

CAPITULO 16: ANATOMIA DEL CUARTO VENTRICULO

Cavidad situada en el centro de la fosa posterior, encerrada entre el tronco cerebral y el cerebelo, comunicada por arriba con el tercer ventrículo a través del **acueducto de Silvio** y lateralmente mediante los **forámenes de Luscka**, con la **cisterna cerebello-pontina** y a través del **foramen de Magendie** con la **cisterna magna**. Es un importante referente tomográfico de línea media y de desplazamiento de tejidos en la fosa posterior.

Tiene forma romboidea en un plano coronal y de tienda de campaña si se considera un corte sagital. A los fines prácticos se considera que una mitad de la cavidad, la mitad superior se relaciona con el puente, mientras que la mitad inferior lo hace con la medulla oblongata, aunque ya veremos que no es estrictamente así.

Vamos a describir un techo, el piso de la cavidad ventricular y el receso lateral con el foramen de Luschka. A lo largo de la descripción anatómica haremos consideraciones prácticas acerca de los abordajes más adecuados a la patología de ésta estructura cerebral.

TECHO DEL CUARTO VENTRICULO

Podemos dividirlo en 2 mitades: superior e inferior por detrás del puente y la medulla oblongata respectivamente, reunidos en el **Fastigium** (significa remate en punta de una cosa) que viene a ser la “punta de la pirámide” que

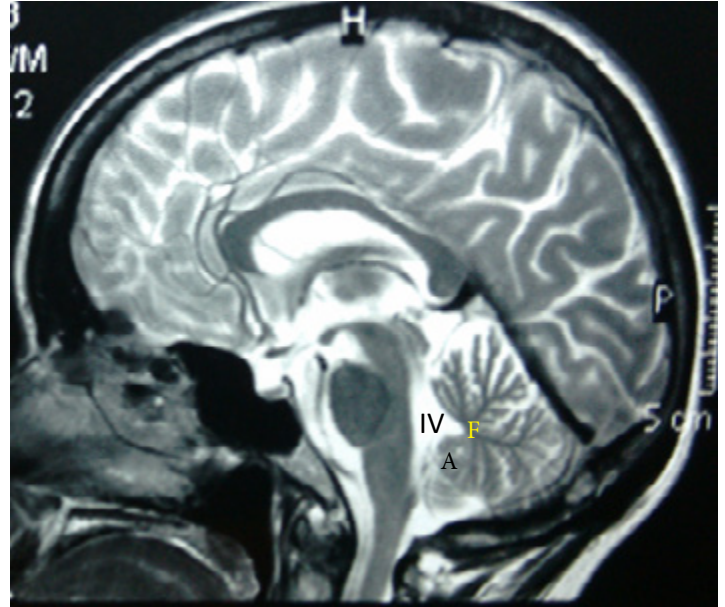
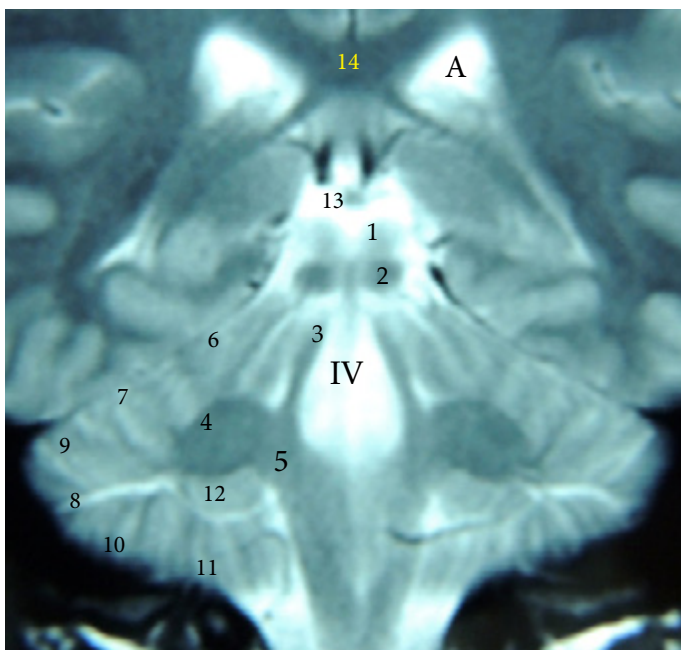


Foto N° 16-1 : imagen sagital de resonancia, donde se ve el IV ventrículo. F: fastigium A: amígdala en un corte sagital forma el cuarto ventrículo. Viene a ser como el vértice posterior donde se reúnen ambas mitades del techo ventricular.

La mitad superior del techo está formada a ambos lados por los **pedúnculos cerebelosos superiores**, con el **velo medular superior** (VMS) entre ellos. Este último, también conocido como **Válvula de Viuessens**, es una fina lámina de sustancia blanca, casi transparente que une ambos PCS. Se ensancha hacia el fastigium y se angosta hacia arriba donde culmina en el llamado frenillo, a cuyos lados, tienen su origen aparente ambos **nervios patéticos**.

A través del VMS se puede acceder a patología situada en el interior del cuarto ventrículo, fundamentalmente a lesiones situadas por encima de la ubicación del colículo facial, alcanzando el VMS, vía un abordaje occipital transtentorial o bien supracerebeloso infratentorial.

Foto N° 16-2 : imagen de resonancia del IV ventrículo. 1y 2: colículos superiores e inferiores 3- pedúnculo cerebeloso superior 4-Pedúnculo cerebeloso medio 5-Pedúnculo cerebeloso inferior f: flóculo 6-Lóbulillo cuadrilátero 7-Lobulillo simple 8-Cisura horizontal 9- Lobulillo semilunar superior 10-Lobulillo semilunar inferior 11-Lóbulo biventer 12-Flóculo 13-Cisterna cuadrigémina 14-Rodete del cuerpo calloso. A: atrio.

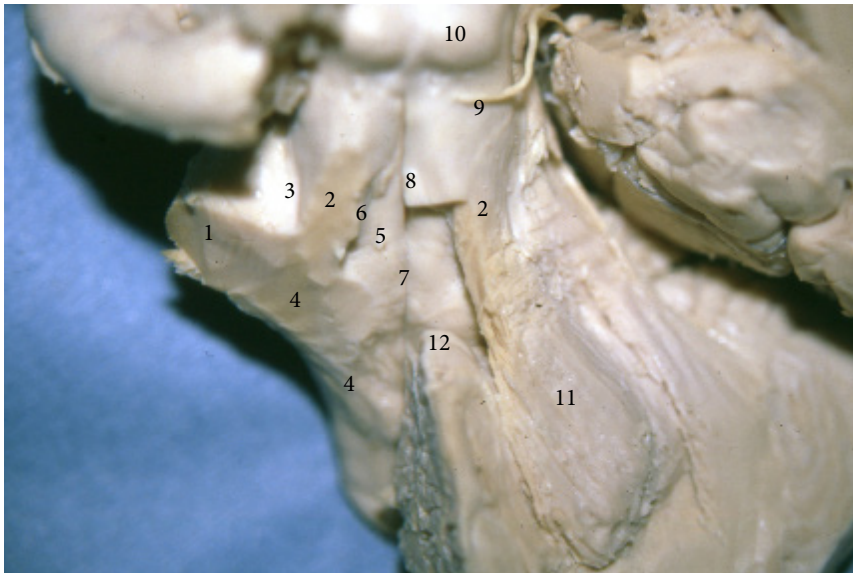


Foto N° 16-3 : a izquierda se observa el corte a nivel de los pedúnculos cerebelosos, habiendo resecado el hemisferio cerebeloso. A derecha sólo se ha eliminado la corteza cerebelosa 1- Pedúnculo cerebeloso medio 2- Pedúnculo cerebeloso superior, a la derecha formando una unidad con el núcleo dentado (11) 3- Surco interpeduncular 4- Pedúnculo cerebeloso inferior 5- Piso del cuarto ventrículo con el locus coeruleus (6) 7- Surco mediano 8- Remanente del velo medular superior 9- Nervio patético 10- Colículo inferior 11- Núcleo dentado 12- Nódulo y velo medular inferior.

También ha sido propuesta la fenestración endoscópica del VMS en casos de cuarto ventrículo atrapado. Los PCS no deben tocarse quirúrgicamente dado que su lesión genera ataxia severa homolateral, ya que prácticamente reúnen casi toda la información eferente del cerebelo. Por detrás de la mitad superior del techo se ubica la **lígula cerebelosa**, posicionándose sobre el extremo superior del VMS y los PCS (foto 16-6). Para algunos autores es parte del techo, pero se trata de una estructura extraventricular, como es el caso de la amígdala en la mitad inferior del techo.

La **cisterna cuadrigémina** y la **cisura cerebello-mesencefálica** se ubican algo por arriba y detrás de ésta porción del techo ventricular. En esta cisura discurre la **arteria cerebelosa superior** y el nervio patético luego de nacer a los lados del frenulum del VMS.

La mitad inferior del techo lo podemos dividir en un 1/3 superior para el **velo medular inferior** (VMI) y los 2/3 inferiores para la **tela coroidea**. Ambas estructuras se unen en la **unión telo-velar** (esquema 113).

El VMI (foto 16-4) es otra lámina de tejido vestigial, remanente de la unión entre ambos hemisferios cerebelosos. Con un grosor de ½ mm,

una forma somera de mariposa extendida entre el **flóculo** lateralmente y el **nódulo-piramide** medialmente. El VMI cabalga sobre el **nódulo** medialmente y sobre ambas **amígdalas** lateralmente. El espacio debajo del VMI que aloja a la amígdala es denominado **nidus avis** (foto 16-23) y corresponde a la **cisura póstero-lateral**. En la misma corre la **arteria cerebelosa póstero-inferior** (PICA) viniendo desde la **cisura cerebello-medular**. El borde posterior del VMI se une en el fastigium con el VMS, mientras que el borde anterior se une a la tela coroidea. La parte más lateral del VMI se adelgaza en el **pedúnculo del flóculo**. La cara superior del VMI da a la cavidad del ventrículo constituyendo allí el llamado **receso póstero-lateral del 4to ventrículo**. Rodeando este receso íntimamente, se ubica el **núcleo dentado**, principal origen de las fibras eferentes que alimentan el PCS.

La tela coroidea se ubica por debajo del VMI y sirve como anclamiento del plexo coroideo. Está formada por 2 hojas membranosas finas, entre las cuales se ubican vasos sanguíneos. El plexo de cada lado tiene forma de L invertida con el

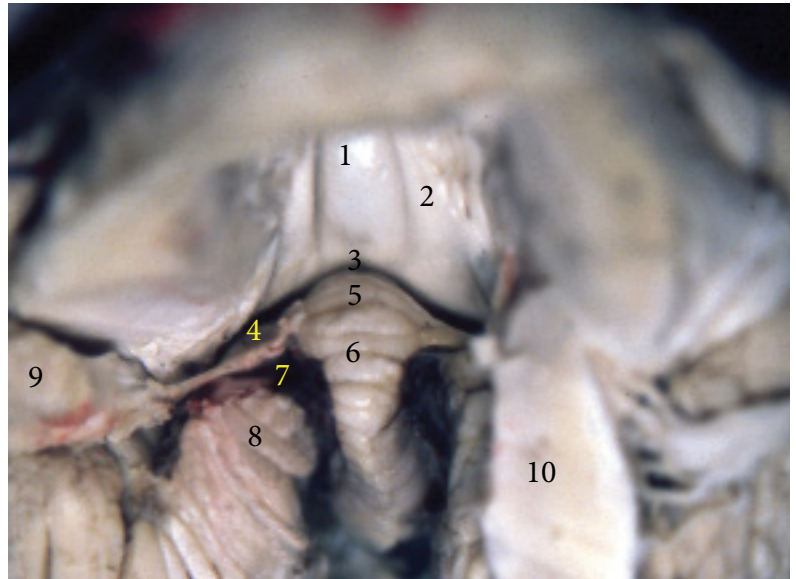


Foto N° 16-4 : Imagen del 4to ventrículo. El tronco ha sido resecado quedando como remanente una porción de la oliva (10). Se hace evidente el techo del 4to con el velo medular superior (1) y el pedúnculo cerebeloso superior (2) El fastigium (3) es el punto medial más posterior de la unión de la porción superior del techo con la inferior. El velo medular inferior se extiende entre el nódulo (5) y el flóculo (9), formando el pedúnculo del flóculo (4). Debajo de este, se encuentra el nidus avis (7), que separa a aquel, de la amígdala (8). 6: vermis inferior

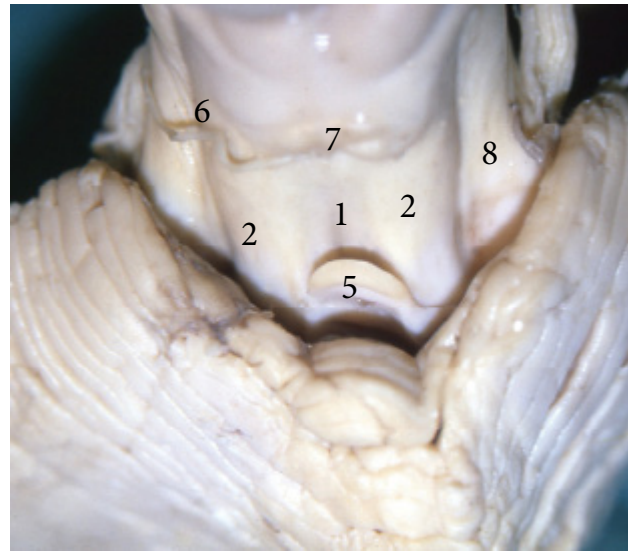


Foto N° 16-5/6 : A la izquierda: porción superior del techo del 4to ventrículo, visible luego de resecado el puente. Se advierten 1- Velo medular superior 2- Pedúnculos cerebelosos superiores 3- Nódulo 4- Velo medular inferior. A derecha se visualiza el techo visto desde atrás con las mismas referencias 5-Língula 6- Nervio troclear o patético 7- Frenillo del velo medular superior 8- Pedúnculo cerebeloso medio 9- Uvula

brazo horizontal anclado a lo largo de la unión telovelar y asomando a través del foramen de Luschka. El brazo vertical del plexo asciende a cada lado de la línea media formando la suma de ambos plexos la figura de una T con el brazo vertical doble.

Como elemento extraventricular relacionado con la porción inferior del techo del 4to ventrículo encontramos a la **amígdala** o tonsila, la cual forma el limite posterior de la **cisura cerebelo-medular**. Esta compleja cisura, tiene como límites: anteriormente la cara posterior de la medulla o bulbo, la tela coroidea y el velo medular inferior y postero-lateralmente, lo que representa su parte móvil la amígdala

y el **lóbulo biventer**. De manera tal que reclinando la amígdala se alcanza dicha cisura, y a través de la incisión de la tela coroidea y el velo medular inferior (abordaje telovelar o subtonsilar) se ingresa a la cavidad ventricular y su patología. Hacia arriba, en su polo superior la amígdala se relaciona con el nidus avis ya mencionado. La arteria cerebelosa póstero-inferior y sus ramas se relacionan con la cisura cerebelo-medular y la amígdala cerebelosa. El abordaje telovelar ha ganado aceptación por sobre la incisión vermiana para acceder al 4to ventrículo por que lesiona menos tejido. Es así como ha sido descrito asociado a la división del vermis el síndrome de mutismo cerebeloso o bien ataxia de tronco, principalmente en los niños en quienes se manipula el vermis.

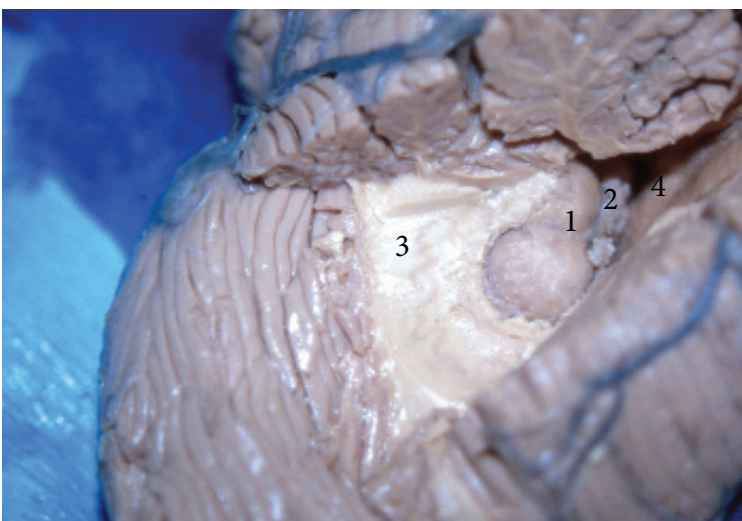


Foto N° 16-7 : Imagen látero-dorsal del 4to ventrículo. Se observa 1- Velo medular inferior, que cubre el nódulo medialmente y la amígdala lateralmente, separada de ésta por el nidus avis. 2- Plexo coroideo con la unión telo-velar. 3- Núcleo dentado con su aspecto festoneado característico.

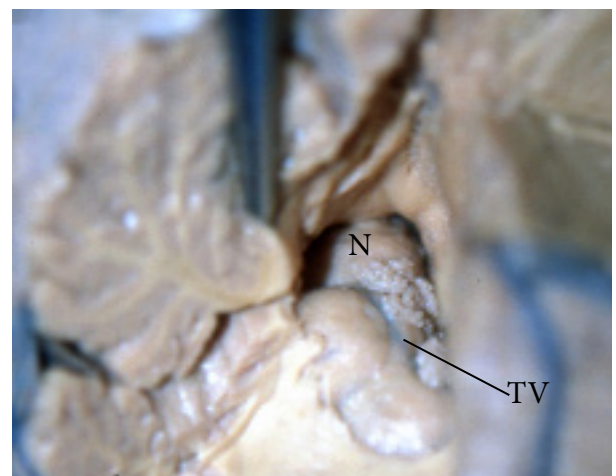
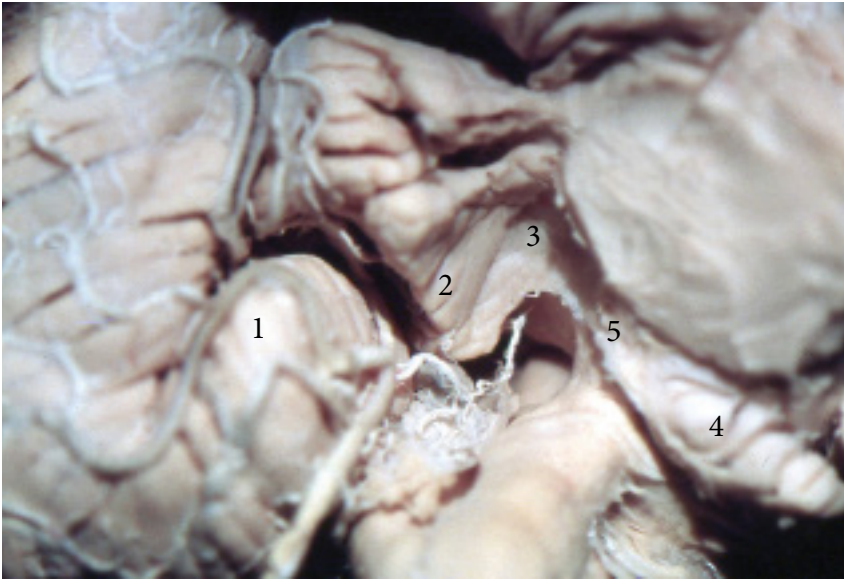


Foto N° 16-8 : Imagen del velo medular inferior, con el nódulo (N) protruyendo dentro de la cavidad del cuarto ventrículo. TV: unión telo-velar, es evidente el plexo coroideo



PISO DEL CUARTO VENTRICULO

También llamado fosa romboidea, tiene una porción protuberancial (2/3 superiores) y otra bulbar (1/3 inferior restante del piso) (esquema 114 y foto 16-20). Su extremo superior se comunica con el acueducto, mientras que su extremo inferior se abre al canal endimario, a nivel del **óbex**. Está dividido en 2 mitades por un surco vertical, el surco mediano y a su vez cada mitad en 2 partes, por la presencia del surco limitante, consideradas dichas partes como medial y lateral.

La zona medial tiene como reparos anatómicos de arriba-abajo: el **colículo facial** o **eminencia teres**, el **trígono del hipogloso**, el **trígono vagal** y el **área postrema**. El colículo facial está constituido por la rodilla del nervio facial alrededor del núcleo del VI par. Su identificación es esencial en el abordaje a lesiones de tronco, a través de la fosa romboidea. Suele reconocerse como una prominencia de 6 x 7 mm, de diámetro, con el facial, situado a sólo 200 micras de la superficie y con una distancia de medio milímetro al **surco mediano**.

El colículo sirve como reparo de abordajes supra e infracolicular, permitiendo reconocer "safe entry zone" al tronco, El problema es que en muchos casos la prominencia facial no es reconocible (hasta en un 37% de los casos según Bogucki y col.) Se ha propuesto la

Esquema N° 113 : se ha dibujado la medulla oblongata, a la altura de la oliva inferior (1). Por arriba el tronco no ha sido representado, dejando ver el techo del cuarto ventrículo. La mitad superior del mismo, está representada por el velo medular superior (2) situado, entre ambos pedúnculos cerebelosos superiores (3). la mitad inferior del techo está formada por el velo medular inferior (4) y la tela corioidea (5). A nivel de la reunión de estos 2 últimos elementos, se establece la unión telo-velar, en la cual discurre la rama horizontal del plexo corioideo(6) El receso lateral (7), se forma con el pedunculo cerebeloso inferior (8), el pedúnculo medio (9), como techo del mismo, (en la posición erecta), el pedúnculo del flóculo (10) y la tela corioidea (5). Del lado derecho se ha representado el núcleo dentado (11), en íntima relación con el pedúnculo cerebeloso superior.

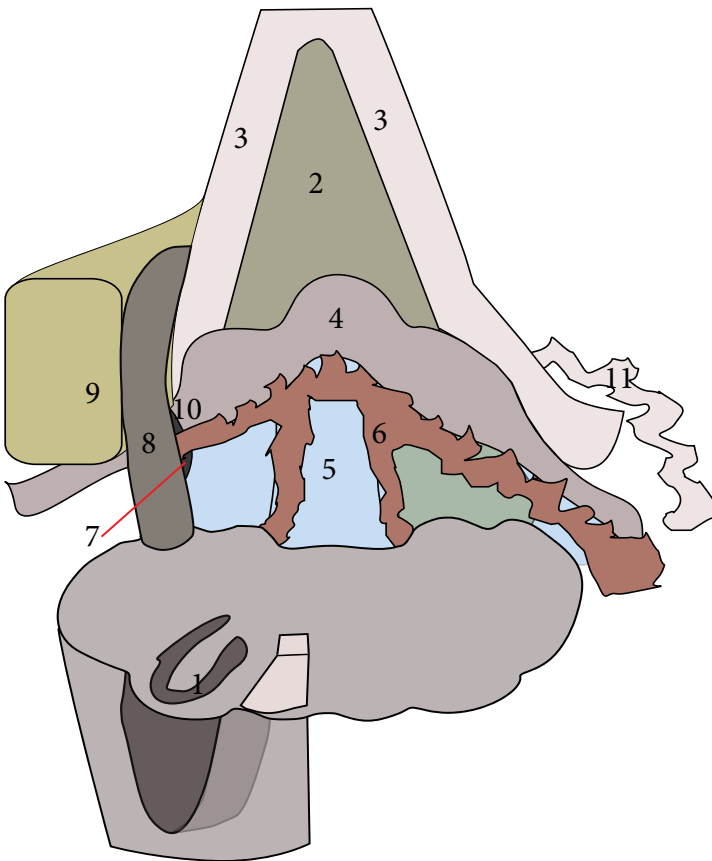




Foto N° 16-10 : imagen posterior del IV ventrículo. Se observa (1) la mitad superior del piso del ventrículo y el plexo coroideo (2). Las amígdalas con ambas arterias cerebelosas pósterio-inferiores cubren la mitad inferior del ventrículo.

estimulación débil del piso con registro electromiográfico de los músculos faciales, para localizar este importante parámetro anatómico. Lateral al colículo facial se encuentra, la denominada **fóvea superior**. Es un área triangular, con un borde súpero-lateral formado por el **pedúnculo cerebeloso superior**, un borde ínfero-lateral constituida por el **área vestibular** y un borde medial representado por el **surco limitans**. Sobre el borde superolateral, se proyectan en cierta profundidad el

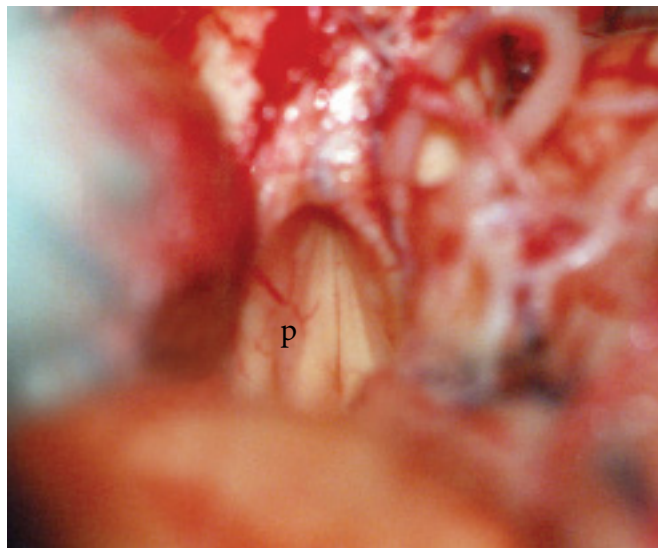


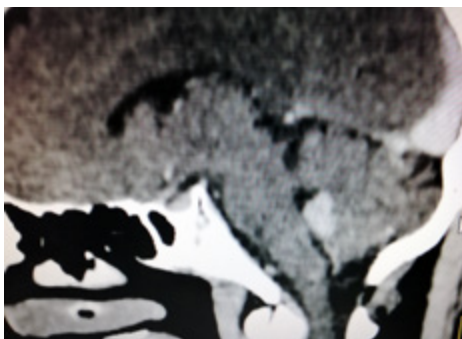
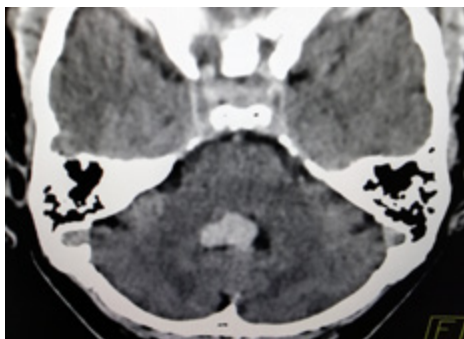
Foto N° 16-11 : extremo inferior del IV ventrículo. El área gris marcada con la p corresponde al área postrema (P).

núcleo motor y el **núcleo sensitivo principal del V par**.

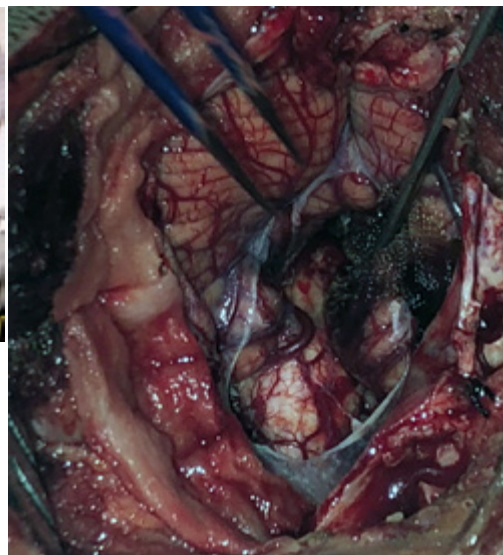
El **trígono del XII** par y el trígono vagal conforman el **calamus scriptorius** (por su parecido a una pluma de escritorio). El primero corresponde al origen real del **nervio hipogloso**. El **trígono vagal** aloja el **núcleo motor dorsal del vago**. Una pequeña elevación semitranslúcida cruza la parte baja del triángulo vagal: el **fascículo separans**.

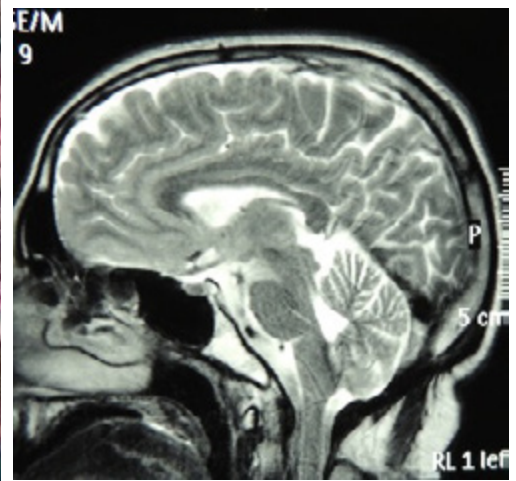
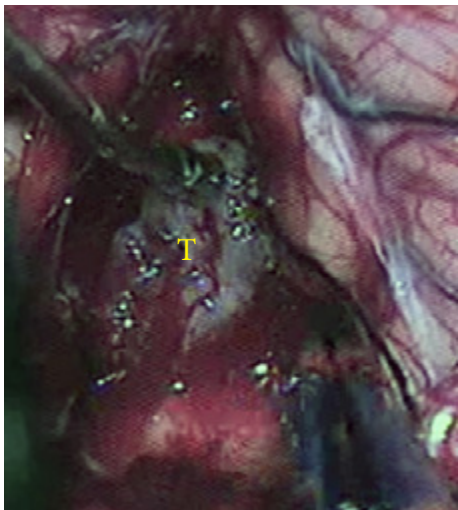
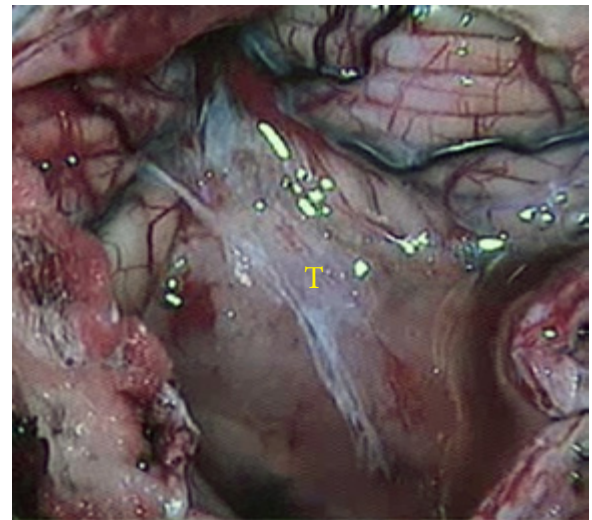
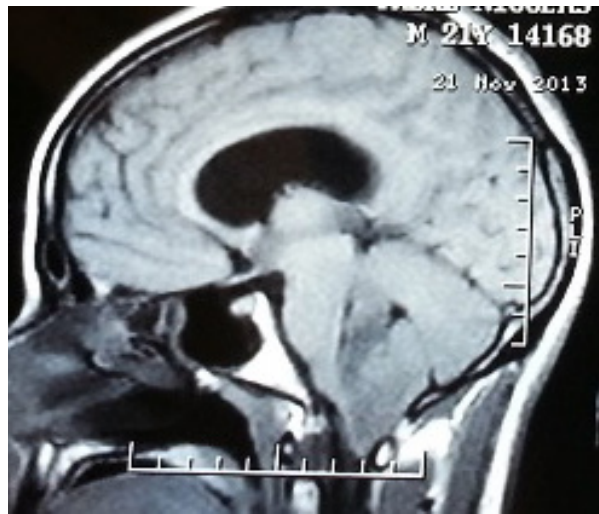
El **área postrema** (foto 16-11) se ubica inmediatamente por encima del óbex y es un área que controla el vómito mediante una zona gatillo quimiorreceptora con mayor permeabilidad de la barrera hematoencefálica (es uno de los órganos circumventriculares).

Por fuera del triángulo vagal y yendo hacia el receso lateral



Fotos: 16-12/14 : Lesión expansiva en el seno del IV ventrículo. Arriba se ve la secuencia tomográfica mostrando la ocupación de la cavidad por el tumor. El paciente presentaba como principal síntoma vértigo. En la foto operatoria de la derecha, se ve el IV ventrículo (IV), con ambas amígdalas reclinadas (a), visualizándose la zona de inserción del tumor a nivel del piso del IV (I), en al área vestibular del piso ventricular. Ce: cerebelo.





Fotos N° 16-15/19 : Ependimoma del IV ventrículo. En la resonancia se observa como llena la cavidad del IV ventrículo y desplaza el tronco hacia adelante. En la imagen de arriba a la derecha se observa al tumor debajo de la aracnoides, ocupando totalmente la cavidad. Abajo a la izquierda el tumor (T) está siendo resecado, y comienza a visualizarse el piso del ventrículo (PIV) En la foto del medio, el tumor ya fue extirpado y puede observarse todo el piso del IV (PIV) La resonancia de control muestra la ausencia de la lesión

se encuentra el **área vestibular** y algo más afuera en el piso del recesso lateral, sobre la cara posterior del PCI, hay una prominencia redondeada en el centro del **receso lateral**, que corresponde al **tubérculo auditivo**. Este corresponde al **núcleo coclear dorsal**. El **núcleo coclear ventral** se ubica sobre la cara lateral del PCI, a nivel del extremo lateral del **surco ponto-bulbar** y es menos prominente en general que el coclear dorsal. En general el núcleo coclear ventral se ubica entre el borde lateral del coclear dorsal y la unión del nervio vestibulo-coclear con el tronco.

Las **estrias medulares** en numero variable, generalmente 2 o 3 se extienden desde el recesso lateral, pasando sobre el trígono del hipoglosio y penetrando en el surco medio. Corresponden a axones provenientes del **núcleo arciforme** del bulbo, yendo hacia el neocerebelo. No tienen función auditiva como antiguamente se pensaba. Pueden no ser visibles hasta en un 30% de los casos.

En el extremo superior del surco limitans, ya en la porción protuberancial del ventrículo encontramos un área pigmentada azul-negrucza que corresponde al **locus coeruleus**, principal zona productora de noradrenalina en el cerebro. Tiene una forma alargada midiendo 15 mm de largo por 2 mm de ancho en promedio y se distancia de la línea media unos 3 mm.

*Es fundamental si se va a tratar con lesiones dentro del tronco cerebral, reconocer zonas de entrada relativamente seguras en el piso del 4to ventrículo. Kyoshima describió 2 triángulos a los que denominó supra e infrafacial tomando como reparo principal el colículo facial. El **triángulo infrafacial** está formado medialmente por el **fascículo longitudinal medial**, por debajo y afuera, las **estrias medulares** y arriba el borde inferior del **colículo facial**.*

Así la zona de acceso infrafacial para Kyoshima es 5 mm lateral al surco medio (para respetar el FLM) y paralelo al

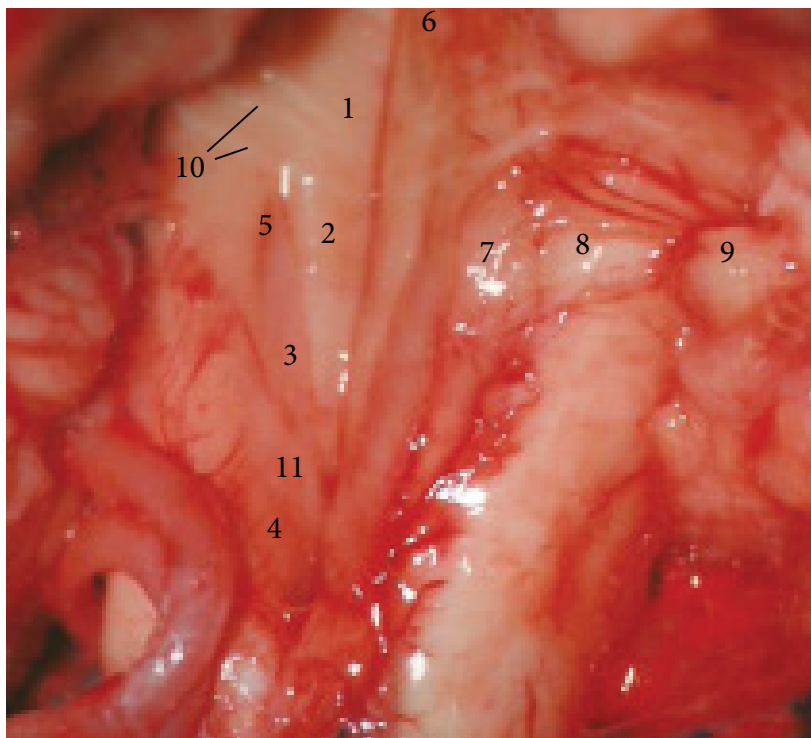


Foto N° 16-20 : Piso del cuarto ventrículo. 1- Área del colículo facial 2-Trígono del hipogloso 3-Trígono vagal 4-Área postrema 5- Surco limitans 6- Locus coeruleus 7- Área vestibular 8-Tubérculo auditivo (núcleo coclear dorsal 9-Núcleo coclear ventral 10-Estrías acústicas 11- Fascículo separans.

mismo, incidiendo en el espacio que media entre las estrías medulares y el colículo facial que suele ser de 0,9 a 1 mm.

El **triángulo suprafacial** estaría constituido por el FLM medialmente, por el facial (que corre dentro del tronco) por debajo y lateralmente por el PCS. *Aquí la incisión podría programarse 5 mm lateral al surco medio y partiendo del PCS 7-8 mm hacia abajo paralelo al surco mediano. También se menciona un área suprafacial, factible de ser incidida cuyos límites son: arriba el frenillo del velo medular, abajo el borde superior del colículo facial, medialmente el fascículo longitudinal medial y lateralmente el surco limitans.* La incisión no debería ubicarse cercano al surco mediano, o el surco limitans, para no dañar el FLM o los núcleos del V o bien el tracto mesencefálico del V o el tracto tegmental central. Strauss y col. plantearon un abordaje supracolicular paramediano de 13,8 mms, extendido desde el colículo facial por abajo, hasta la decusación del IV par por arriba y a unos 0,6 mms de la línea media. Lateralmente el **núcleo motor trigeminal** se sitúa en promedio a 6,3 mms de la línea media. El mismo autor pregonaba como abordaje infracolicular a una zona de 9 mms vertical y a 0,3 mms del surco medio, situada entre el colículo facial y el límite superior del núcleo del hipogloso y del núcleo dorsal del vago.

En lesiones situadas por arriba del colículo facial y cercanas a la línea media sería razonable ingresar por el surco mediano dado que estaríamos haciéndolo entre ambos fascículos

longitudinales mediales y no suele haber decusación de fibras a ese nivel, sin embargo debe tenerse en mente que la lesión del FLM generará oftalmoplejía internuclear. Cuando se va a encarar un abordaje a patología intrínseca del tronco a través del piso del cuarto ventrículo es fundamental el monitoreo de nervios motores, mediante electroestimulación de superficie y registro electromiográfico.

RECESO LATERAL Y FORAMEN DE LUSCHKA

El receso lateral con el **foramen de Luschka** se encuentra en ambos márgenes laterales del cuarto ventrículo. Si consideramos al paciente en posición operatoria de decúbito ventral, el piso del receso lateral lo forma el PCI y el **labio rómbico**. Su pared anterior, el borde inferior de los pedúnculos, con el PCI medialmente y el PCM ubicado algo más lateral (foto 16-22), la pared superior el **pedúnculo del flóculo** (foto 16-9) y su pared posterior la **tela coroidea**. Este último dato nos indica que si seguimos la **cisura cerebelo-medular** en forma subtonsilar, abriendo la tela coroidea alcanzaremos el receso lateral y el foramen de Luschka. En un 5 a 10% de los casos el foramen no es permeable, en el resto

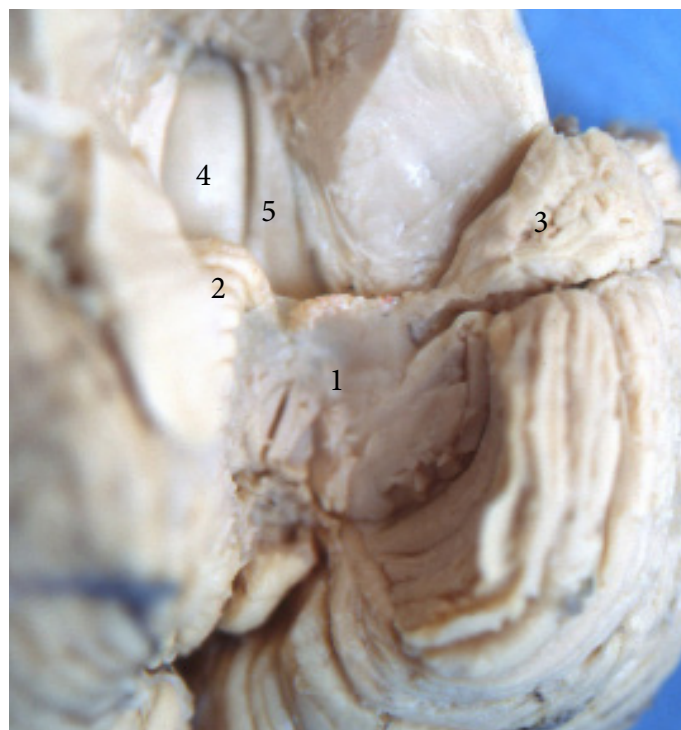


Foto N° 16-21 : Luego de resecada la amígdala, se observa el velo medular inferior (1) entre el nódulo (2) y el flóculo (3). Se visualiza también el techo del cuarto ventrículo con el velo medular superior (4) y el pedúnculo cerebeloso superior (5).

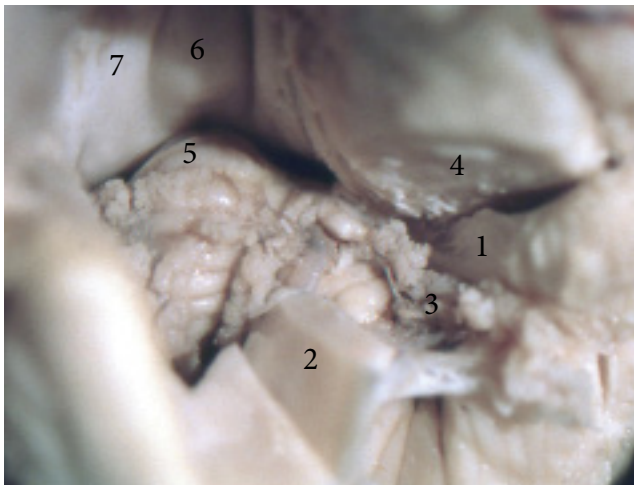


Foto N° 16-22 : Area del receso lateral. Se ve (1) el pedúnculo del flóculo, el pedúnculo cerebeloso inferior (2). La tela corioidea con el plexo (3) y el pedúnculo cerebeloso medio (4). Medialmente observamos el nódulo con el velo medular inferior (5). El velo medular superior (6) y el pedúnculo cerebeloso superior (7)

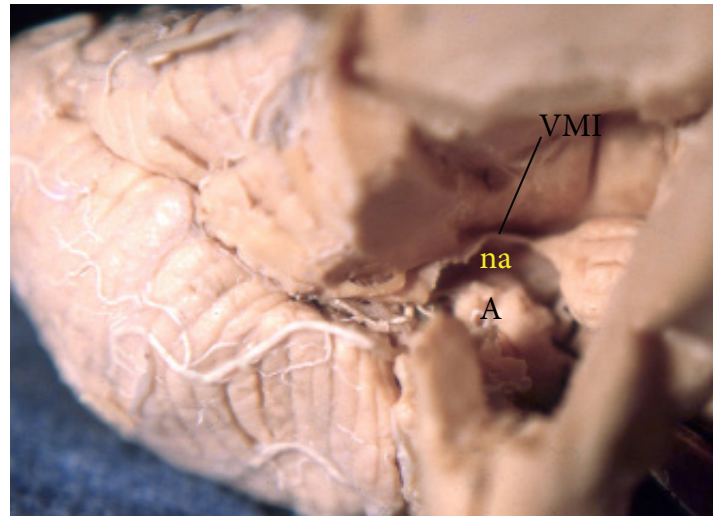


Foto N° 16-23 : resecado el tronco parcialmente, se expone la amígdala (A), con el velo medular inferior (VMI), con el nidus avis (na) como separación entre ambos.

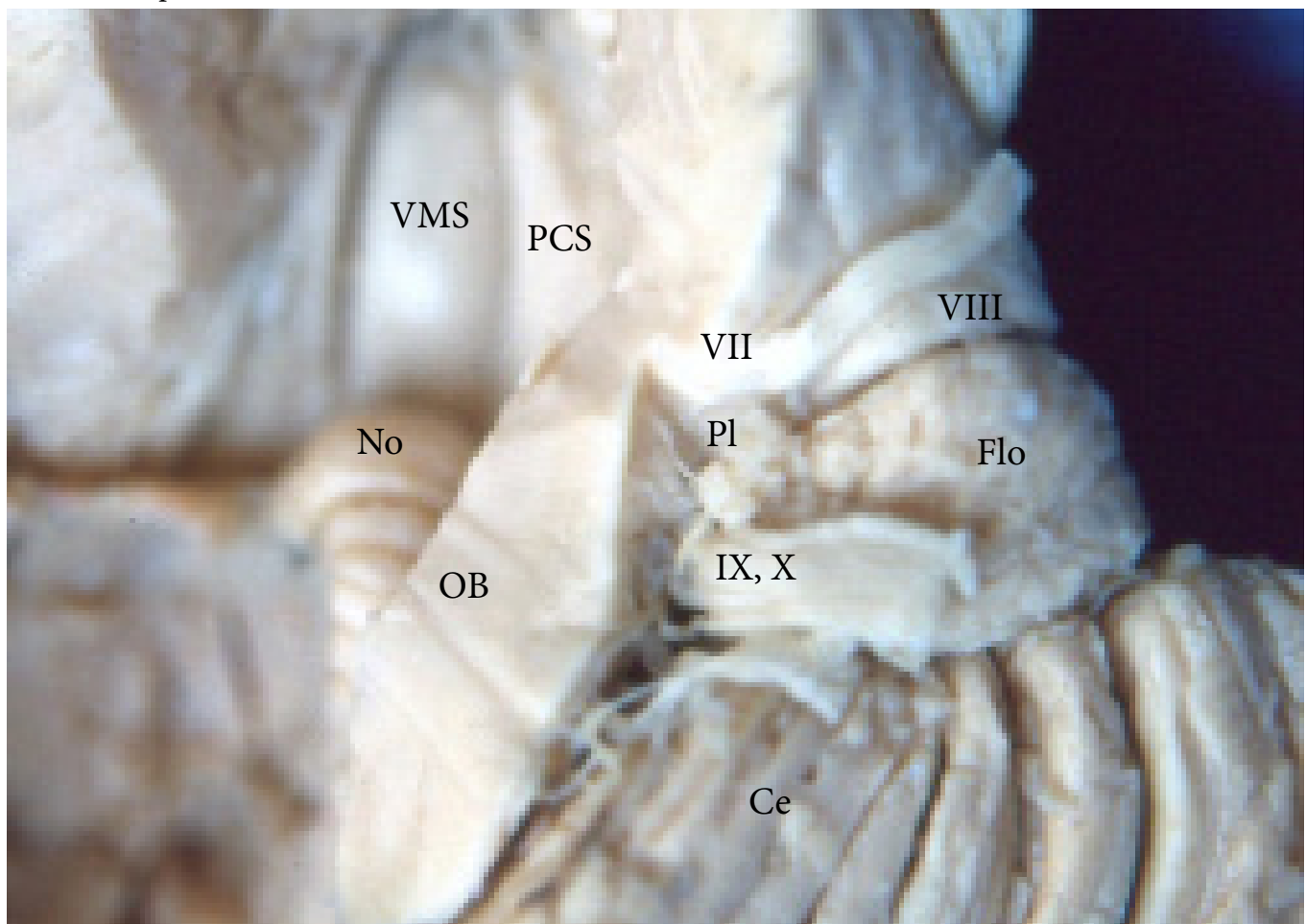


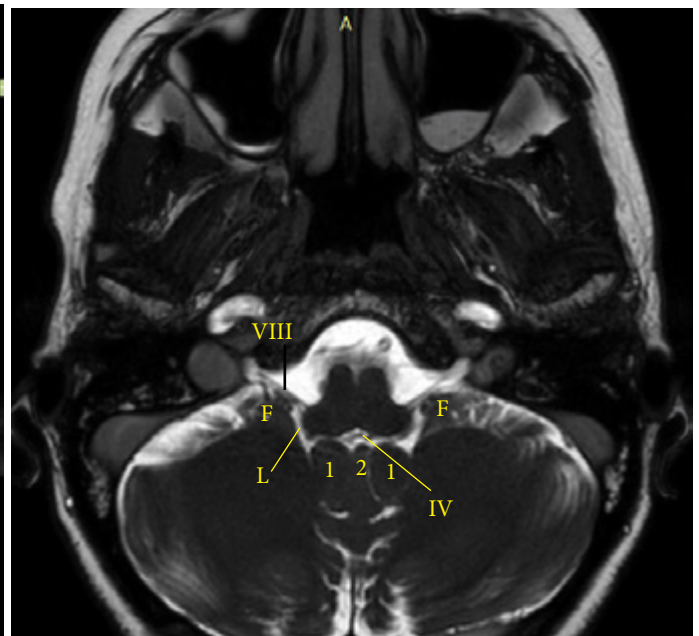
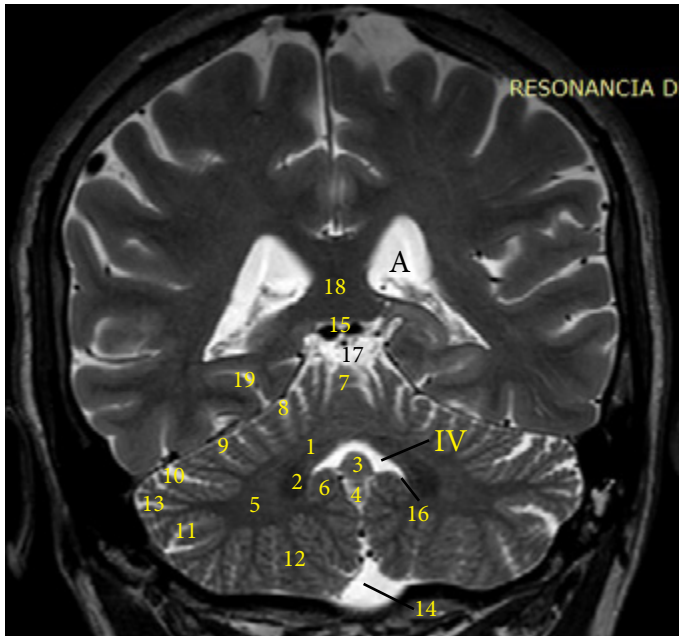
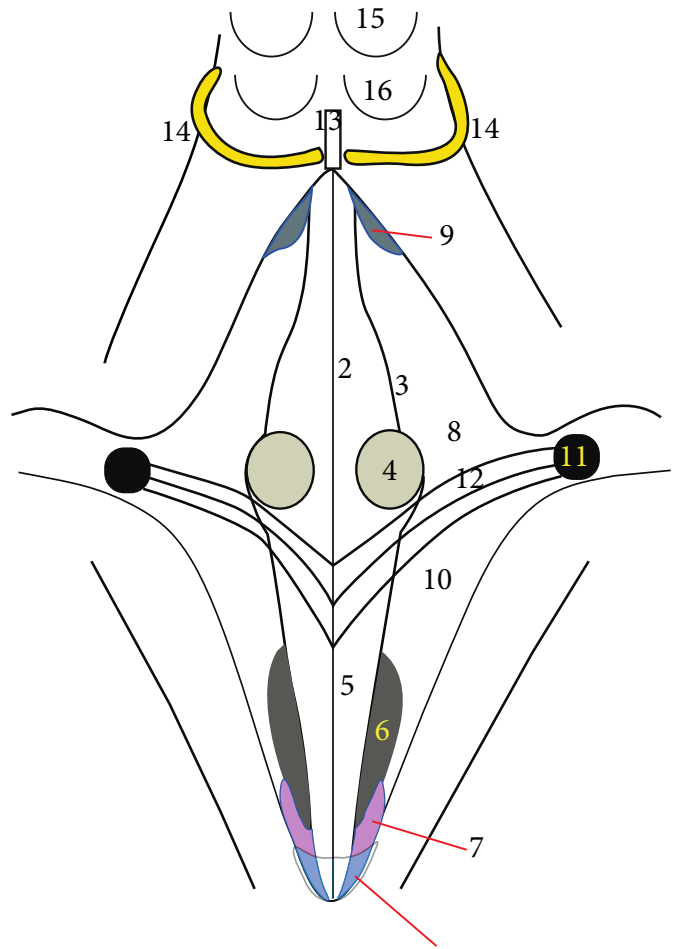
Foto N° 16-24 : El tronco ha sido seccionado dejando un remanente de oliva bulbar (OB). En un segundo plano se ven el velo medular superior (VMS), el pedunculo cerebeloso superior (PCS), formando ambos el techo del cuarto ventrículo y el nódulo (No). Puede verse al VII par naciendo de la fosita supraolivar y algo detrás el VIII par. Debajo en le surco retroolivar nacen el IX y el X pares. Pl: plexo corioideo asomando a través del foramen de Luschka. Flo: flóculo. Ce: cara petrosa del cerebelo.

Esquema N° 114 : Piso del cuarto ventrículo. 1- Obex 2- Surco mediano 3- Surco limitante 4- Colículo facial 5- Ala blanca interna o trígono del hipogloso. 6-Trígono vagal 7- Area postrema 8- Fovea superior 9- Locus coereleus 10-Area vestibular 11- Tubérculo auditivo 12- Estrías medulares 13- Frenillo del velo medular superior 14- Nervios patéticos 15- Tubérculos cuadrigéminos superiores 16- Tubérculos cuadrigéminos inferiores

de los casos se abre a la **cisterna cerebello-pontina** teniendo aquí relación estrecha con el paquete acústico-facial, la AICA y el flóculo. *Incluso en neurinomas del acústico de considerable tamaño, esta disección subtonsilar puede ser muy útil para localizar la porción de **nervio facial** que nace en la **fosita supraolivaria** complementando así el reconocimiento del facial dentro del poro acústico, luego del drillado del mismo.*

Las arterias cerebelosas guardan una relación más alejada con el 4to ventrículo. Así la **arteria cerebelosa superior** que camina en la **cisura cerebello-mesencefálica** contribuye con ramos precerebelares a la porción superior del techo.

La **AICA** que se relaciona íntimamente con el **flóculo**, se encuentra así muy cercano al **foramen de Luschka**, mientras que la **PICA** que cursa en la **cisura cerebello-**



Fotos N° 16-25/26 : A la izquierda, corte coronal algo más posterior al mostrado en la foto del comienzo del capítulo. 1-Pedúnculo cerebeloso superior; 2-Núcleo dentado; 3-Nódulo; 4-Uvula; 5-Pedúnculo cerebeloso medio; 7-Lobulillo central; 8-Lobulillo cuadrilátero; 9-Lobulillo simple; 10-Lobulillo semilunar superior; 11-Lobulillo semilunar inferior; 12-Lóbulo biventer; 13-Cisura horizontal; 14-Cisterna magna; 15-Venas cerebrales internas; 16-Receso lateral del IV ventrículo; 17-Cisterna cuadrigémina; 18-Rodete del cuerpo calloso; 19-Cisura colateral

A la derecha corte axial que pasa por la cavidad del IV ventrículo. 1-Amígdalas cerebelosas 2-Uvula. F: flóculos L: Foramen de Luschka. VIII: nervio vestibulo coclear.

medular alcanza el polo superior de la **amígdala** irrigando allí el **plexo coroideo**.

Es fundamental conocer en detalle la anatomía del 4to ventrículo para tratar patología ya sea dentro de la cavidad, como en el interior del tronco cerebral, ya que en estos casos, el piso ventricular constituye la puerta de entrada a las vitales estructuras del puente y la medulla oblongata. Ese conocimiento nos permitirá discernir zonas de entrada segura ya sea en el techo: abordajes transvelar superior en la parte superior o telovelar en la inferior o los abordajes pericoliculares en el piso del ventrículo. La electrofisiología puede ser de gran utilidad para reconocer los accidentes anatómicos de referencia.

LECTURAS RECOMENDADAS SOBRE CUARTO VENTRÍCULO

Abe H, Rhoton AL Jr.: Microsurgical anatomy of the cochlear nuclei. Neurosurgery. 2006 Apr;58(4):728-39; discussion 728-39.

Bogucki J, Czernicki Z, Gielecki J: Cytoarchitectonic basis for safe entry into the brainstem. Acta Neurochir (Wien). 2000;142(4):383-7. Bogucki J, Gielecki J, Czernicki Z.: The anatomical aspects of a surgical approach through the floor of the fourth ventricle Acta Neurochir (Wien). 1997;139(11):1014-9.

Cavalcanti DD; Preul MC; Yashar M: Microsurgical anatomy of safe entry zone to the brainstem. Journal of Neurosurgery, 2016, 124(5) 1359-1376.

El-Bahy K: Telovelar approach to the fourth ventricle: operative findings and results in 16 cases. Acta Neurochir (Wien). 2005 Feb;147(2):137-42; discussion 142.

Ezer H, Banerjee AD, Bollam P, Guthikonda B, Nanda A: The superior transvelar approach to the fourth ventricle and brainstem. J Neurol Surg B Skull Base. 2012 Jun;73(3):175-82.

Fernandez PM, Dujovny M: Anatomical basis for the lateral approach to the fourth ventricle. Neurol Res. 1999 Jul;21(5):444-56.

Fernandes P, Regala J, Correia F, Gonçalves-Ferreira AJ: The human locus coeruleus 3-D stereotactic anatomy. Surg Radiol Anat. 2012 Dec;34(10):879-85.

Fujii K, Lenkey C, Rhoton AL Jr.: Microsurgical anatomy of the choroidal arteries. Fourth ventricle and cerebellopontine angles. J Neurosurg. 1980 Apr;52(4):504-24.

Giliberto G, Lanzino D, Diehn F, Factor D, Flemm K, Lanzino G: Brainstem cavernous malformations: anatomical, clinical, and surgical considerations. Neurosurg Focus 29 (3):E9, 2010.

Gök A, Alptekin M, Erkutlu I: Surgical approach to the fourth ventricle cavity through the cerebellomedullary fissure. Neurosurg Rev. 2004 Jan;27(1):50-4.

Jean WC, Abdel Aziz KM, Keller JT, van Loveren HR: Subtonsillar approach to the foramen of Luschka: an anatomic and clinical study. Neurosurgery. 2003 Apr;52(4):860-6; discussion 866.

Katsuta T, Morioka T, Fujii K, Fukui M: Physiological localization of the facial colliculus during direct surgery on an intrinsic brain stem lesion. Neurosurgery. 1993 May;32(5):861-3; comment 863.

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. Report of three cases. J Neurosurg. 1993 Jun;78(6):987-93.

Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, Peace DA: Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. Neurosurgery. 1982 Feb;10(2):170-99.

Longatti P, Basaldella L, Feletti A, Fiorindi A, Billeci D: Endoscopic navigation of the fourth ventricle. Technical note and preliminary experience. Neurosurg Focus. 2005 Dec 15;19(6):E12.

Longatti P, Fiorindi A, Feletti A, D'Avella D, Martinuzzi A: Endoscopic anatomy of the fourth ventricle. J Neurosurg. 2008 Sep;109(3):530-5.

Matsushima T, Abe H, Kawashima M, Inoue T: Exposure of the wide interior of the fourth ventricle without splitting the vermis: importance of cutting procedures for the tela choroidea. Neurosurg Rev. 2012 Oct;35(4):563-71; discussion 571-2.

Matsushima T, Fukui M, Inoue T, Natori Y, Baba T, Fujii K.: Microsurgical and magnetic resonance imaging anatomy of the cerebello-medullary fissure and its application during fourth ventricle surgery. Neurosurgery. 1992 Mar;30(3):325-30.

Matsushima T, Rhoton AL Jr, Lenkey C. Microsurgery of the fourth ventricle: Part 1. Microsurgical anatomy. Neurosurgery. 1982 Nov;11(5):631-67.

Recalde RJ, Figueiredo EG, de Oliveira E: Microsurgical anatomy of the safe entry zones on the anterolateral brainstem related to surgical approaches to cavernous malformations. Neurosurgery 62 (3 Suppl 1):9-17, 2008 Recalde RJ, Figueiredo EG, de Oliveira E: Microsurgical anatomy of the safe entry zones on the anterolateral brainstem related to surgical approaches to cavernous malformations. Neurosurgery 62 (3 Suppl 1):9-17, 2008

Salma A, Yeremeyeva E, Baidya NB, Sayers MP, Ammirati M: An endoscopic, cadaveric analysis of the roof of the fourth ventricle. J Clin Neurosci. 2013 May;20(5):710-4.

Sharifi M, Ciołkowski M, Krajewski P, Cizek B.: The choroid plexus of the fourth ventricle and its arteries. Folia Morphol (Warsz). 2005 Aug;64(3):194-8.

Sharifi M, Ungier E, Cizek B, Krajewski P: Microsurgical anatomy of the foramen of Luschka in the cerebellopontine angle, and its vascular supply. Surg Radiol Anat. 2009 Jul;31(6):431-7.

Strauss C, Lütjen-Drecoll E, Fahlbusch R: Pericolicular surgical approaches to the rhomboid fossa. Part I. Anatomical basis. J

Neurosurg. 1997 Dec;87(6):893-9.

Tubbs RS, Bosmia AN, Loukas M, Hattab EM, Cohen-Gadol AA: The inferior medullary velum: anatomical study and neurosurgical relevance. J Neurosurg. 2013 Feb;118(2):315-8.

Tubbs RS, Wellons JC 3rd, Salter G, Oakes WJ: Fenestration of

the superior medullary velum as treatment for a trapped fourth ventricle: a feasibility study. Clin Anat. 2004 Mar;17(2):82-7.

Yagmurlu, Kaan; Rhoton, Albert L. Jr; Tanriover, Necmettin; Bennett, Jeffrey A: Three-Dimensional Microsurgical Anatomy and the Safe Entry Zones of the Brainstem. Neurosurgery. 10: 602-620, December 2014.