



CARACTERIZACIÓN DE PACIENTES CON HIDROCEFALIA ATENDIDOS EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN RAFAEL DE TUNJA, 2018

Characterization of patients with hydrocephalus treated at the San Rafael University Hospital in Tunja, 2018

Jonathan A. Guezguan P¹ Médico Hospital Universitario San Rafael. MD. UPTC
Ledmar J. Vargas R² Médico Epidemiólogo Hospital Universitario San Rafael de Tunja.
Docente investigador en salud Universidad de Boyacá.
Laura D. Muñoz T³ Médica Interno Universidad de Boyacá
Silvia J. Ríos F⁴ Médica General Hospital Universitario San Rafael de Tunja.
María F. Farfán L⁵ Médica General Universidad de Boyacá
Carlos F. Cuchanga C⁶ Médico General Hospital Universitario San Rafael de Tunja.
Danny S. García G⁷ Médico General Hospital Universitario San Rafael de Tunja.

Artículo original

Recibido: 11 de abril 2022

Aceptado: 05 de junio de
2022

Publicado 22 agosto 2022

10.19053/uptc.2744953X.14222



Como citar este artículo:

Guezguan, J., Vargas, L., Muñoz, L., Ríos, S., Farfán, M., Cuchanga, C., García, D. Caracterización de pacientes con hidrocefalia atendidos en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja, 2018. Salud y Sociedad UPTC Volumen 7 Número 1. 2022

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, *Autor en correspondencia: alexander.guezguan@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La hidrocefalia es una entidad patológica, frecuente y compleja, caracterizada por un aumento del tamaño ventricular, generado por una acumulación de líquido cefalorraquídeo en los espacios subaracnoideo y ventricular. Potencialmente mortal de la lesión neurológica, producto de múltiples etiologías. **Objetivo:** caracterizar a los pacientes con hidrocefalia atendidos en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja, durante el año 2018. **Metodología:** estudio observacional, descriptivo, de corte transversal de una cohorte histórica retrospectiva, se incluyeron: pacientes atendidos en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja, en el año 2018, con diagnóstico de hidrocefalia identificados mediante los códigos internacionales de enfermedades (CIE-10). **Resultados:** el promedio de días de estancia hospitalaria fue 38.1, se observó mayor frecuencia de hidrocefalia comunicante y adquirida; dentro de las manifestaciones clínicas predominaron la cefalea y la emesis, para el diagnóstico en la mayoría de los casos se usó tomografía computarizada, todos los pacientes requirieron manejo quirúrgico. El 15,55% de los pacientes presentaron, al menos, una complicación relacionada con el manejo administrado, finalmente, se observó que el 87,77% de las personas presentaron alguna secuela. Se documentó una mortalidad del 11.39%. **Conclusiones:** La hidrocefalia es una condición clínica de etiología variada y que se puede presentar en todas las etapas de la vida, con una fisiopatología conocida y presentaciones clínicas heterogéneas, de manejo médico complejo.

PALABRAS CLAVE: Hidrocefalia; Hipertensión Intracraneal; Edema Cerebral; Líquido Cefalorraquídeo (DeCS).

ABSTRACT

Introduction: Hydrocephalus is a pathological, frequent and complex entity, characterized by an increase in ventricular size, generated by an accumulation of cerebrospinal fluid in the subarachnoid and ventricular spaces. Life-threatening neurological injury, the product of multiple etiologies. **Objective:** to characterize patients with hydrocephalus treated at the San Rafael de Tunja University Hospital, during 2018. **Methodology:** observational, descriptive, cross-sectional study of a retrospective historical cohort, included: patients treated at the San Rafael de Tunja University Hospital, in 2018, with a diagnosis of hydrocephalus identified by the international

disease codes (ICD-10). Results: the average number of days of hospital stay was 38.1, a higher frequency of communicating and acquired hydrocephalus was observed; within the clinical manifestations predominated headache and emesis, for the diagnosis in most cases computed tomography was used, all patients required surgical management. 15.55% of the patients presented at least one complication related to the management administered, finally, it was observed that 87.77% of the people presented some sequelae. A mortality of 11.39% was documented. Conclusions: Hydrocephalus is a clinical condition of varied etiology and that can occur at all stages of life, with a known pathophysiology and heterogeneous clinical presentations, of complex medical management.

KEYWORDS: Hydrocephalus; Intracranial hypertension; Brain Edema; Cerebrospinal Fluid (MeSH).

INTRODUCCIÓN

El líquido cefalorraquídeo (LRC), es un líquido incoloro, que se genera como un ultrafiltrado del plasma, penetra el encéfalo y la médula y discurre a través del espacio subaracnoideo, los ventrículos cerebrales y el canal medular. En su composición se pueden destacar: los cloruros, la glucosa, las proteínas y las enzimas.

Este se produce a una velocidad de 0.35 ml/min (21 ml/hora), en los plexos coroideos y en el epitelio endotelial. Los plexos coroideos, de los 4 ventrículos cerebrales, están conformados por capilares cubiertos con células endoteliales, que constituyen la barrera hematoencefálica.(1) El LCR,

formado en los ventrículos laterales, pasa al tercer ventrículo a través, del agujero de Monroe, posteriormente, ingresa al cuarto ventrículo, por el acueducto de Silvio, desde allí, atraviesa los orificios de Luschka y el de Magendie, y accede a las cisternas y al saco dural espinal y por medio del óbex, accede al conducto endotelial medular(2)

Su reabsorción es directamente proporcional a su presión, comienza con 5 mmHg y se eleva linealmente hasta los 20 mmHg. La presión intracraneana (PIC) se encuentra normalmente entre 10 y 20 mmHg en adultos, de 3 a 7 mmHg en niños y de 1,5 a 6 mmHg en recién nacidos(3) Cuando las presiones de la cavidad ventricular y el espacio subaracnoideo, se elevan de manera

secundaria, se debe principalmente a tres mecanismos: exceso en la producción, descenso en la eliminación y defectos en la eliminación, ocasionando un desbalance y dando lugar a la aparición de hidrocefalia y dilatación ventricular(4)

La palabra hidrocefalia proviene del griego Hidro, que significa agua, y Cephalus, que significa cabeza, esta entidad patológica, frecuente y compleja, está caracterizada por un aumento del tamaño ventricular, generado por una acumulación de líquido cefalorraquídeo en los espacios subaracnoideo y ventricular, situación que de persistir conduce a la hipertensión endocraneana(5) y tiene como resultado final la formación de lesiones en el tejido cerebral: respuesta inflamatoria, gliosis, daño axonal y destrucción de los axones periventriculares(6)

La hidrocefalia, es una complicación potencialmente mortal de la lesión neurológica, producto de múltiples etiologías: trauma, tumores del sistema nervioso central y malformaciones congénitas, entre otras; sus repercusiones tienen un amplio espectro y tienen una estrecha relación con distintos factores asociados a cada paciente; en el caso de los niños con el cierre de las estructuras

craneales conllevando a distintas presentaciones, con y sin hipertensión endocraneana, la tasa y el tiempo de ascenso de la hipertensión endocraneana y la presencia de anormalidades morfológicas que se pueden sumar generando manifestaciones clínicas variadas y configurando cuadros clínicos inespecíficos (7) (8)

Entre las complicaciones a largo plazo en adultos, se encuentran el deterioro cognitivo progresivo parcialmente reversible, propio de las hidrocefalias de presión normal(9) y en niños: trastornos del desarrollo psicomotor, secundarios a las lesiones que ocasiona el edema cerebral y el síndrome de hipertensión endocraneana, de no ser tratados oportunamente(5)

Estimaciones recientes a nivel mundial, plantean una incidencia de hidrocefalia congénita de 5,9 por cada 10.000 nacidos vivos(10) mientras que la incidencia de hidrocefalia neonatal oscila entre 2,5 y 8,2 por cada 10.000 nacidos vivos.(11) Existen protocolos de manejo médico y quirúrgico para niños en los que se contemplan etiologías variadas y frecuentes, como la hidrocefalia post-hemorrágica en infantes prematuros, se recomiendan manejos específicos y con indicaciones claras; el uso

de la navegación endoscópica asistida por computador y otras técnicas, de mayor disponibilidad en nuestro medio, como la ventriculostomía del tercer ventrículo para el tratamiento de la hidrocefalia (12) (13) (14)

También, existe evidencia dirigida a la población adulta, que contiene recomendaciones para el uso de monitoreo epidural intraparenquimatoso, intraventricular y subaracnoideo, terapias no quirúrgicas con protocolos que comprenden la osmoterapia, el uso de corticoides, la hiperventilación, la inducción de barbitúricos y la hipotermia (15) y tratamientos quirúrgicos como: el implante de catéteres de ventriculostomía y en situaciones emergentes, la craneotomía descompresiva. (16)

De manera local, adoptamos las guías internacionales al considerarlas de buena calidad y fuertes en su evidencia, sin embargo, no disponemos de datos locales, para configurar los perfiles epidemiológicos apropiados por lo que se hace pertinente realizar este tipo de estudios exploratorios

El objetivo del manuscrito es describir y caracterizar los pacientes con hidrocefalia atendidos en el Hospital Universitario San Rafael durante el año 2018, respecto a sus variables sociodemográficas y clínicas.

METODOLOGÍA

Tipo de investigación: Estudio observacional, descriptivo, de corte transversal de una cohorte histórica retrospectiva.

Población: Personas atendidas en el Hospital Universitario San Rafael de Tunja, entre el 01 de enero del 2018 hasta 31 de diciembre de 2018, con diagnóstico de hidrocefalia identificados mediante los códigos internacionales de enfermedades (CIE-10).

Muestra: Se calculó una muestra de 90 historias clínicas con un intervalo de confianza del 95%, margen de error del 5%, para una población del municipio de Tunja de 152.419 personas, según los datos estadísticos DANE, con una prevalencia de la enfermedad del 7.2%.

Muestreo: Aleatorio simple.

Criterios de inclusión: Pacientes con diagnósticos de hidrocefalia, independientemente de su edad, que estuviesen hospitalizados durante el tiempo analizado.

Criterios de exclusión: Pacientes con historias clínicas incompletas y los tratados en otra entidad antes de su hospitalización.

Variables: Se evaluaron variables sociodemográficas, clínicas, imagenológicas, durante la hospitalización

Análisis estadístico: La base de datos fue registrada en Excel versión 2013 y se analizó con el paquete estadístico SPSS versión 21. El análisis descriptivo univariado se realizó por medio de la determinación de frecuencias absolutas y relativas en las variables categóricas, en el caso de las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central (media, mediana) y medidas de dispersión (desviación estándar y rango intercuartil) según la distribución de la variable.

Sesgos y limitaciones: Para disminuir el riesgo de selección se aclararon los criterios de inclusión y exclusión, adicionalmente se hizo el listado de los códigos internacionales de enfermedades (CIE-10). Además, al realizar un estudio sobre una cohorte histórica, documental, se contaba en muchas ocasiones con historias clínicas incompletas y se observaron sesgos de información y memoria, que no pudieron controlarse.

RESULTADOS

Datos sociodemográficos.

Se revisaron un total de 90 historias clínicas. Los datos sociodemográficos se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Datos sociodemográficos de la población. Fuente de la investigación.

Edad	X (DE)	36,45 (25,63)
	N (%)	IC 95%
0 a 10	21 (23,33%)	14.6 – 30.07
11 a 20	10 (11,11%)	4.61 – 17.69
21 a 30	12 (13,33%)	6.31 – 20.36
31 a 40	16 (17,78%)	9.87 – 25.68
41 a 50	11 (12,22%)	5.45 – 18.99
51 a 60	9 (10%)	5.15 – 18.12

61 a 70	8 (8,89%)	3.01 – 14.77
71 a 80	1 (1,11%)	0.00 - 3.27
81 a 90	2 (2,22%)	0.00 – 5.27
Sexo		
Masculino	51 (56,67%)	46.43 – 66.90
Femenino	39 (43,33%)	33.10 – 53.57
Estrato socioeconómico		
Bajo	49 (54,44%)	44.16 – 64.73
Medio	40 (44,44%)	34.18 – 54.71
Alto	1 (1,11%)	0.00 - 3.27

Las variables clínicas de estancia hospitalaria, flujo, tipo de hidrocefalia, manifestaciones clínicas, diagnóstico, manejo quirúrgico, complicaciones y secuelas se relacionan en la tabla 2.

Tabla 2. Clínica, imagenología, tratamiento y complicaciones de la hidrocefalia, Resultados propios de la investigación.

Variable	X	DE
Número de días hospitalizado	38,1	13,5
Tipo de hidrocefalia	N/A	%
Según flujo de LCR	n (%)	Ic 95%
No comunicante	28 (31.11%)	21.55 – 40.67
Comunicante	62 (68.89%)	59.33 – 78.45
Según el tipo		
Congénita	22 (24.44%)	15.57 – 33.32
Adquirida	68 (75.56%)	66.68 – 84.83
Manifestaciones clínicas		
Cefalea	72 (80%)	71.74 – 88.26
Vómitos	44 (48.89%)	38.56 – 59.22
Convulsiones	24 (26,67%)	17.53 – 35.80
Abombamiento de la fontanela	16(17,78%)	9.87 – 25.68
Irritabilidad	14(15,56%)	8.06 – 23.04
Alteración de la marcha	12(13,33%)	6.31 – 20.36
Vértigo	12(13,33%)	6.31 – 20.36
Papiledema	10(11,11%)	4.61 – 17.69
Rigidez de la nuca	10(11,11%)	4.61 – 17.69
Somnolencia	10(11,11%)	4.61 – 17.69

Visión borrosa	8 (8,89%)	3.01 – 14.77
Fotofobia	8(8,89%)	3.01 – 14.77
Fiebre	8(8,89%)	3.01 – 14.77
Disartria	6(6,67%)	1.51 – 11.82
Desorientación	4(4,44%)	0.18 – 8.70
Fosfenos	2(2,22%)	0.00 – 5.27
Hemiparesia	2(2,22%)	0.00 – 5.27
Síntomas psiquiátricos	2(2,22%)	0.00 – 5.27
Diagnóstico		
Ecografía transfontanelar	2 (2,22%)	0.00 – 5.27
Tomografía computarizada (TC)	75 (83,33%)	75.63 – 91.03
Imagen por resonancia magnética	13 (14,44%)	7.18 – 21.71
Manejo quirúrgico		
Ventrículo peritoneal	90 (100%)	100 - 100
Ventrículo pleural	2 (2,22%)	0.00 – 5.27
Complicaciones n=14 (%)		
Sangrado	5 (35,71%)	10.62 – 60.81
Infección del sitio operatorio	2 (14,29%)	0.00 – 32.61
Absceso cerebral	1 (7,14%)	0.00 – 20.63
Ventriculitis	1 (7,14%)	0.00 – 20.63
Irritación peritoneal	1 (7,14%)	0.00 – 20.63
Fallo del sistema de derivación	3 (21,43%)	0.00 – 42.92
Secuelas n=79 (%)		
Epilepsia	15 (8,99%)	10.34 – 27.64
Bradipsiquia	12 (15,19%)	6.31 – 20.36
Hemiplejía	21 (26,58%)	16.84 – 36.32
Amnesia	10 (12,66%)	5.32 – 19.99
Retraso del desarrollo	12 (15,19%)	6.31 – 20.36
Muerte	9 (11,39%)	5.15 – 18.12

Se observó que el promedio de días de estancia hospitalaria fue 38.1, se observó una mayor frecuencia de hidrocefalia comunicante y adquirida; dentro de las manifestaciones clínicas predominaron la cefalea y la emesis, para el diagnóstico en la mayoría de los casos se usó tomografía computarizada, todos los pacientes requirieron manejo quirúrgico.

El 15,55% de los pacientes presentaron, al menos, una complicación relacionada con el manejo administrado, finalmente, se observó que el 87,77% de las personas presentaron alguna secuela. Se documentó una mortalidad del 11.39%.

DISCUSIÓN

La prevalencia de esta enfermedad es baja, considerándose en un rango entre el 0.2 y el 6%.(17) Adicionalmente se observó que se presenta con mayor frecuencia en población infantil (menores de 10 años) con predominio en el sexo masculino (18) y estratos socioeconómicos bajos(19)

Los métodos para realizar el diagnóstico de hidrocefalia, se basan en dos elementos importantes, el primero de ellos es el cuadro clínico que presenta el paciente, con el cual se da una sospecha diagnóstica y la realización de estudios imagenológicos(6).

Las manifestaciones clínicas de la hidrocefalia se relacionan directamente con la hipertensión intracraneana, dependen del tiempo de evolución y de la edad del paciente(20). Dentro de las manifestaciones clínicas del menor se encuentran, los vómitos, la irritabilidad, abombamiento fontanelar, convulsiones, macrocefalia o el rápido aumento del diámetro de la circunferencia cefálica, el signo de desvío de los ojos hacia abajo (“puesta de sol”) (2) y en el adulto predominan la cefalea, los vómitos, las náuseas, el papiledema, los problemas de equilibrio, visión borrosa y diplopía. En algunas ocasiones se pueden generar parálisis del 3er par craneal,

hiperreflexia, papiledema y tan solo el 10% de la población presentan la tríada de Cushing (hipertensión arterial, bradicardia y bradipnea)(21)

Una clasificación según el flujo es: componente obstructivo comunicante del HCP junto con un HCP comunicante principalmente, tumores obstructivos componente junto con un HCP comunicante menor transitorio, HCP puramente obstructivo(22)

Dentro de los estudios imagenológicos encontramos la ecografía transfontanelar, la cual es de especial importancia en recién nacidos y lactantes, permite observar la dilatación ventricular y diferenciar entre hidrocefalia comunicante y no comunicante(23). La tomografía axial computarizada y la resonancia magnética, permiten evaluar el tamaño ventricular, mediante el cálculo del índice de Evans(24), la presencia de edema cerebral y lesiones que ejerzan efecto de masa.

Desde la década de 1950, se han implementado tratamientos farmacológicos tanto de forma experimental como clínica, con el fin de evitar la realización de derivaciones quirúrgicas, sin embargo estos ensayos clínicos no obtuvieron han resultados con efectos protectores, duraderos

y convincentes(25) razón por la cual en la actualidad, los tratamientos de elección para la hidrocefalia siguen siendo los quirúrgicos, los cuales, han mostrado superioridad, para los desenlaces, estancia hospitalaria, incapacidad por secuelas neurológicas y mortalidad, mejoran el control de la presión intracraneal, los abordajes y técnicas quirúrgicas son variadas, siendo las más importantes; la colocación de catéter ventricular transitorio, la hemisectomía descompresiva y la colocación de catéteres ventrículo-peritoneales definitivos, ésta última se comporta de manera más efectiva y segura (26)

Los sistemas de derivación no son mecanismos perfectos, por lo cual pueden llegar algunas complicaciones entre los que están fallos mecánicos, infecciones, obstrucciones y la necesidad de prolongar el implante o reemplazar el catéter, es por esto que requieren seguimiento médico regular(27)

CONCLUSIÓN

La hidrocefalia es una condición clínica de etiología variada y que se puede presentar en

todas las etapas de la vida, con una fisiopatología conocida y presentaciones clínicas heterogéneas, de manejo médico complejo con el concurso de neurocirujanos. Caracterizada por la acumulación anormal de líquido cefalorraquídeo en los ventrículos cerebrales, lo que provoca lesiones en el tejido cerebral, con estados secuelares si no es tratada oportunamente. En nuestro medio y con la muestra analizada, se encontró una frecuencia mayor de presentación en el estrato socioeconómico bajo, con predominio en el sexo masculino y edades entre los 0 a los 10 años.

El promedio de días de estancia hospitalaria fue de 38,1 días y respecto al tipo se identificó una frecuencia mayor de hidrocefalia comunicante y adquirida. Los signos predominantes en las historias clínicas analizadas fueron, cefalea y emesis. El método diagnóstico de elección fue la tomografía axial computarizada de cráneo, derivando a todos los pacientes a manejo quirúrgico, de los cuales el 15,55% presentó complicaciones asociadas al manejo, el 87.77% presentaron secuelas y por último se identificó una mortalidad del 11.39%

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al hospital San Rafael de Tunja por la ayuda durante la realización del proyecto de investigación.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se obtuvo autorización por parte del comité de ética e investigación del Hospital San Rafael.

FINANCIACIÓN

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este estudio.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

CONTRIBUCIONES

Declaramos que todos los autores:

1. Han participado en la concepción y diseño del manuscrito, como también en la adquisición y en el análisis e interpretación de los datos del trabajo.
2. Han colaborado en la redacción del texto y en sus revisiones.
3. Han aprobado la versión que finalmente será publicada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pellegrini L, Bonfio C, Chadwick J, Begum F, Skehel M, Lancaster MA. Human CNS barrier-forming organoids with cerebrospinal fluid production. *Science*. 10 de julio de 2020;369(6500):eaaz5626.
2. Chumas P, Tyagi A, Livingston J. Hydrocephalus---what's new? *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed*. 1 de noviembre de 2001;85(3):149F - 154.
3. Rodríguez-Boto G, Rivero-Garvía M, Gutiérrez-González R, Márquez-Rivas J. Conceptos básicos sobre la fisiopatología cerebral y la monitorización de la presión intracraneal. *Neurología*. enero de 2015;30(1):16-22.
4. Yasuda T, Tomita T, McLone DG, Donovan M. Measurement of cerebrospinal fluid output through external ventricular drainage in one hundred infants and children: correlation with cerebrospinal fluid production. *Pediatr Neurosurg* 2002; 36:22.
5. Carey CM, Tullous MW, Walker ML. Hydrocephalus: Etiology, Pathologic Effects, Diagnosis, and Natural History. In: *Pediatric Neurosurgery*, 3 ed, Cheek WR (Ed), WB Saunders Company, Philadelphia 1994.
6. Toma AK, Holl E, Kitchen ND, Watkins LD. Evans' Index Revisited: The

Need for an Alternative in Normal Pressure Hydrocephalus. *Neurosurgery*. 1 de abril de 2011;68(4):939-44.

7. Kirkpatrick M, Engleman H, Minns RA. Symptoms and signs of progressive hydrocephalus. *Arch Dis Child*. 1 de enero de 1989;64(1):124-8.

8. Menkes JH, Sarnat HB, Flores-Sarnat L. Malformations of the central nervous system. In: *Child Neurology*, 7th ed, Menkes JH, Sarnat HB, Maria BL (Eds), Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia 2006. p.284.

9. Benejam B, Poca MA, Junqué C. Alteraciones cognitivas en pacientes con hidrocefalia crónica del adulto (“normotensiva”). *Propuesta de un protocolo para su evaluación clínica*. 2008;13.

10. Tully HM, Capote RT, Saltzman BS. Maternal and Infant Factors Associated With Infancy-Onset Hydrocephalus in Washington State. *Pediatr Neurol*. marzo de 2015;52(3):320-5.

11. Melot A, Labarre A, Vanhulle C, Rondeau S, Brasseur M, Gilard V, et al. Neurodevelopmental long-term outcome in children with hydrocephalus requiring neonatal surgical treatment. *Neurochirurgie*. abril de 2016;62(2):94-9.

12. Flannery AM, Duhaime A-C, Tamber MS, Kemp J. Pediatric hydrocephalus:

systematic literature review and evidence-based guidelines. Part 3: Endoscopic computer-assisted electromagnetic navigation and ultrasonography as technical adjuvants for shunt placement. *J Neurosurg Pediatr*. noviembre de 2014;14(Supplement_1):24-9.

13. Limbrick DD, Baird LC, Klimo P, Riva-Cambrin J, Flannery AM. Pediatric hydrocephalus: systematic literature review and evidence-based guidelines. Part 4: Cerebrospinal fluid shunt or endoscopic third ventriculostomy for the treatment of hydrocephalus in children. *J Neurosurg Pediatr*. noviembre de 2014;14(Supplement_1):30-4.

14. Mazzola CA, Choudhri AF, Auguste KI, Limbrick DD, Rogido M, Mitchell L, et al. Pediatric hydrocephalus: systematic literature review and evidence-based guidelines. Part 2: Management of posthemorrhagic hydrocephalus in premature infants. *J Neurosurg Pediatr*. noviembre de 2014;14(Supplement_1):8-23.

15. Smith ER, Madsen JR. Cerebral pathophysiology and critical care neurology: basic hemodynamic principles, cerebral perfusion, and intracranial pressure. *Semin Pediatr Neurol*. junio de 2004;11(2):89-104.

16. Smith ER, Madsen JR. Neurosurgical aspects of critical care neurology. *Semin Pediatr Neurol.* junio de 2004;11(2):169-78.
17. Martín-Láez R, Caballero-Arzapalo H, López-Menéndez LÁ, Arango-Lasprilla JC, Vázquez-Barquero A. Epidemiology of Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus: A Systematic Review of the Literature. *World Neurosurg.* diciembre de 2015;84(6):2002-9.
18. Pena A A, Sandia Z R, Riveros P R, Salazar Z C, Herrera O R, Vergara F R. Factores de riesgo de infección de derivativa ventrículo peritoneal en pacientes pediátricos del Hospital Carlos Van Buren. *Rev Chil Infectol.* febrero de 2012;29(1):38-43.
19. Leinonen V, Vanninen R, Rauramaa T. Cerebrospinal fluid circulation and hydrocephalus. En: *Handbook of Clinical Neurology* [Internet]. Elsevier; 2018 [citado 9 de agosto de 2021]. p. 39-50. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128023952000055>
20. Padilla CD, Vásquez GAL, Ramírez JD, Saucedo GP. Hidrocefalia, derivación ventricular y endometitis (Parte I). 2003;7.
21. Newell DW, Aaslid R, Stooss R, Reulen HJ. The relationship of blood flow velocity fluctuations to intracranial pressure B waves. *J Neurosurg.* marzo de 1992;76(3):415-21.
22. Beni-Adani L, Biani N, Ben-Sirah L, Constantini S. The occurrence of obstructive vs absorptive hydrocephalus in newborns and infants: relevance to treatment choices. *Childs Nerv Syst.* 20 de noviembre de 2006;22(12):1543-63.
23. Kulkarni AV, Drake JM, Lamberti-Pasculli M. Cerebrospinal fluid shunt infection: a prospective study of risk factors. *J Neurosurg.* febrero de 2001;94(2):195-201.
24. Cortines AR. Unidad Médica De Alta Especialidad No. 14, Veracruz. :28.
25. Del Bigio MR, Di Curzio DL. Nonsurgical therapy for hydrocephalus: a comprehensive and critical review. *Fluids Barriers CNS.* diciembre de 2015;13(1):3.
26. Smith ER, Butler WE, Barker FG. In-hospital mortality rates after ventriculoperitoneal shunt procedures in the United States, 1998 to 2000: relation to hospital and surgeon volume of care. *J Neurosurg Pediatr.* febrero de 2004;100(2):90-7.
27. Karppinen A. [Complications of hydrocephalus shunting]. *Duodecim Laaketieteellinen Aikakauskirja.* 2012;128(16):1691-8.