

## ANATOMÍA DEL CUARTO VENTRÍCULO

Santiago González Abbati<sup>1</sup>, Carolina Martins<sup>2</sup>, Álvaro Campero<sup>1</sup>, Juan Cruz Dobarro<sup>1</sup>,  
Pablo Jalón<sup>1</sup>, Ricardo Fernández Pisani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> División de Neurocirugía. Instituto de Neurociencias Aplicadas. Hospital de Clínicas "José de San Martín". Facultad de Medicina. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina & <sup>2</sup>Servicio de Neurocirugía. Hospital Municipal de Recife, Pernambuco. Brasil

### RESUMEN

**Objetivo.** Describir la anatomía del cuarto ventrículo.

**Método.** Se estudiaron cuatro cabezas adultas fijadas en formol utilizando magnificación de 6X a 20X. Los vasos sanguíneos fueron rellenados con siliconas coloreadas.

**Resultados.** El techo del cuarto ventrículo está compuesto por una porción superior (fisura cerebelomesencefálica, velo medular superior, lingula, pedúnculos cerebelosos superior, medio e inferior) y una porción inferior (fisura cerebelobulbar, tela coroidea, velo medular inferior, nódulo). En el piso del cuarto ventrículo se reconocen el surco medio, el surco limitante, el área vestibular, la eminencia media, el colículo facial, el triángulo del vago y del hipogloso, el área postrema y las estrías medulares. Recesos laterales: bolsillos laterales formados por la unión del piso con el techo, cada uno se abre a través del foramen de Luschka a la cisterna cerebelopontina. Plexos coroideos: nacen en la superficie ventricular de la tela coroidea y en conjunto adoptan la forma de la letra "T". Las relaciones vasculares del cuarto ventrículo son con las arterias cerebelosa superior, cerebelosa anteroinferior, cerebelosa posteroinferior y con las venas de las fisuras cerebelomesencefálica, cerebelopontina y cerebelobulbar.

**Conclusión.** El conocimiento anatómico del cuarto ventrículo resulta de vital importancia para el neurocirujano con el objetivo de abordar lesiones ubicadas dentro de la cavidad ventricular o en el tronco cerebral.

**Palabras clave:** anatomía microquirúrgica, cuarto ventrículo, fosa romboidea.

### INTRODUCCIÓN

El cuarto ventrículo es una cavidad ubicada en la línea media, entre el cerebelo y el tronco cerebral. Para el neurocirujano representa un verdadero desafío poder abordar lesiones ubicadas dentro del mismo o a través de su piso, en el tronco cerebral<sup>1</sup>.

Los abordajes más utilizados al cuarto ventrículo son el transvermiano y el telovelar. En el primero se incide vermis inferior y se retrae lateralmente en dos mitades. En el segundo se abren la tela coroidea y el velo medular inferior<sup>2</sup>.

En 1993 Kyoshima et al introdujeron el concepto de zonas de entrada seguras en el piso del cuarto ventrículo (triángulos infrafacial y suprafacial)<sup>3</sup>. El abordaje del cuarto ventrículo a través de su piso implica actualmente la aplicación de técnicas de imágenes, ultrasonografía y electrofisiología, sin dejar a un lado el conocimiento detallado de anatomía. El objetivo de este trabajo es describir la anatomía del cuarto ventrículo en función de su abordaje quirúrgico.

### MATERIAL Y MÉTODO

Se utilizaron cuatro cabezas de cadáveres adultos, fijadas en formol e inyectadas con silicona coloreada.

La disección del cuarto ventrículo se realizó bajo la guía de un microscopio quirúrgico con magnificación 6X a 20X. Se analizó la anatomía de las estructuras que componían el cuarto ventrículo.

### RESULTADOS

El cuarto ventrículo estaba localizado medialmente entre el cerebelo y el tronco cerebral, compuesto por un techo, un piso y dos recesos laterales. Se encontraba anterior al cerebelo, posterior a la protuberancia y al bulbo y medial a los pedúnculos cerebelosos. Se conectaba rostralmente con el tercer ventrículo a través del acueducto de Silvio, caudalmente con la cisterna magna a través del foramen de Magendie y lateralmente con las cisternas de los ángulos pontocerebelosos a través de los forámenes de Luschka. En su interior se encontraba el plexo coroideo correspondiente a la fosa posterior.

**Techo.** Para comprender su estructura compleja se describieron dos superficies: una cisternal o externa y una ventricular o interna. A su vez el techo fue dividido en una parte superior y en una parte inferior a nivel del fastigium, sitio donde el velo medular superior se continuó con el velo medular inferior y que correspondió al ápex del techo.

• Superficie cisternal de la parte superior del techo: formada por la fisura cerebelomesencefálica, la cual poseía una pared anterior compuesta por los colículos, la parte posterolateral de los pedúnculos cerebrales, la superficie externa de los pedúnculos cerebelosos superior y medio, el surco interpeduncular, el nervio patético

y la llingula; y una pared posterior compuesta por el lóbulo central (Fig. 1).

- Superficie ventricular de la parte superior del techo: formada por el velo medular superior (lámina de sustancia blanca entre los pedúnculos cerebelosos superiores), la llingula (por encima del velo medular superior) y la superficie interna de los pedúnculos cerebelosos superior e inferior (Fig. 2).

- Superficie cisternal de la parte inferior del techo: formada por la fisura cerebelobulbar, la cual poseía una pared anterior compuesta por el velo medular inferior, la tela coroidea y la cara posterior del bulbo; y una pared posterior compuesta por la úvula, las amígdalas y los lóbulos biventrals (Figs. 3 y 4).

- Superficie ventricular de la parte inferior del techo: formada por la tela coroidea, el velo medular inferior y el nódulo. La tela coroidea consistía en dos membranas semitransparentes entre las cuales discurrían los vasos coroideos, su inserción inferior en los bordes del piso del cuarto ventrículo se denomina tenia. La tela coroidea se abrió al espacio subaracnoideo a través de los forámenes de Luschka, uno en cada margen externo de los recesos

laterales, y permitiendo la circulación del líquido cefalorraquídeo desde el cuarto ventrículo hacia las cisternas pontocerebelosas. La tela coroidea también se abrió al espacio subaracnoideo a través del foramen de Magendie. Éste consistió en una estructura única, de ubicación medial y caudal en la tela coroidea, permitiendo la circulación del líquido cefalorraquídeo desde el cuarto ventrículo hacia la cisterna magna.

El velo medular inferior consistió en una membrana semitransparente primitiva de la conexión del nódulo con el flóculo. Por arriba se continuó con el velo medular superior (a nivel del fastigium) y por debajo se unió a la tela coroidea en la unión telovelar (Fig. 4).

**Piso o fosa romboidea.** Estructura de forma romboidal que se encontraba compuesta en sus dos tercios superiores por la superficie posterior de la protuberancia y en su tercio inferior por la superficie posterior del bulbo. Su extremo rostral se encontraba a nivel del acueducto de Silvio, su extremo caudal a nivel del óbex y sus ángulos laterales a nivel de los recesos laterales. El margen

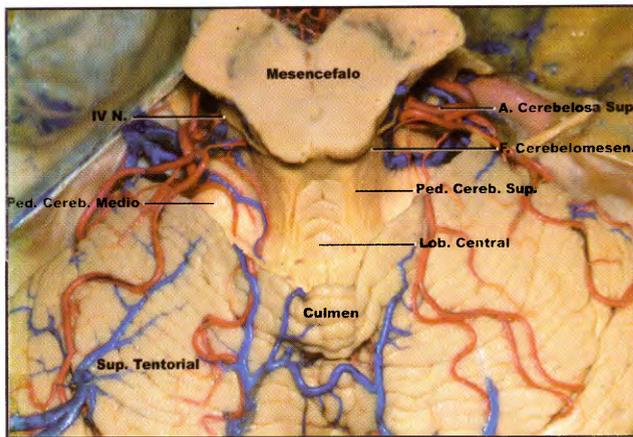


Fig. 1. Superficie cisternal de la parte superior del techo de cuarto ventrículo y fisura cerebelomesencefálica.

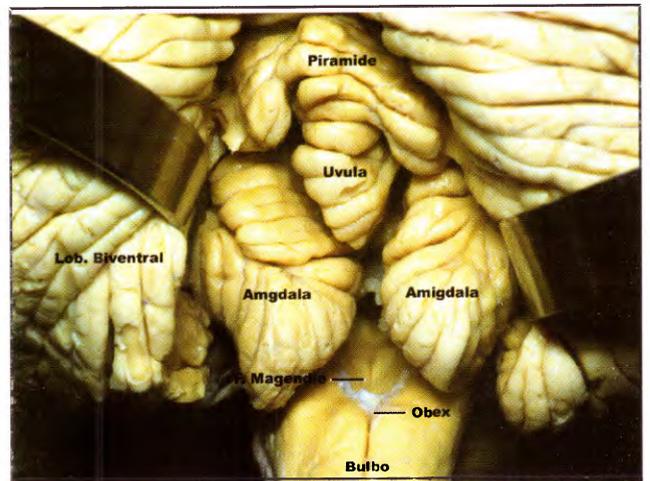


Fig. 3. Relación del cuarto ventrículo con las amígdalas y lóbulos biventrals.

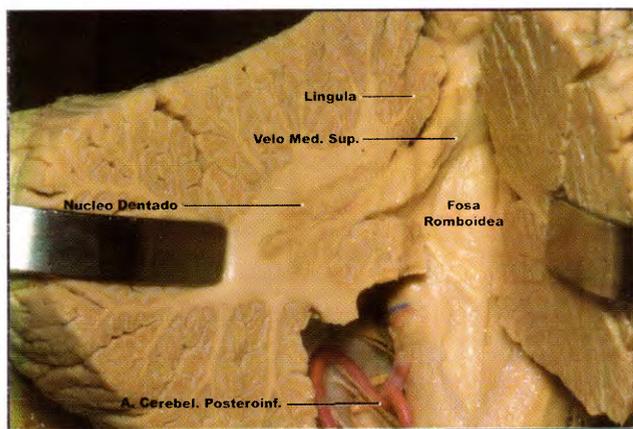


Fig. 2. Superficie ventricular de la parte superior del techo y su relación con el núcleo dentado.

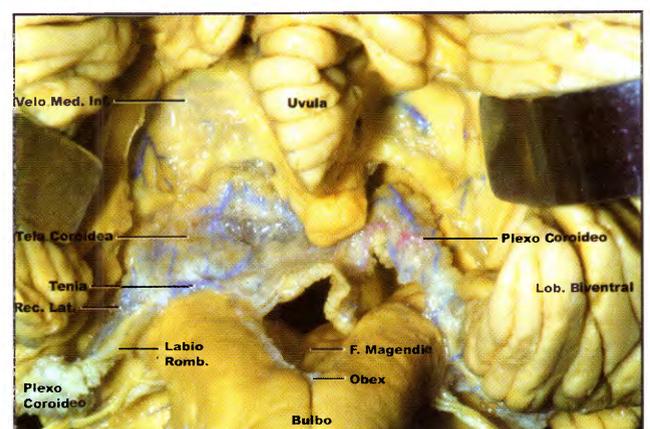


Fig. 4. Fisura cerebelobulbar. Se expone la unión telovelar. La tela coroidea izquierda ha sido removida.

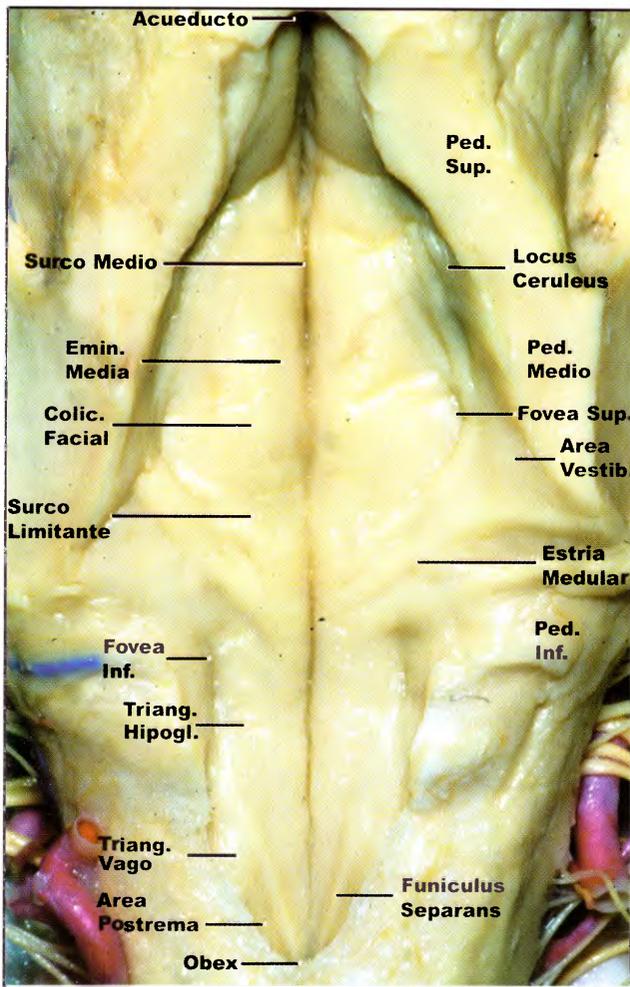


Fig. 5. Piso del cuarto ventrículo (fosa romboidea).

superolateral del piso estaba formado por los pedúnculos cerebelosos superior e inferior y el margen inferolateral formado por la tenia. A nivel del piso pudieron reconocerse las siguientes estructuras (Fig. 5):

- Surco medio: continuo, se extendía desde el acueducto de Silvio hasta el óbex.
- Surco limitante: discontinuo, dividía cada mitad del piso en área vestibular y en eminencia media.
- Área vestibular: elevación redondeada relacionada con los núcleos vestibulares y que se extendía dentro de los recesos laterales.
- Eminencia media: elevación que se extendía a cada lado del surco mediano, y que contenía de arriba hacia abajo al colículo facial, al triángulo del hipogloso, al triángulo del vago y al área postrema.
- Colículo facial: prominencia relacionada con el nervio facial y el núcleo del VI par.
- Triángulo del hipogloso: prominencia relacionada con el núcleo del hipogloso y se ubicaba medial a la fovea inferior.
- Triángulo del vago: se relacionaba con el núcleo dorsal del vago y se ubicaba caudal a la fovea inferior y lateral al triángulo del hipogloso.

- Área postrema: también de forma triangular y se ubicaba entre el funiculus separans y el óbex.
- Funiculus separans: cresta que cruzaba la parte inferior del triángulo del vago.
- Calamus scriptorius: en conjunto, el triángulo del hipogloso, el triángulo del vago y el área postrema; por su forma de pluma, esta área recibe dicha denominación.
- Fovea superior: depresión que se ubicaba en la porción protuberancial del piso.
- Fovea inferior: depresión que se ubicaba en la porción bulbar del piso.
- Locus ceruleus: área azul grisácea que se ubicaba lateralmente en la parte superior del surco limitante.
- Estrias medulares: blanquecinas; cruzaron desde los recesos laterales, por encima del triángulo del hipogloso, hacia la línea media para desaparecer en el surco mediano.

**Recesos laterales.** Fueron bolsillos laterales formados por la unión del piso con el techo del cuarto ventrículo. La pared ventral estaba formada por la unión del piso con el labio romboideo (lámina de tejido nervioso que se extendía lateralmente desde el piso del cuarto ventrículo y que se une a la tela coroidea). La pared superior estaba formada por la superficie inferior del pedúnculo cerebeloso inferior y el flóculo. La pared inferior estaba formada por la tela coroidea que se extendía desde la tenia al flóculo. El lóbulo biventral se disponía dorsalmente al receso lateral, mientras que el flóculo se situaba superior y externo con respecto al mismo. Las raíces de los nervios VII y VIII nacían superiormente y las del IX y X lo hacían anteriormente, con respecto al receso lateral. Cada receso lateral se extendía en el ángulo pontocerebeloso a lo largo de la fisura pontocerebelosa y, mediante el foramen de Luschka se abría en la cisterna del ángulo pontocerebeloso (Fig. 4).

**Plexos coroideos.** Nacían de la superficie ventricular de la tela coroidea y estaban compuestos por dos estructuras en forma de la letra "L", invertidas, que se disponían a cada lado de la línea media y que en conjunto adoptaban la forma de la letra "T". La porción longitudinal de la letra "L" se denominaba segmento medial y se extendía a través del foramen de Magendie. Existía habitualmente fusión en los extremos de los segmentos mediales de cada lado. La porción transversal de la letra "L" se denominaría segmento lateral y se extendía dentro de los recesos laterales asomándose a través del foramen de Luschka.

El cuarto ventrículo poseía relaciones vasculares de especial interés para el neurocirujano (Figs. 6 y 7).

La arteria cerebelosa superior estaba relacionada con la fisura cerebelomesencefálica, el pedúnculo cerebeloso superior y los nervios III, IV y V. Esta arteria irrigaría la superficie tentorial cerebelosa y el núcleo dentado.

La arteria cerebelosa anteroinferior se relacionaba especialmente con el receso lateral, el foramen de Luschka, la fisura cerebelopontina, el pedúnculo cere-

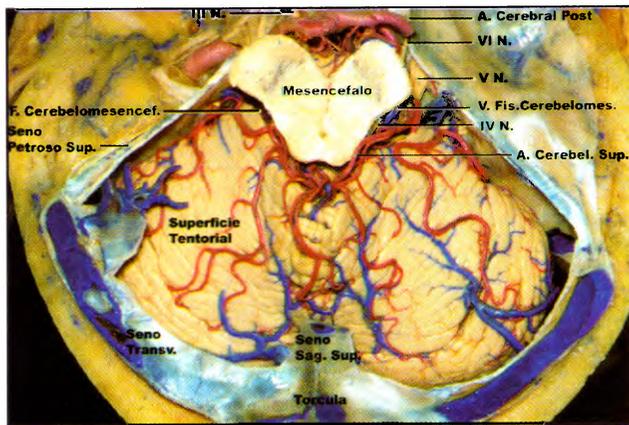


Fig. 6. Arteria cerebelosa superior y su relación con la fisura cerebelomesencefálica.

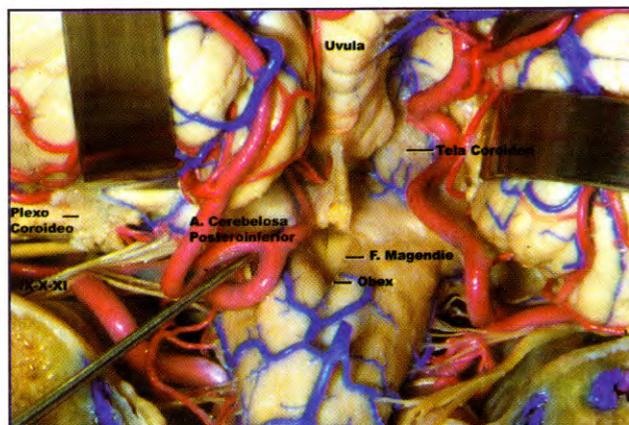


Fig. 7. Arteria cerebelosa posteroinferior y su relación con la fisura cerebelobulbar.

beloso medio y los nervios VI, VII y VIII. Esta arteria envía ramas al complejo vestibulo-acústico-facial, al plexo coroideo que emerge por el foramen de Luschka y a la superficie petrosa cerebelosa.

La arteria cerebelosa posteroinferior se relacionaba con la fisura cerebelobulbar, el pedúnculo cerebeloso inferior y los nervios IX, X, XI y XII. Esta arteria irrigaría la superficie suboccipital del hemisferio cerebeloso, el vermis, la amígdala, la tela coroidea, el plexo coroideo; y también enviaría ramas al núcleo dentado.

Las venas relacionadas con la parte superior del techo del cuarto ventrículo fueron la vena de la fisura cerebelomesencefálica y las venas del pedúnculo cerebeloso superior. La vena de la fisura cerebelobulbar, la vena del pedúnculo cerebeloso inferior y las venas amigdalinas se relacionarían con la mitad inferior del techo. La vena de la fisura cerebelopontina y la vena del pedúnculo cerebeloso medio se relacionaban con la fisura cerebelopontina y la superficie petrosa del cerebelo. No existían grandes venas dentro de la cavidad del cuarto ventrículo<sup>1,4</sup>.

## DISCUSIÓN

Los resultados anteriormente expuestos confirman los estudios anatómicos detallados del cuarto ventrículo realizados inicialmente por Matsushima et al<sup>1</sup>.

El abordaje clásico al cuarto ventrículo a través del vermis cerebeloso fue inicialmente descrito por Dandy.

La extensión de la incisión del vermis inferior ha sido detallada pobremente; la mayoría de los autores coinciden en reducirla lo necesariamente posible. Es aceptado como límite superior de la incisión vermiana el borde inferior del velo medular superior. La retracción de las dos mitades del vermis inferior y las amígdalas lateralmente expondrían la tela coroidea y el velo medular inferior. La apertura mediana a través de estas estructuras permitiría una exposición amplia al cuarto ventrículo desde el acueducto al óbex, pero sin exposición de los recesos laterales ni de los forámenes de Luschka. Sin embargo, el abordaje transvermiano implica el riesgo de un síndrome vermiano caudal (ataxia de tronco, trastornos en la marcha, movimientos oscilantes de la cabeza y tronco, y nistagmus). Con el abordaje transvermiano sería mayor la posibilidad de lesionar el núcleo dentado (ubicado en el margen posterolateral del techo) que conlleva a trastornos severos en el equilibrio. Además la incisión del vermis y su separación en los niños implicaría el riesgo de mutismo, trastornos en la conducta y apraxia orofaríngea<sup>2</sup>.

En la actualidad la utilización del abordaje telovelar a través de la fisura cerebelobulbar, permitiría una exposición adecuada del cuarto ventrículo sin necesidad de incidir el vermis. La apertura de la tela coroidea se inicia en el foramen de Magendie y se extiende al velo medular inferior. La exposición al cuarto ventrículo es prácticamente similar al abordaje transvermiano, excepto a la porción rostral del techo, y además se puede acceder a los recesos laterales y a los forámenes de Luschka. No hay reportes de déficit neurológicos secundarios únicamente a la apertura de la tela coroidea o del velo medular inferior<sup>5</sup>. Sin embargo, durante la cirugía pueden comprometerse estructuras delicadas con secuelas neurológicas mayores. Estas estructuras corresponderían al núcleo dentado, los pedúnculos cerebelosos, la fosa romboidea y la arteria cerebelosa posteroinferior<sup>6</sup>.

El piso del cuarto ventrículo es también abordado en lesiones intrínsecas del tronco cerebral. Kyoshima et al introdujeron el concepto de dos zonas de entrada seguras en el piso del cuarto ventrículo<sup>3</sup>. Una es el triángulo suprafacial, delimitado medialmente por el surco mediano, caudalmente por el nervio facial (que discurre dentro del parénquima del tronco cerebral) y lateralmente por los pedúnculos cerebelosos. La otra es el triángulo infrafacial delimitado medialmente por el surco mediano, caudalmente por la estria medular y lateralmente por el nervio facial. Sin embargo existiría variabilidad en los reparos anatómicos externos en el piso ventricular, particularmente cuando existe distorsión de los mismos por patología intrínseca del tronco cerebral. Strauss et al propusieron, sobre la base de estudios morfométricos histológicos del tronco cerebral, un abordaje infracolicular paramediano (entre el

colículo facial y el triángulo del hipogloso) y un abordaje supracolicular paramediano (entre las fibras del nervio facial y las fibras del nervio patético)<sup>7</sup>. En la actualidad un abordaje seguro a través del piso del cuarto ventrículo implicaría un mapeo neurofisiológico intraquirúrgico de los núcleos motores de los nervios craneanos. La identificación del colículo facial y del triángulo del hipogloso a través de la estimulación selectiva y el monitoreo electromiográfico resultaría de gran valor, en particular en ausencia de reparos anatómicos o distorsión patológica de la anatomía<sup>8</sup>.

El conocimiento anatómico del cuarto ventrículo resulta de vital importancia para el neurocirujano con el objetivo de abordar lesiones ubicadas dentro de la cavidad ventricular o en el tronco cerebral. Un abordaje óptimo a dicha cavidad implica un conocimiento detallado de sus relaciones con el cerebelo, el tronco cerebral, los pedúnculos cerebelosos, las estructuras vasculares y la fisura cerebelobulbar.

### CONCLUSIÓN

La anatomía del cuarto ventrículo comprende un techo, un piso y dos recesos laterales. El techo está compuesto por el velo medular superior e inferior, la lingula, los pedúnculos cerebelosos (superior, medio e inferior) y la tela coroidea. En el piso se reconocen el surco medio, el surco limitante, el área vestibular, la eminencia media, el colículo facial, los triángulos del vago y del hipogloso, el área postrema y las estrias medulares. Los recesos laterales consisten en formacio-

nes laterales que se abren a la cisterna cerebelopontina a través de los forámenes de Luschka. El plexo coroideo del cuarto ventrículo puede exteriorizarse lateralmente a través del foramen de Luschka o medialmente a través del foramen de Magendie. Las relaciones vasculares del cuarto ventrículo son con las arterias cerebelosa superior, cerebelosa anteroinferior, cerebelosa posteroinferior; y con las venas de las fisuras cerebellomesencefálica, cerebelopontina y cerebelobulbar.

### Bibliografía

1. Matsushima T, Rhoton A L, Lenkey C. Microsurgery of the fourth ventricle: Part I. Microsurgical anatomy. **Neurosurgery** 1982; 11: 631-67.
2. Tanriover N, Ulm A, Rhoton A L, Yasuda A. Comparison of the transvermian and telovelar approaches to the fourth ventricle. **J Neurosurg** 2004; 101: 484-98.
3. Kyoshima K, Kobayashi S, Gibo H, Kuroyanagi T. A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brain-stem lesions. **J Neurosurg** 1993; 78: 987-93
4. Rhoton A L. The posterior cranial fossa: microsurgical anatomy and surgical approaches. **Neurosurgery** 2000; 47: 7-92.
5. Matsushima T, Fukui M, Iroue T. Microsurgical and magnetic resonance imaging anatomy of the cerebello-medullary fissure and its application during fourth ventricle surgery. **Neurosurgery** 1992; 30: 325-30.
6. Gök A, Alptekin M, Erkuclu I. Surgical approach to the fourth ventricle cavity through the cerebellomedullary fissure. **Neurosurg Rev** 2004; 27: 50-4.
7. Strauss C, Lütjen-Drecoll E, Fahlbusch R. Pericollicular surgical approaches to the rhomboid fossa. Part I. Anatomical basis. **J Neurosurg** 1997; 87: 893-9.
8. Strauss C, Romstöck J, Nimsky C, Fahlbusch R. Intraoperative identification of motor areas of the rhomboid fossa using direct stimulation. **J Neurosurg** 1993; 79: 393-9.

### ABSTRACT

**Objective:** To describe the anatomy of the fourth ventricle.

**Methods:** Four formalin-fixed adults heads were examined using 6X to 20X magnification. The vessels were filled with colored silicone.

**Results:** Roof of the fourth ventricle is conformed by a superior part (cerebellomesencephalic fissure; superior medullary velum; lingula; superior, middle and inferior cerebellar peduncles) and an inferior part (cerebellomedullary fissure; tela choroidea; inferior medullary velum and nodule). Floor of the fourth ventricle is conformed by median sulcus, sulcus limitans, vestibular area, median eminence, facial colliculus, hypoglossal and vagal triangles, area postrema and striae medullaris. Lateral recesses: curved pouches formed by the union of the roof and the floor, open through the foramina of Luschka into the cerebellopontine cisterns. Choroid Plexus: arise on the ventricular surface of the tela choroidea and the entire structure present the form of a letter "T". The vascular relationships of the fourth ventricle are the SCA, the AICA, the PICA and the veins of the cerebellomesencephalic, cerebellopontine and cerebellomedullary fissures.

**Conclusion:** The knowledge of the anatomy of the fourth ventricle is very important for the neurosurgeon, with the objective to approach lesions of the ventricular cavity or in the brain-stem.

**Key words:** fourth ventricle, rhomboid fossa, microsurgical anatomy.

### COMENTARIO

Los autores recurren a la clásica anatomía descriptiva con la finalidad de sentar bases morfológicas útiles para la programación de tácticas quirúrgicas e imprescindibles para las pautas técnicas de los abordajes. Esta formación anatómica central de la fosa posterior está enmarcada entre estrechos sectores intervascuales y centros vitales o de extrema trascendencia funcional. Por ello es válida la reflexión de Matsushimas y col (1982) citada acerca del abordaje regional como "un verdadero desafío para el neurocirujano". La anatomía de este trabajo está

recreada por la idoneidad de los autores que aportan un sólido conocimiento bioestructural y una experiencia quirúrgica reconocida. Manifiestan una apreciación lógica acerca de las estructuras y sus atributos, que con el avance tecnológico diagnóstico pasan a ser reparos descriptivos en contextos topográficos, para la práctica quirúrgica y por ende enuncian una anatomía quirúrgica, correlativa y proyectiva de un nivel adecuado para la formación de profesionales.

Horacio Conesa