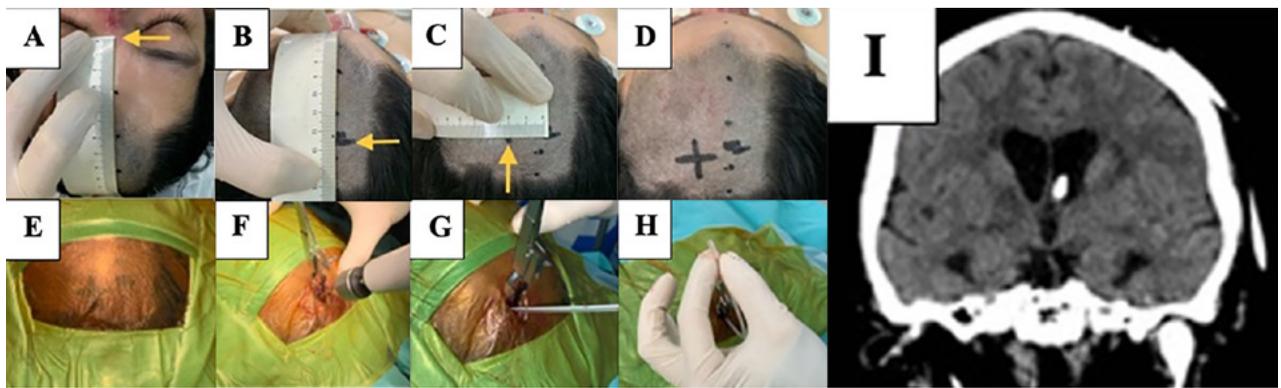


Figura 4. Paciente que sufrió una hemorragia subaracnoidea complicada con sangrado ventricular (y anatomía ventricular normal) en la que se pudo canular el ventrículo lateral sin complicaciones utilizando nuestro punto de entrada ventricular propuesto. A) Nasion (flecha amarilla). B) 12.4 cm posterior al nasion siguiendo la línea media (flecha amarilla). C) Desde el punto anterior, 2.1 cm hacia la izquierda formando un ángulo de 90° con la línea media (flecha amarilla). D) Zona sobre la piel donde convergen los puntos mencionados anteriormente (marcada con una cruz). E) Campo quirúrgico donde se muestra la cruz antes mencionada. F) Sobre la marca se realiza una trepanación perpendicular al cráneo tanto en el plano sagital como en el coronal. G) El catéter intraventricular se introduce perpendicular a la corteza cerebral tanto en el plano coronal como en el sagital. H) Se avanza el catéter hasta obtener líquido cefalorraquídeo. I) Tomografía computarizada de control que muestra el catéter ventricular cerca del foramen de Monro.

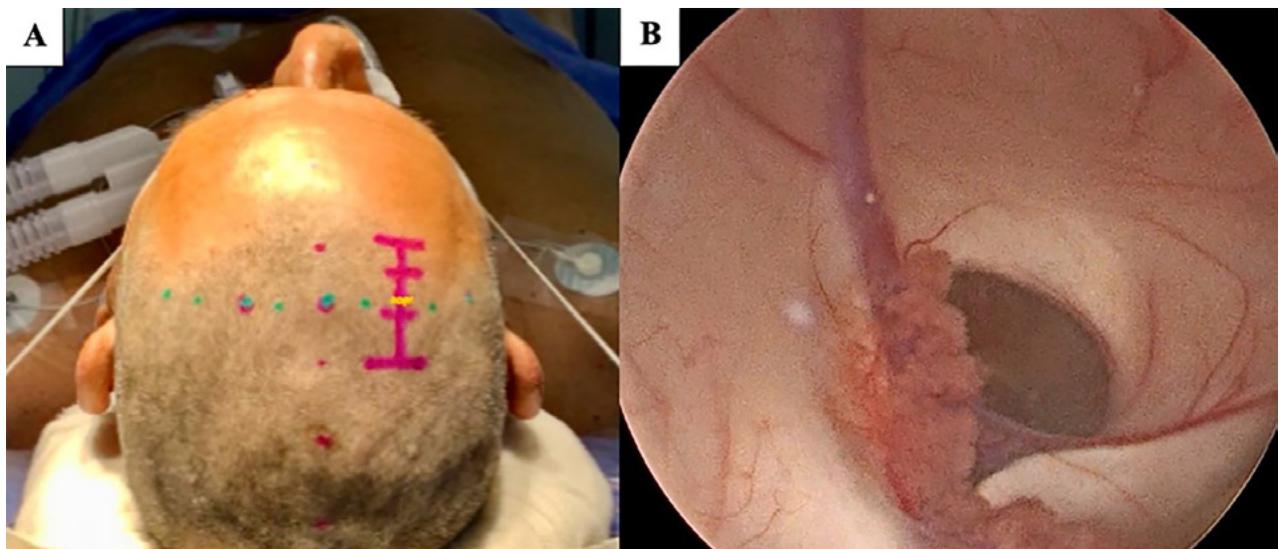


Figura 5. Paciente que sufrió un sangrado de fosa posterior a causa de una lesión tumoral, presenta hidrocefalia aguda. En este paciente se realizó una tercera ventriculostomía endoscópica y se pudo canular el ventrículo lateral derecho sin complicaciones, utilizando nuestro punto de entrada ventricular propuesto. A) La línea amarilla representa nuestro punto de entrada ventricular propuesto. B) Imagen intraoperatoria del foramen de Monro.

larmente a la corteza cerebral (tanto en el plano coronal como en el sagital). Varios autores en la literatura señalan la posición perpendicular a la corteza cerebral para acceder al ventrículo.²⁵⁻²⁸

Un hallazgo interesante que arrojó nuestro estudio fue que las distancias Bd, Bi y D fueron mayores en pacientes mayores de 65 años. Vale aclarar que tomamos esta edad como punto de corte ya que la mayoría de los autores proponen que la adultez tardía comienza a los 65 años. En esta etapa de la vida, el cerebro puede desarrollar una serie de modificaciones estructurales (micro y macroscópicas) y bioquímicas, entre las que destacan: disminución de peso y volumen, aumento del tamaño de los surcos y disminución de las circunvoluciones, atrofia, degeneración granulovacuolar y neurofibrilar, entre otras.^{29,30}

Una limitación de nuestro estudio es que se ha realizado en cerebros reportados como normales. Se espera que los parámetros obtenidos puedan variar con patologías subyacentes, particularmente si generan alteraciones en la morfología ventricular. Por lo tanto, estas mediciones deben utilizarse con la precaución que cada caso particular amerite. Sin embargo, debemos enfatizar en que este estudio no puede descartarse como potencialmente aplicable en el ámbito quirúrgico, particularmente cuando nos enfrentamos a un paciente con anatomía ventricular conservada que requiere un acceso ventricular rápido.

Adicionalmente, hemos incluido dos casos clínicos en los cuales utilizamos nuestro nuevo punto de entrada ventricular. El primer caso fue un paciente que sufrió

una hemorragia subaracnoidea complicada con sangrado ventricular (y anatomía ventricular normal), en el que pudimos canular el ventrículo sin complicaciones. El segundo caso fue un paciente que sufrió una hidrocefalia aguda, producto de un sangrado tumoral en la fosa posterior, en el que también pudimos canular el ventrículo sin complicaciones. En ambos casos utilizamos nuestro punto de entrada ventricular propuesto (Figuras 4 y 5).

Cabe mencionar que actualmente estamos realizando un estudio comparativo con nuestro nuevo punto de entrada ventricular en pacientes con morfología ventricular patológica.

CONCLUSIÓN

La técnica a mano alzada para acceder a los ventrículos es un procedimiento neuroquirúrgico común, pero a menu-

do va acompañado de complicaciones. Para abordar esto, sugerimos un nuevo punto de entrada para el acceso ventricular determinado por puntos de referencia cutáneos. Dicho punto se encuentra 12.4 cm posterior al nasion siguiendo la línea media y 2.1 cm lateral a la línea media. Aunque nuestros hallazgos pueden desempeñar un papel en la planificación quirúrgica de patologías ventriculares, se justifican estudios prospectivos futuros.

Agradecemos a la Lic. Delfina Gagliardi por realizar el análisis estadístico del estudio. También agradecemos al Prof. Dr. Mariano Socolovsky por ayudar en la edición del manuscrito.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

BIBLIOGRAFÍA

1. Bratton SL, Chestnut RM, Ghajar J, McConnell Hammond FF, Harris OA, Hartl R, et al. Guidelines for the management of severe traumatic brain injury. IX Cerebral perfusion thresholds. *J Neurotrauma*, 2007; 24(Suppl 1): S59-S64. <https://doi.org/10.1089/neu.2007.9987>.
2. O'Neill BR, Velez DA, Braxton EE, Whiting D, Oh MY. A survey of ventriculostomy and intracranial pressure monitor placement practices. *Surg Neurol*, 2008; 70(3): 268-73. doi:10.1016/j.surneu.2007.05.007.
3. Kakarla UK, Kim LJ, Chang SW, Theodore N, Spetzler RF. Safety and accuracy of bedside external ventricular drain placement. *Neurosurgery*, 2008; 63 (1 Suppl 1): ONS162-ONS167. doi:10.1227/01.neu.0000335031.23521.d0.
4. Fried HI, Nathan BR, Rowe AS, et al. The insertion and management of external ventricular drains: an evidence-based consensus statement: A statement for healthcare professionals from the Neurocritical Care Society. *Neurocrit Care*, 2016; 24(1): 61-81. doi:10.1007/s12028-015-0224-8.
5. Lind CR, Tsai AM, Lind CJ, Law AJ. Ventricular catheter placement accuracy in non-stereotactic shunt surgery for hydrocephalus. *J Clin Neurosci*, 2009; 16(7): 918-20. doi:10.1016/j.jocn.2008.09.015.
6. Saladino A, White JB, Wijdicks EF, Lanzino G. Malplacement of ventricular catheters by neurosurgeons: a single institution experience. *Neurocrit Care*, 2009; 10(2): 248-52. doi:10.1007/s12028-008-9154-z.
7. Wan KR, Toy JA, Wolfe R, Danks A. Factors affecting the accuracy of ventricular catheter placement. *J Clin Neurosci*, 2011; 18(4): 485-8. doi:10.1016/j.jocn.2010.06.018.
8. Hsieh CT, Chen GJ, Ma HI, et al. The misplacement of external ventricular drain by freehand method in emergent neurosurgery. *Acta Neurol Belg*, 2011; 111(1): 22-8.
9. Huyette DR, Turnbow BJ, Kaufman C, Vaslow DF, Whiting BB, Oh MY. Accuracy of the freehand pass technique for ventriculostomy catheter placement: retrospective assessment using computed tomography scans. *J Neurosurg*, 2008; 108(1): 88-91. doi:10.3171/JNS/2008/108/01/0088.
10. Thomale UW, Knitter T, Schaumann A, et al. Smartphone-assisted guide for the placement of ventricular catheters. *Childs Nerv Syst*, 2013; 29(1): 131-9. doi:10.1007/s00381-012-1943-1.
11. Phillips SB, Gates M, Krishnamurthy S. Strategic placement of bedside ventriculostomies using ultrasound image guidance: report of three cases. *Neurocrit Care*, 2012; 17(2): 255-9. doi:10.1007/s12028-011-9571-2.
12. Kestle JR, Drake JM, Cochrane DD, et al. Lack of benefit of endoscopic ventriculoperitoneal shunt insertion: a multicenter randomized trial. *J Neurosurg*, 2003; 98(2): 284-90. doi:10.3171/jns.2003.98.2.0284.
13. Abu-Serieh B, Ghassempour K, Duprez T, Raftopoulos C. Stereotactic ventriculoperitoneal shunting for refractory idiopathic intracranial hypertension. *Neurosurgery*, 2007; 60(6): 1039-44. doi:10.1227/01.NEU.0000255456.12978.31.
14. Azeem SS, Orogitano TC. Ventricular catheter placement with a frameless neuronavigational system: a 1-year experience. *Neurosurgery*, 2007; 60(4 Suppl 2): 243-7. doi:10.1227/01.NEU.0000255387.03088.53.
15. Stieglitz LH, Giordano M, Samii M, Luedemann WO. A new tool for frameless stereotactic placement of ventricular catheters. *Neurosurgery*, 2010; 67(3 Suppl Operative): ons131-ons135. doi:10.1227/01.NEU.0000382964.72262.9a.
16. Friedman WA, Vries JK. Percutaneous tunnel ventriculostomy: Summary of 100 procedures. *J Neurosurg*, 1980; 53(5): 662-5. doi:10.3171/jns.1980.53.5.0662.
17. Morone PJ, Dewan MC, Zuckerman SL, Tubbs RS, Singer RJ. Craniometrics and Ventricular Access: A Review of Kocher's, Kaufman's, Paine's, Menovksy's, Tubbs', Keen's, Frazier's, Dandy's, and Sanchez's Points. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2020; 18(5): 461-9. doi:10.1093/ons/194.
18. Abdoh MG, Bekaert O, Hodel J, et al. Accuracy of external ventricular drainage catheter placement. *Acta Neurochir (Wien)*, 2012; 154(1): 153-9. doi:10.1007/s00701-011-1136-9.
19. Cotton F, Rozzi FR, Vallee B, et al. Cranial sutures and craniometric points detected on MRI. *Surg Radiol Anat*, 2005; 27(1): 64-70. doi:10.1007/s00276-004-0283-6.
20. Roblot P, Lefevre E, David R, et al. Skin landmarks to main cerebral structures: how to identify the main cerebral sulci? A radiological study about lateral, central, and parietooccipital sulci. *Surg Radiol Anat*, 2022; 44(6): 941-6. doi:10.1007/s00276-022-02952-5.
21. Rehman T, Rehman Au, Ali R, et al. A radiographic analysis of ventricular trajectories. *World Neurosurg*, 2013; 80(1-2): 173-8. doi:10.1016/j.wneu.2012.12.012.
22. Toma AK, Camp S, Watkins LD, Grieve J, Kitchen ND. External ventricular drain insertion accuracy: is there a need for change in practice? *Neurosurgery*, 2009; 65(6): 1197-201. doi:10.1227/01.NEU.0000356973.39913.0B.

23. Anderson RC, Kan P, Klimo P, Brockmeyer DL, Walker ML, Kestle JR. Complications of intracranial pressure monitoring in children with head trauma. *J Neurosurg*, 2004; 101(1 Suppl): 53-8. doi:10.3171/ped.2004.101.2.0053.
24. Konovalov AN, Gadzhiagaev V, Veselkov AA, Okishev D, Eliava S. Analysis of a novel entry point for freehand ventriculostomy using computerized tomography scans. *Cureus*, 2022; 14(1): e21079. Published 2022 Jan 10. doi:10.7759/cureus.21079.
25. Muirhead WR, Basu S. Trajectories for frontal external ventricular drain placement: virtual cannulation of adults with acute hydrocephalus. *Br J Neurosurg*, 2012; 26(5): 710-6. doi:10.3109/02688697.2012.671973.
26. Lind CR, Correia JA, Law AJ, Kejriwal R. A survey of surgical techniques for catheterising the cerebral lateral ventricles. *J Clin Neurosci*, 2008; 15(8): 886-90. doi:10.1016/j.jocn.2007.05.013.
27. Ghajar JB. A guide for ventricular catheter placement. Technical note. *J Neurosurg*, 1985; 63(6): 985-6. doi:10.3171/jns.1985.63.6.0985.
28. O'Leary ST, Kole MK, Hoover DA, Hysell SE, Thomas A, Shaffrey CI. Efficacy of the Ghajar Guide revisited: a prospective study. *J Neurosurg*, 2000; 92(5): 801-3. doi:10.3171/jns.2000.92.5.0801.
29. Peters R. Ageing and the brain. *Postgrad Med J*, 2006; 82(964): 84-8. doi:10.1136/pgmj.2005.036665.
30. Wyss-Coray T. Ageing, neurodegeneration and brain rejuvenation. *Nature*, 2016; 539(7628): 180-6. doi:10.1038/nature20411.