

## Observación del sistema ventricular y espacio subaracnoideo de la base del cráneo por neuroendoscopia flexible: Estructuras normales

Jaime Torres-Corzo,\* Roberto Rodríguez-Della Vecchia,\* Leonardo Rangel-Castilla\*

### Resumen

*En las últimas dos décadas a nivel mundial y en la última década en Latinoamérica, especialmente en México, la endoscopia cerebral como parte de la cirugía neurológica de mínima invasión ha sido un paso de gran importancia para el tratamiento de enfermedades neurológicas T4 como hidrocefalia congénita o adquirida, malformaciones Chiari, neurocisticercosis, enfermedad vascular cerebral, tumores o quistes ventriculares y paraventriculares, quistes aracnoideos e hidrocefalias secundarias a disfunciones valvulares. Entre las regiones más inaccesibles al sistema nervioso central se encuentran los ventrículos laterales, el tercer ventrículo, el acueducto cerebral, el cuarto ventrículo y el espacio subaracnoideo de la base del cráneo. Gracias a los sistemas de fibra óptica y luz en combinación con la experiencia de nueve años consecutivos y más de 600 endoscopias realizadas, en su mayoría endoscopias cerebrales flexibles, presentamos el abordaje por medio de neuronavegación con endoscopia cerebral flexible de la anatomía normal y sus variantes de todo el sistema ventricular y el espacio subaracnoideo de la base del cráneo, incluyendo el espacio subaracnoideo de la médula cervical. También presentamos las estructuras relacionadas a estos sitios como: venas, arterias, nervios craneales, glándula pituitaria y plexos coroideos.*

**Palabras clave:** Ventrículos cerebrales, espacio subaracnoideo de la base del cráneo, anatomía cerebral endoscópica, neuroendoscopia flexible

### Summary

*Worldwide in the last two decades, in Latin America in the last decade, and Mexico in particular cerebral endoscopy as part of the minimally invasive neurological surgery, has constituted a significant advance for the treatment of neurological diseases such as congenital or acquired hydrocephalus, Chiari malformation, neurocysticercosis, stroke, ventricular and paraventricular tumors and cysts, arachnoidal cyst and hydrocephalus secondary to shunt malfunction. The lateral ventricles, the third ventricle, the cerebral aqueduct, the fourth ventricle, and the subarachnoid basal cisterns are among the most non-accessible regions of the central nervous system. Due to light and fiber optic systems in combination with the experiences of nine consecutive years and more than 600 endoscopies, most of them flexible neuroendoscopies, we present the neuroendoscopic approach with flexible cerebral endoscope to the anatomy and its normal variants of the whole ventricle system and the subarachnoid basal cisterns including the subarachnoid space of the cervical spine. We also describe their site related structures including veins, arteries, cranial nerves, pituitary gland, choroidal plexus and their normal anatomic variants.*

**Key words:** Ventricular system, subarachnoid basal cisterns, endoscopic cerebral anatomy, flexible neuroendoscopy

### Introducción

Recientemente, la endoscopia cerebral flexible (ECF) como parte de la cirugía neurológica de mínima invasión, ha sido una nueva opción para el tratamiento de la hidrocefalia y muchas más patologías del sistema ventricular y del espacio subaracnoideo de la base del cráneo. El grupo del doctor K. Oka (Japón)<sup>1</sup> ha presentado las estructuras internas y las relaciones anatómicas del tercer ventrículo y ha contribuido significativamente en el campo de la neuroanatomía, neurorradiología y la cirugía neurológica de mínima invasión. Sin embargo, sus contribuciones son limitadas al tercer ventrículo sin explorar el cuarto ventrículo y el espacio subaracnoideo de la base del cráneo.

Gracias a la ECF y a la gran experiencia de nueve años consecutivos y más de 600 endoscopias, ha sido posible llegar a los sitios más inaccesibles del sistema ventricular y el espacio subaracnoideo de la base del cráneo y sus estructuras relacionadas. Ha sido posible observar casi completamente la mayoría de las estructuras dentro de los ventrículos laterales, el tercer ventrículo, el acueducto cerebral, el cuarto ventrículo, la cisterna magna, las cisternas interpeduncular, prepontina, bulbar medias y lateral, pontocerebelosa, cerebelomedular y el espacio subaracnoideo anterior de la médula cervical. Todas ellas por el mismo único abordaje a través de un trépano corona derecho. El propósito de este trabajo es observar y analizar la anatomía endoscópica de todo el sistema ventricular y el

\*Clínica de Endoscopia, Departamento de Neurocirugía, Instituto Potosino de Neurociencias, Hospital de Nuestra Señora de la Salud y el Hospital Central Dr. "Ignacio Morones Prieto".

Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Jaime Torres-Corzo, Madre Perla 435, Suite 242, Fraccionamiento Industrias, 78360, San Luis Potosí, S.L.P. Tel/Fax: 01 444 8137069 y Tel: 01 444 8246827 itcorzo@infosel.net jatc@terra.com jatoco@sanluis.com

espacio subaracnoideo de las cisternas de la base del cráneo que era imposible observar in vivo y de mínima invasión.

## Material y métodos

Se han usado tres endoscopios flexibles: el primero desarrollado por *Codman Johnson & Johnson Company* (EUA) con 3.6 mm de diámetro externo, un canal de trabajo de 1 mm y una punta flexible de 120° y 90° inferior y superior respectivamente. El segundo desarrollado por *Olympus Optical Company* (Japón) con 4.2 mm de diámetro externo, un canal de trabajo de 2 mm y una punta flexible de 120° inferior y superior. El tercero desarrollado por *Wolf Company* (Alemania) con 2.6 mm de diámetro externo, un canal de trabajo de 1.2 mm y una punta flexible de 120° y 90° inferior y superior respectivamente. Estos instrumentos tienen incorporado fuente de luz fría, cámara de video y televisión. La observación de las diferentes estructuras ha sido llevada a cabo en una amplia variedad de pacientes con hidrocefalia o enfermedades neurológicas relacionadas.

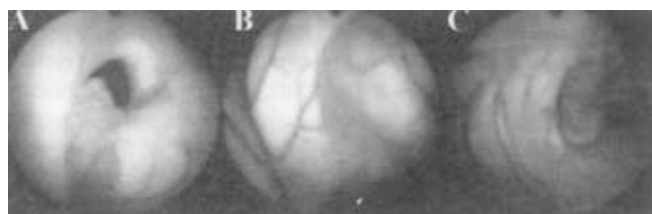
### Técnica quirúrgica

Por un único abordaje a través de un trépano coronas derecho, el cuerno anterior del ventrículo lateral derecho es puncionado, se coloca una funda protectora y se introduce el endoscopio cerebral flexible y comienza la neuronavegación.

## Resultados

### Ventrículo Lateral

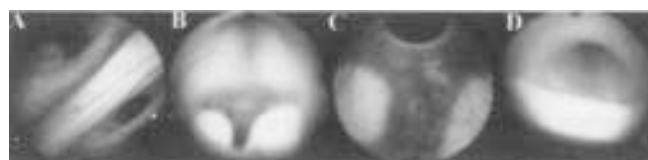
Una vez dentro del cuerno anterior del ventrículo lateral derecho, nuestra referencia inicial son la vena septal, el plexo coroide y la vena tálamo estriada que convergen en el agujero de Monro. Avanzando hacia adelante por el cuerno anterior se puede identificar medialmente el septum pelucidum, la columna anterior del fórnix, lateralmente la cabeza del caudado, hacia atrás siguiendo el plexo coroideo se encuentra el tálamo dorsal para llegar al cuerno occipital del ventrículo lateral, continuando hacia abajo por el mismo plexo coroide se aborda el cuerno temporal, haciendo posible identificar el hipocampo ipsilateral (Figura 1).



**Figura 1.** A Agujero de Monro, plexo coroideo y vena tálamoestriada. B Porción anterior del ventrículo lateral con la vena septal y la cabeza del núcleo caudado. C Cuerno occipital y plexo coroideo del ventrículo lateral.

### Tercer ventrículo

A través del agujero de Monro nos introducimos al tercer ventrículo que se divide en dos porciones, una anterior y una posterior por la masa intertalámica. Guiando el endoscopio hacia la porción anterior se puede identificar el piso del tercer ventrículo (donde se realiza la tercer ventriculostomía) con los cuerpos mamilares, el tuber cinereum, la eminencia media que es una depresión que encierra el sitio donde el infundíbulo da lugar al tallo hipofisiario. La eminencia media es el sitio anatómico de internase entre el encéfalo y la hipófisis, vascularizado por los capilares del sistema porta hipotálamo-hipófisis. Continuando hacia delante, se observa el receso óptico formado por la delgada lámina terminalis anteriormente (en casos de hidrocefalia obstructiva la fenestración de esta porción ofrece una vía de flujo al líquido cefalorraquídeo hacia la cisterna de la lamina terminalis) y el quiasma óptico posteriormente. El receso óptico es una depresión amarillo-grisácea y tiene una suave superficie. Volteando hacia el nivel del techo la comisura anterior se hace visible. En pacientes con hidrocefalia crónica, a través del piso del tercer ventrículo se puede observar la punta de la arteria basilar y las arterias mesencefálicas perforantes y talámicas (Figura 2).



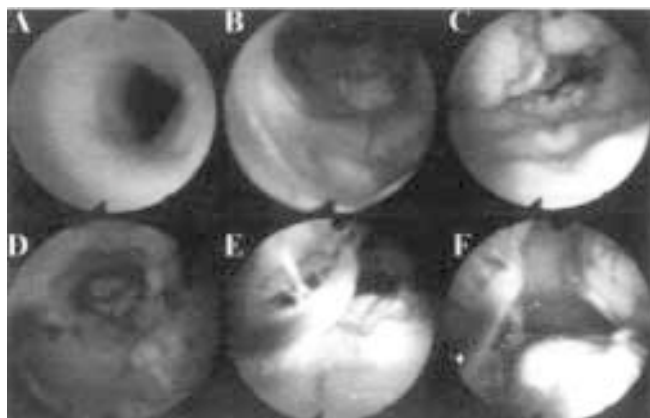
**Figura 2.** A Masa intertalámica dividiendo el tercer ventrículo en una porción anterior con los cuerpos mamilares y en una porción posterior con el acueducto cerebral y la comisura posterior. B Porción anterior con el quiasma óptico, el tuber cinereum y el receso infundibular. C Acercamiento que muestra las arterias perforantes entre ambos cuerpos mamilares. D Acueducto cerebral y la comisura posterior.

Al doblar la punta del endoscopio hacia atrás por debajo de la masa intertalámica para evitar dañarla, es posible observar la porción posterior del tercer ventrículo que consiste de abajo hacia arriba, de el acueducto cerebral (Silvio), la comisura posterior, la comisura habenuar, la glándula pineal y su receso y el receso suprapineal. La forma del orificio de entrada del acueducto es oval. La comisura posterior está situada por arriba de la entrada del acueducto cerebral. El receso pineal se proyecta posteriormente hacia la glándula pineal, la cual es de color gris oscuro.<sup>2,3</sup>

### Cuarto ventrículo

Después de observar la entrada del acueducto cerebral desde el tercer ventrículo,<sup>4</sup> pasando a través del acueducto cerebral el cual mide de 2 a 3 mm de diámetro y 10 a 15 mm de longitud aproximadamente. Se aborda el cuarto ventrículo el cual es de forma romboidea, se observa el techo del cuarto ventrículo donde se localiza el plexo coroide, lateralmente se observan los dos

agujeros de Lushcka por los pedúnculos cerebelosos inferiores. Hacia abajo el piso del cuarto ventrículo puede ser fácilmente identificado el surco central, los colículos del nervio facial, la estría medular y el área postrema para llegar al óbex y fácilmente tener acceso al agujero de Magendie,<sup>5</sup> al pasar a través de él y continuar hacia la cisterna magna, se visualiza la porción amigdalina de la arteria cerebelosa postero-inferior (PICA) y las dos amígdalas cerebelosas hasta observar el borde posterior del agujero magno (Opisthoton) (Figura 3).



**Figura 3** A Acueducto cerebral. B Vista del cuarto ventrículo desde el acueducto cerebral. C Piso del cuarto ventrículo con ambos colículos del nervio facial, plexo coroideo y el agujero de Magendie. D Agujero de Magendie, ambos agujeros de Lushcka y plexo coroideo. E Agujero de Magendie con la arteria cerebelosa postero-inferior (PICA) derecha. F Agujero de Magendie, PICA derecha con ambas amígdalas cerebelosas y la cisterna magna al fondo.

### Cisterna Magna

A través del agujero de Magendie se puede abordar las amígdalas cerebelosas, la porción amigdalina de la PICA, la cisterna magna, la porción posterior del bulbo raquídeo, los niveles superiores de la médula espinal cervical y las raíces cervicales posteriores (Figura 4).



**Figura 4** A. PICA bilateral. B Cisterna magna y ambas PICA. C Vasos perforantes posteriores. D Raíces espinales dorsales.

### Espacio subaracnoideo de la base del cráneo

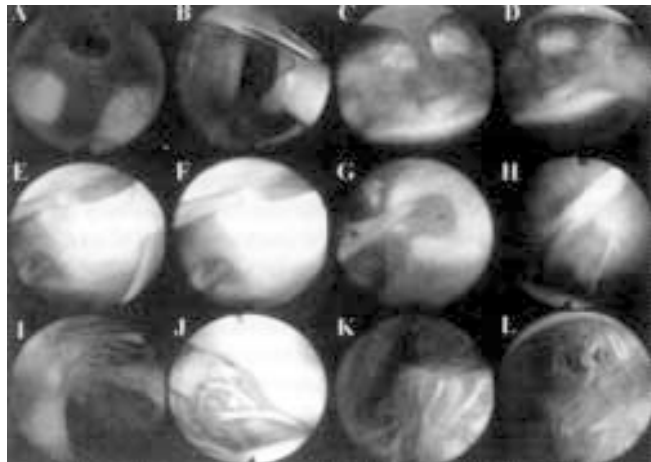
Después de realizar la fenestración del piso del tercer ventrículo (tercer ventriculostomía).<sup>6-8</sup> Se observa la membrana de Lilliequist, la cual debe ser abierta para abordar a la cisterna interpeduncular en donde se pueden observar la arteria basilar,

las arterias cerebrales posteriores (P1), la arteria comunicante posterior. Anteriormente se aborda el dorso de la silla turca, el infundíbulo, el diafragma de la silla turca, la neurohipófisis, ambos nervios craneales oculomotores (III), ocasionalmente la porción supraclinoidea de la arteria carótida interna. Navegando en dirección caudal y por enfrente de la arteria basilar como referencia, se aborda la cisterna prepontina donde se puede observar hacia ambos lados los nervios craneales motor ocular externo (VI) que proviene del surco bulbopontino en un trayecto ascendente hacia su entrada, el canal de Dorello, hacia el seno cavernoso (40% de los pacientes tienen dos o tres raíces del sexto par craneal como variante anatómica normal). Al observar lateralmente y hacia arriba el quinto par craneal emerge de la porción anterolateral del puente y puede ser distinguido de los otros pares craneales por ser el de mayor grosor, por debajo de éste dentro de la cisterna cerebelopontina se encuentra el meato acústico interno con la entrada del complejo de nervios craneales VII-VIII (facial-vestibulococlear) y la arteria auditiva interna. Al regresar a la línea media y en dirección caudal dentro de la cisterna bulbar se encuentran las arterias vertebrales, el origen de la arteria espinal anterior y la primera porción de la PICA. De manera lateral y limitando la cisterna bulbar medial de la cisterna bulbar lateral se observa el nervio hipogloso (XII) en su camino hacia el agujero del hipogloso. Dentro de la cisterna bulbar lateral está el complejo de nervios craneales IX-X-XI (glossofaríngeo-vago-espinal accesorio). Navegando caudalmente y por la línea media se observa el borde anterior del agujero magno (Basion) se aborda el espacio subaracnoideo de la médula cervical. Hacia ambos lados, se observan las raíces espinales cervicales anteriores y posteriores separados entre sí por el ligamento dentado, hasta llegar a nivel de C4-C5 de la médula cervical (Figura 5).

### Discusión

El examen neuroendoscópico de los espacios intracraneales ha permitido entender bajo visión directa el comportamiento de las estructuras neurovasculares relacionadas con las diferentes patologías que alteran o modifican su morfología, trayectoria o dinámica del LCR. La endoscopia cerebral rígida tiene algunas ventajas en el tratamiento de algunas patologías como tumores cerebrales, drenaje de hematomas etcétera, pero la endoscopia cerebral flexible nos permite introducirnos en la intimidad del cerebro. En estos días, gracias a los sistemas de luz y de fibra óptica dentro de un endoscopio flexible, nos ha sido posible abordar navegar libremente por todo el sistema ventricular y el espacio subaracnoideo de la base del cráneo y resolver patologías de estos sitios.<sup>9,10</sup> El actual neuroendoscopista es un neurocirujano que practica la neurocirugía conociendo de adentro hacia afuera al sistema nervioso central lo que nos da una perspectiva tridimensional en los procedimientos de la neurocirugía de mínima invasión. Los diferentes procedimientos son: tercer ventriculostomía, aqueductoplastia, fenestración del septum pelucidum y la lamina terminalis, toma de biopsias, coagulación de plexos coroideos, drenaje de hematomas intraventriculares y subaracnoideos, resección de tumores o quistes ventriculares o paraventriculares, limpieza y colocación de catéter ventriculares en cualquier punto del sistema ventricular.<sup>11</sup> Todo esto aplicado

a patologías como hidrocefalia adquirida o congénita, malformaciones Chiari, enfermedad vascular cerebral, neurocisticercosis, tumores cerebrales especialmente ventriculares y paraventriculares e hidrocefalia secundaria a disfunción valvular entre otros.



**Figura 5** A. Tercer ventriculostomía. B Cisternas interpeduncular y prepontina con ambas arterias vertebrales formando la arteria basilar. C Dorso de la silla turca con el tallo hipofisiario, la neurohipófisis y el diafragma de la silla. D Dorso de la silla turca, tallo hipofisiario, clinoides posterior y el III (Motor Ocular Común) par craneal derecho. E (Abajo hacia Arriba) V (Trigémino) par craneal, complejo VII-VIII (Facial-Vestibulococlear), VI (motor ocular externo) par craneal. F V par craneal que llega al ganglio de Gasser (dentro de la fosa de Gasser). G Complejo Facial-Vestibulococlear y la arteria auditiva interna. H Doble raíz del VI par craneal. I Complejo IX-X-XI (Glossofaríngeo-Vago-Espinal Accesorio) con la arteria vertebral derecha. J XII (Hipogloso) par craneal y Basió. K Espacio subaracnoideo espinal, cara anterior de la médula cervical, arteria espinal anterior y raíces ventrales bilaterales. L Raíces ventrales, ligamento dentado y raíces dorsales derechas.

## Conclusión

La ECF es otra herramienta dentro de la neurocirugía de mínima invasión que nos permite abordar cualquier punto del sistema ventricular y del espacio subaracnoideo de la base del cráneo y más aún, las porciones superiores de la médula cervical, todo esto por medio de un único abordaje a través de un trépano corona derecho. La ECF ha contribuido al desarrollo de las neurociencias al entender y tratar diferentes patologías de regiones del sistema nervioso central que eran inaccesibles para el microscopio de alta morbilidad para el paciente neurológico.

## References

1. Oka K, Go Y, Kin Y, Tomonaga M. An observation of the third ventricle under flexible fiberoptic ventriculostomy: normal structure. *Surg Neurol* 1993;40:273-7.
2. Yarnamoto I, Rhoton Al jr, Peace DA. Microsurgery of the third ventricle. Part 1. Microsurgical anatomy. *Neurosurgery* 1981;8:334-56.
3. Sherrnan JL, Citrin Cm, Barkovich AJ, et al. MR imaging of the mesencephalic tectum: normal and pathologic variations. *AJNR* 1987;8:59-64.
4. Schroeder HW, Gaab Mr. Endoscopic aqueductoplasty: technique and results. *Neurosurgery* 1999;45(3):508-15.
5. Matula C, Reinprecht A, Roessler K, Tschabitscher M, Koos WT. Endoscopic exploration of the IVth ventricle. *Minim Invasive Neurosurg* 1996;39(3):865-92.
6. Hopf NJ, Grunert P, Fries G, et al. Endoscopic third ventriculostomy: outcome analysis of 100 consecutive procedures. *Neurosurgery* 1999;44:795.
7. Wellons JC 3rd, Bagley CA, Goeroge TM. A simple and safe technique for endoscopic third ventriculocisternostomy. *Pediatr Neurosurg* 1999;30(4):219-23.
8. Mohanty A, Anandh B, Kolluri VR, Phraraj SS. Neuroendoscopic third ventriculostomy in the management of fourth ventricular outlet obstruction. *Minim Invasive Neurosurg* 1999;42:18-21.
9. Oka K, Kin Y, Go Y, Ueno Y, Hirakawa K, Tomonaga M, Inoue T, Yoshioka S. Neuroendoscopic approach to tectal tumors: a consecutive series. *J Neurosurg* 1999;91:964-970.
10. Oka K, Yamamoto M, Nagasaka S, Tomonaga M. Endoneurosurgical treatment for hydrocephalus caused by intraventricular tumors. *Child's Nerv Syst* 1994;10:162-166.
11. Torres Corzo J, Rodríguez-Della Vecchia R, Rangel-Castilla L. Trapped fourth ventricle, treated with shunt placement in the fourth ventricle by direct visualization with flexible neuroendoscope. *Minim Invasive Neurosurg* 2004;47:86-89.