



UNA MIRADA A LA MICROANATOMÍA DEL CUARTO VENTRÍCULO Y SU APLICACIÓN NEUROQUIRÚRGICA

Autor: Leonel Gustavo Céspedes-Tamayo¹

¹ Residente de Neurocirugía. Hospital Clínico Quirúrgico “Lucía Íñiguez Landín”, Holguín. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. e-mail: lgcespedes@infomed.sld.cu

RESUMEN

Introducción: El cuarto ventrículo es una cavidad en la línea media en forma de tienda ubicada en el centro de la fosa posterior entre el tronco encefálico y el cerebelo. Las lesiones que afectan al ventrículo, incluidos tumores, quistes y malformaciones vasculares, pueden tratarse con éxito mediante técnicas microquirúrgicas y endoscópicas. **Objetivo:** Describir aspectos anatómicos fundamentales del cuarto ventrículo y su aplicación neuroquirúrgica. **Materiales y métodos:** La información se obtuvo mediante la revisión de artículos en formato digital e impreso de publicación reciente. **Resultados y discusión:** Se encuentra ventral al cerebelo, dorsal a la protuberancia y la mitad superior de la médula, y medial a los pedúnculos cerebelosos. Está conectado rostralmente con el conducto cerebral, caudalmente con el canal central de la médula espinal, pósteroinferior con la cisterna magna a través del agujero de Magendie, y lateralmente con los ángulos pontocerebelosos a través del agujero de Luschka. El cuarto ventrículo tiene un techo, un piso y dos recesos laterales. **Conclusiones:** A pesar de los grandes avances técnicos, la elección del mejor abordaje al cuarto ventrículo sigue siendo controvertida y compleja.

Palabras clave: cuarto ventrículo, microanatomía, neurocirugía



INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, las cavidades cerebrales, eran conocidas como pequeños estómagos y luego en la Edad Media llamadas células, se contaron del 3 al 5. Sus representaciones más impresionantes fueron como 3 círculos geométricos que se cree que contienen las 3 capacidades platónicas principales: la imaginación en el frente, razonamiento en el medio y memoria en la parte posterior.¹

Alrededor de 1504, Leonardo da Vinci fue el primero en hacer una representación precisa de los ventrículos al realizar la primera ventriculografía conocida mediante la inyección de cera fundida en los ventrículos de un buey.²

Nicolo Massa en 1569, se opuso a la creencia generalizada del contenido de los ventrículos. Pasó casi un siglo hasta que Constanzo Varolio y Francis Glisson describieron el contenido en lugar del espíritu clásico. En 1764, Domenico Felice Antonio Cotugno fue el primero en descubrir el líquido cefalorraquídeo y en describir la continuidad entre los ventrículos y el espacio subaracnoideo.

Más tarde, François Jean Magendie confirmó sus hallazgos y contribuyó al conocimiento de las comunicaciones ventriculares. En 1855, Hubert von Luschka en Alemania, dejó su nombre en el foramen que descubrió, que conectaba la pared lateral del cuarto ventrículo con el espacio subaracnoideo.^{1, 2}

El abordaje a la fosa posterior y al cuarto ventrículo tuvo como antecesor a Claudio Galeno documentándose su realización en animales vivos. Para fines del siglo XIX se tienen los primeros reportes de exposición quirúrgica de esta región asociada a una alta mortalidad. En 1902 Hermann Oppenheim reporta 71% de mortalidad y Charles Harrison Frazier 42 % en 1905.³

Posteriormente en 1905 Fedor Krause propone la realización de una craneotomía osteoplástica para lograr una exposición de ambos hemisferios cerebelosos, usando los músculos occipitales como base de la misma. Seguido por Víctor Alexander Haden Horsley en 1906, quién describe la craniectomía suboccipital mediante una incisión curva extendiéndose desde una mastoide a la otra uniéndose por arriba del inion, sugiriendo además debido al gran espesor del músculo en la región occipital prescindir del hueso y su eliminación permite además una adecuada descompresión.^{1, 12}

Harvey Williams Cushing en 1905 describe una incisión en forma de "ballesta" añadiendo una extensión en la línea media a la incisión curva descrita



previamente. En 1926 Charles Harrison Frazier realizó una nueva aportación a lo que llamo "Abordaje a la línea media hemostática para la fosa posterior"; utilizando por primera vez una incisión lineal, vertical, en la línea media que se extiende desde 2 cm por arriba del inion hasta la región cervical superior y poniendo extensiones de 2 cm laterales a cada lado en el vértice cefálico de la incisión que permitían realizar una punción ventricular; este abordaje lo llamo "hemostático" debido a que la incisión en la línea media no daña arterias o venas occipitales que ocasionaban el sangrado en los abordajes previos. Howard Christian Naffziger modifica esta incisión eliminando los cortes transversos superiores y haciendo una sola incisión vertical, utilizada con frecuencia en la actualidad.¹⁻³

Ninguna discusión sobre la historia de la cirugía del cuarto ventricular estaría completa sin describir la contribución de Dandy. Sugirió que la división medio sagital completa del vermis cerebeloso era segura, y realizó el abordaje transvermiano para exponer el cuarto ventrículo.

El abordaje transvermiano se utilizó ampliamente para las lesiones del cuarto ventrículo y fue un abordaje estándar del cuarto ventrículo durante aproximadamente 50 años hasta finales del siglo XX.⁴ Después de la década del 70 del pasado siglo, con el advenimiento de las técnicas microquirúrgicas, el uso de la estereotaxia y la neuronavegación abrieron nuevos horizontes para el acceso a esta crítica región.

OBJETIVO

Describir aspectos anatómicos fundamentales del cuarto ventrículo y su aplicación neuroquirúrgica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se obtuvo mediante la revisión de artículos en formato digital e impreso de publicación reciente. Por la vía electrónica se utilizaron los localizadores Pubmed, LILACS, Hinari y Google Académico, mediante descriptores como cuarto ventrículo, sistema ventricular y anatomía. Fueron revisados 18 de ellos y se realizó una selección de 12, teniendo en cuenta la importancia de su alto valor científico y actualización. La búsqueda se limitó a los



últimos 5 años, pero fue preciso usar los textos clásicos de este tema por la falta de contenido actualizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuarto ventrículo es una cavidad en la línea media ancha en forma de tienda ubicada entre el cerebelo y el tronco encefálico. Está conectado rostralmente a través del acueducto cerebral con el tercer ventrículo, caudalmente a través del foramen de Magendie con la cisterna magna, y lateralmente a través del foramen de Luschka con los ángulos pontocerebeloso. La mayoría de los nervios craneales surgen cerca de su piso. Tiene techo, piso y dos recesos laterales. Es ventral al cerebelo, dorsal a la protuberancia y la médula, y medial a los pedúnculos cerebelosos.⁵

Al observar el IV ventrículo a través de un corte sagital en la línea media, se puede comparar con una carpa o tienda. El piso de esta tienda está orientado anteriormente y está formado por la protuberancia y la médula oblongada. El techo de la tienda está orientado posteriormente y está formado por un techo superior y un techo inferior. El techo superior posee un ápice, formado por el encuentro del techo superior e inferior, que está volcado posteriormente, el fastigio.⁶

Las superficies externas o cisternal de las estructuras que forman el techo están íntimamente relacionados con las fisuras entre el cerebelo y el tronco cerebral. Las tres fisuras formadas por el plegamiento embriológico del cerebelo alrededor del tronco encefálico son la fisura cerebelo mesencefálica, que se extiende hacia abajo entre el cerebelo y el mesencéfalo y está íntimamente relacionada con la mitad superior del techo; las fisuras pontocerebelosas, que se forman por el plegamiento del cerebelo alrededor de los lados laterales de la protuberancia y están íntimamente relacionadas con los recesos laterales; y la fisura cerebelo medular, que se extiende hacia arriba entre el cerebelo y la médula y está íntimamente relacionada con la mitad inferior del techo.

Una arteria y una vena cerebelosas principales recorren cada fisura. La arteria cerebelosa superior (SCA) y la vena de la fisura cerebelomesencefálica discurren dentro de la fisura cerebelomesencefálica, la arteria cerebelosa anteroinferior (AICA) y la vena de la fisura pontocerebelosa están relacionadas con la fisura



pontinocerebelosa; y la arteria posteroinferior cerebelosa (PICA) y la vena de la fisura cerebelo medular está íntimamente relacionada con la fisura cerebelomedular.

Cada fisura se comunica con la fisura adyacente. Las fisuras pontocerebeloso son continuas alrededor de la superficie rostral de los pedúnculos cerebelosos medios con los bordes caudales de la fisura cerebelomesencefálica y alrededor del margen caudal de los pedúnculos cerebelosos medios con los límites rostrales de la fisura cerebelomedular.⁵

Cuando es observado el techo superior e inferior del cuarto ventrículo después de la resección de la protuberancia y la médula oblongada es identificable las diferencias entre las estructuras que forman el techo superior y las que forman el techo inferior.

La superficie ventricular de la parte superior del techo del cuarto ventrículo se divide en una zona media y dos laterales. La parte media está formada por el velo medular superior y las partes laterales o paredes están formadas por la superficie interna de los pedúnculos cerebelosos. El velo medular superior es una lámina delgada de sustancia blanca que se extiende por el intervalo entre los pedúnculos cerebelosos superiores y tiene la línula, la división más superior del vermis, en su superficie externa. Es continuo en el fastigium con el velo medular inferior. La porción rostral de la superficie ventricular de cada pared lateral está formada por la superficie medial del pedúnculo cerebeloso superior y la porción caudal está formada por el pedúnculo cerebeloso inferior.

La superficie cisternal (externa) de las estructuras que forman la parte superior del techo también forma la pared anterior de la fisura cerebelomesencefálica. Esta fisura, que se extiende hacia abajo entre el cerebelo y el mesencéfalo, tiene forma de V cuando se mira desde arriba.

La porción inferior del techo se inclina abruptamente ventral y ligeramente caudal desde el fastigium hasta su unión a los bordes inferolaterales del piso. Las superficies ventricular y cisternal están formadas por las mismas estructuras, la tela coroidea y el velo medular inferior, excepto en la línea media rostral, donde la superficie ventricular está formada por el nódulo y la superficie cisternal está formada por la úvula. El plexo coroideo está unido a la superficie ventricular de la tela coroidea.



La superficie ventricular se divide en una parte craneal formada por el nódulo y el velo medular inferior y una parte caudal formada por la tela coroidea.

Los agujeros laterales son bolsas estrechas y curvas formadas por la unión del techo y el suelo. Se extienden lateralmente por debajo de los pedúnculos cerebelosos y se abren a través de los agujeros de Luschka hacia los ángulos pontocerebelosos. La pared ventral de cada receso lateral está formada por la parte de unión del piso y el labio romboide, una capa de tejido neural en forma de lámina que se extiende lateralmente desde el piso y se une con la tela choroidea para formar una bolsa en la extremidad exterior del receso lateral. La pared rostral de cada receso lateral está formada por el margen caudal de los pedúnculos cerebelosos. El pedúnculo cerebeloso inferior tiene una trayectoria ascendente en el piso ventral hasta el receso lateral y gira posteriormente en la parte inferior de la protuberancia para formar la superficie ventricular de la pared rostral. El pedúnculo del flóculo que interconecta el velo medular inferior y el flóculo se cruza en el margen dorsal del receso lateral. La pared caudal está formada por la tela coroidea que se extiende desde la parte lateral de la tenia hasta el pedúnculo del flóculo. El lóbulo biventral está dorsal al receso lateral. El flóculo es superior al extremo exterior del receso lateral. Las raicillas de los nervios glosofaríngeo y vago surgen ventrales y el nervio facial surge rostral al receso lateral. Las fibras del nervio vestibulococlear atraviesan el suelo del receso.^{5, 11}

El plexo coroideo de la fosa posterior nace de la superficie ventricular y están compuestos por dos estructuras en forma de letra "L", invertidas, que se disponen a casa lado de la línea media y que en conjunto adoptan la forma de letra "T". La porción longitudinal de la letra "L" se denomina segmento medial y se extiende a través del foramen de Magendie. Habitualmente existe la fusión entre los extremos de los segmentos mediales de cada lado. La porción transversal de la letra "L" se denomina segmento lateral y se extiende dentro de los recesos laterales asomándose a través del foramen de Luschka.^{5, 7}

El piso tiene forma romboidal. Los dos tercios rostrales del suelo son posteriores a la protuberancia y el tercio caudal es posterior a la médula. Su extremo rostral se encuentra a nivel del acueducto de Silvio; su extremo caudal a nivel del óbex, y sus ángulos laterales a nivel de los recesos laterales. Una línea que conecta los



orificios de los huecos laterales se localiza al nivel de la unión del tercio caudal y medio de la longitud del piso y también al nivel de la unión de la protuberancia y la médula.

El piso se divide en tres partes: una parte superior o pontina, una parte intermedia o de unión y una parte inferior o medular.^{7, 8}

El piso está dividido longitudinalmente desde el ápice rostral hasta el óbex en mitades simétricas por el surco mediano. El sulcus limitans, otro surco longitudinal, discontinuo, divide cada mitad del piso en la eminencia media y una región lateral llamada área vestibular.

Cada eminencia mediana, contiene el colículo facial, una prominencia redondeada relacionada con el nervio facial y tres áreas triangulares que recubren los núcleos hipogloso y vago y el área postrema. Las tres áreas triangulares están emparejadas y apiladas a lo largo del surco mediano para darle a la parte caudal del piso una configuración de pluma o plumilla; por lo tanto, el área se llama *calamus scriptorius*.⁷

El surco limitante es discontinuo y es más prominente en las porciones pontinas y medulares del piso, donde se profundiza en dos puntos para formar hoyuelos llamados foveas, y es menos distintivo en la parte de unión del piso. Uno de los dos hoyuelos, la fovea superior, está ubicado en la porción pontina del piso y el otro, la fovea inferior, está ubicado en la parte medular del piso. A nivel de la fovea superior, la eminencia media forma una inflamación alargada, el colículo facial, que recubre el núcleo del nervio abducens y la sección ascendente de la raíz del nervio facial. En la punta rostral de cada surco limitante en el margen lateral del suelo hay una zona gris azulada, el locus ceruleus, que debe su color a un grupo de células nerviosas pigmentadas. El triángulo hipogloso es medial a la fovea inferior y se superpone al núcleo del nervio hipogloso. Caudal a la fovea inferior y entre el triángulo hipogloso y la parte inferior del área vestibular hay un campo oscuro triangular, el triángulo del vago, que recubre el núcleo dorsal del nervio vago. Una cresta translúcida, el funiculus separans, cruza la parte inferior del triángulo vagal. El área postrema forma una pequeña área en forma de lengua entre el funiculus separans y el tubérculo grácil en el límite inferior de la eminencia mediana inmediatamente rostral al óbex.^{5, 8, 9}



El área vestibular, la porción del piso lateral a la eminencia media y al surco limitante, es más ancha en la parte intermedia del piso, donde forma una elevación redondeada que se extiende hacia el receso lateral. Las hebras blancas, las estrías medulares, discurren transversalmente desde la región del receso lateral a través de los pedúnculos cerebelosos inferiores por encima de los triángulos hipoglosos hacia la línea media y desaparecen en el surco mediano. Los núcleos vestibulares se encuentran debajo del área vestibular. El tubérculo auditivo producido por el núcleo coclear dorsal subyacente y la parte coclear del nervio vestibulococlear forma una prominencia en la parte lateral del área vestibular.

Cada pared del cuarto ventrículo tiene relaciones arteriales importantes desde el punto de vista quirúrgico: el SCA está íntimamente relacionado con la mitad superior del techo; el PICA está íntimamente relacionado con la mitad inferior del techo; la AICA está íntimamente relacionada con el receso lateral y el foramen de Luschka; y las arterias basilar y vertebral dan lugar a muchas ramas perforantes que alcanzan el piso del cuarto ventrículo. Las ramas coroideas del AICA inervan la porción del plexo coroideo en el ángulo pontocerebeloso y la parte adyacente del receso lateral, y el PICA inerva el plexo coroideo en el techo y la parte medial del receso lateral.

No hay venas importantes dentro de la cavidad del cuarto ventrículo. Las venas más íntimamente relacionadas con el cuarto ventrículo son las de las fisuras entre el cerebelo y el tronco encefálico y en el pedúnculo cerebeloso. Las venas de la fisura cerebelomesencefálica y el curso del pedúnculo cerebeloso superior en la parte superior del techo, las venas de la fisura cerebelomedular y el pedúnculo cerebeloso inferior drenan la mitad inferior del techo, y las venas de la fisura pontocerebelosa y el cerebelo medio el pedúnculo drena la pared lateral y el ángulo pontocerebeloso alrededor del receso lateral.

El acceso quirúrgico al IV ventrículo se realiza a través de craneotomía suboccipital, generalmente con la resección del arco posterior de C1. Esta posibilita la obtención de un ángulo más inferior de visión a la cavidad ventricular y mejora la exposición completa de la fisura cerebelo medular en los casos que hay herniación de las amígdalas cerebelosas.



La apertura de la tela coroidea proporciona una exposición ventricular adecuada en la mayoría de los casos sin dividir el vermis.

El velo medular inferior también se puede abrir si la apertura de la tela no proporciona una exposición adecuada. Al abrir el velo medular inferior se accede a estas últimas áreas y a la mitad superior del techo. La extensión de la abertura telar lateralmente hacia el agujero de Luschka abre el receso lateral y expone las superficies pedunculares que bordean el receso. No hay informes de déficit después de la apertura aislada de la tela y el velo; pero sí de los núcleos dentados, los pedúnculos cerebelosos, el piso del cuarto ventrículo y la PICA.

El PICA se expone con frecuencia en abordajes dirigidos a través de la tela coroidea o del velo medular inferior, pero solo con poca frecuencia se ocluye durante los abordajes quirúrgicos del cuarto ventrículo. La oclusión de las ramas de la PICA distal a las ramas medulares a nivel del techo del cuarto ventrículo evita el síndrome de infarto medular pero produce un síndrome parecido a la laberintitis, que incluye mareos rotatorios, náuseas, vómitos, incapacidad para pararse o caminar sin ayuda, y nistagmo sin disimetría apendicular. El tronco principal de la AICA se expone con poca frecuencia al abrir la fisura cerebelomedular, pero también puede enviar ramas coroideas a la tela y al plexo coroideo en el receso lateral.

CONCLUSIONES

El cuarto ventrículo es una cavidad localizada entre el cerebelo y el tronco cerebral. No es visible cuando se expone la superficie del cerebelo. En consecuencia, el acceso quirúrgico se realiza a través de una incisión a lo largo del vermis cerebeloso o, incluso, a través de la remoción de la amígdala cerebelosa. El acceso al cuarto ventrículo también puede ser obtenido a través de la disección y apertura de la fisura cerebelo medular. La exposición quirúrgica del cuarto ventrículo y la elección de la mejor vía requieren de un detallado conocimiento de la anatomía de esta crítica región.



BIBLIOGRAFÍA

1. Schiller, F. The Cerebral Ventricles: From Soul to Sink. Arch Neurol. [revista en internet]. 1997. [citado 9 Sep 2021]; 54(9):1158–1162. Disponible en: <https://doi.org//archneur.1997.00550210086018>
2. Tascioglu A, y Tascioglu A. "Ventricular anatomy: illustrations and concepts from antiquity to Renaissance." Neuroanatomy [revista en internet]. 2005. [citado 10 Sep 2021]; 4: 57-63. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.140.937&rep=rep1&type=pdf>
3. García-Navarro V, Castillo-Velázquez G. Estrategias y abordajes en neurocirugía craneal. Tomo II. Ed. Amolca. México DF, 2016
4. Matsushima T, Rutka J. & Matsushima K. Evolution of cerebellomedullary fissure opening: its effects on posterior fossa surgeries from the fourth ventricle to the brainstem. Neurosurg [revista en internet] 2021 [citado 25 Sep 2021]; 44, 699–708 Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10143-020-01295-2>
5. Albert L. Rhoton Jr. Cerebellum and Fourth Ventricle. Neurosurgery [revista en internet] 2000 [citado 25 Sep 2021] 47(3), S7–S27. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/00006123-200009001-00007>
6. Campero A, Ajler P. Neuroanatomía quirúrgica. Ediciones Journal, Buenos Aires, 2019 p. 153.
7. Abbati González S, Martinis C, Campero A, et al. Anatomía del cuarto ventrículo. Rev. Argent. Neuroc. [Edición impresa] 2005. 19: 221
8. P Longatti, A Fiorindi, et al. Endoscopic anatomy of the fourth ventricle. J Neurosurg [Edición impresa] 2008.109:000–000
9. Mercier P, Bernard F, & Delion M. Microsurgical anatomy of the fourth ventricle. Neurochirurgie [revista en internet] 2021 [citado 25 Sep 2021], 67(1), 14-22. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2018.04.010>
10. Eroğlu, Ü. Microsurgical Anatomy of the Fourth Ventricle. Ankara Universites Tip Fakultesi Mecmuasi. Journal of Ankara University Faculty of Medicine [revista en internet] 2019 [citado 25 Sep 2021], 72(2), 214. Disponible en: <https://doi.org/10.4274/atfm.galenos.2019.07078>



11. Akiyama O, Matsushima K, Nunez M, Matsuo S, Kondo A. et al. Microsurgical anatomy and approaches around the lateral recess with special reference to entry into the pons. *Journal of neurosurgery* [revista en internet] 2017 [citado 25 Sep 2021], 129(3), 740-751. Disponible en: <https://doi.org/10.3171/2017.5.JNS17251>
12. Céspedes-Tamayo LG. Una mirada a la microanatomía del tercer ventrículo y su aplicación neuroquirúrgica. En *Morfovirtual 2020*. [internet] 2020 [citado 25 Sep 2021] Disponible en: <http://www.morfovirtual2020.sld.cu/index.php/morfovirtual/morfovirtual2020/paper/viewPDFInterstitial/267/177>