

Dr. Ernesto Roldán Valadez,¹
 Dra. Sandra Osorio Peralta,²
 Dra. María Teresa Facha,³
 Dr. Manuel Martínez López,³
 Dr. Jesús Taboada Barajas⁴

Anatomía radiológica del espacio subaracnoideo: Las cisternas. Revisión

RESUMEN

Introducción: Las cisternas del encéfalo constituyen un reservorio de líquido cefalorraquídeo con volumen mayor al de los ventrículos; contienen vasos sanguíneos y estructuras nerviosas; se continúan unas con otras y se comunican con el sistema ventricular a través de los agujeros mediano y laterales, situados en el 4° ventrículo.

Material y método: La resonancia magnética (RM) evita procedimientos invasivos mediante secuencias que permiten observar el líquido cefalorraquídeo sin contraste, por ejemplo

el T2-P y la secuencia FIESTA. La neumocisternografía y la inyección de medio hidrosoluble en el espacio subaracnoideo han quedado en desuso.

Resumen: Describimos las 15 cisternas más importantes del espacio subaracnoideo, clasificándolas en cuatro grupos: I Fosa posterior (1-Bulbar, 2-Protuberancial o pontina 3-Magna, 4-Pontocerebelosa, 5-Cerebelosa superior o vermiana). II Perimesencefálicas (6-Interpeduncular, 7-Crurales, 8-Ambiens, 9-Cuadrigeminal). III Grupo 3 (10- retrotalámicas, 11-del velo interpuesto, 12-del cuerpo calloso). IV Supraselares (13-

quiasmática, 14-lámina terminal, 15-silvianas).

Conclusión: Esta revisión muestra en forma didáctica la información básica que hay que recordar de cada cisterna (contenido y relación anatómica con el resto de las estructuras encefálicas), con el apoyo de esquemas, imágenes de TC y de RM.

Palabras clave: Anatomía, cisternas, espacio subaracnoideo, tomografía computarizada, resonancia magnética.

continúa en la pág. 28

¹ De los Departamentos de Radiología e Imagen de la Fundación Clínica Médica Sur. ² Del Departamento de Radiología del Instituto Nacional de Cancerología, Secretaría de Salud. ³ De la Unidad de Resonancia Magnética de la Fundación Clínica Médica Sur. ⁴ Departamento de Neuroimagenología Estudios Clínicos. Dr. T.J. Oriard. Puente de Piedra No. 150. Col. Toriello Guerra, 14050, México, D.F.
 Copias (copies) Dr. Ernesto Roldán-Valadez. E-mail: ernest.rolدان@usa.net

Introducción

Las cisternas del encéfalo constituyen un gran reservorio de líquido cefalorraquídeo, cuyo volumen es mayor al contenido en las cavidades ventriculares; estos espacios contienen vasos sanguíneos y algunas estructuras nerviosas. Las cisternas se continúan unas con otras y se comunican con el sistema ventricular a través de los agujeros mediano y laterales en su relación con el 4° ventrículo (*Figura 1*).

El avance tecnológico ha tenido repercusión en el estudio de las cisternas, hasta hace un poco más de 20 años la mayoría de los textos de Radiología se referían al estudio de las cisternas con técnicas actualmente en desuso, como la neumocisternografía¹ y la inyección en el

espacio subaracnoideo (previa extracción de líquido cefalorraquídeo) de medio de contraste yodado hidrosoluble como el metrizamide.² Actualmente la resonancia magnética (RM) nos evita procedimientos invasivos con el uso de secuencias que permiten observar el líquido cefalorraquídeo sin contraste, por ejemplo el T2 y la secuencia FIESTA (fast imaging employing steady-state excitation sequence); además de la valoración dinámica del mismo con la cisternografía por RM.

El propósito de esta revisión es mostrar en forma didáctica y sencilla la información básica que hay que recordar de cada cisterna (estructuras que contienen y su relación anatómica con el resto de las estructuras encefálicas). Enumeramos los puntos básicos a recordar de cada una y para la mayoría nos apoyamos en esquemas, imágenes de tomografía y/o de resonancia magnética. La bibliografía se basa en textos conocidos sobre el tema³⁻⁵ y en algunas de las primeras publicaciones radiológicas que describieron las cisternas en la década de los 80;^{1,2,6-17} los esquemas fueron modificados del excelente texto radiológico de los doctores Ele-

ABSTRACT

Introduction: Encephalon cisterns constitute a of cephalorrhachidea liquid reservoir with a greater volume than that one of the ventricles; they contain blood vessels and venous structures; they are continual with each others and they communicate with the ventricular system through the medium and lateral holes, located in the fourth ventricle.

Material and method: The magnetic resonance (MR)

avoids invasive procedures by means of sequences that allow to observe the cephalorrhachidean liquid without contrast, for example the T2-P and the FIES-TA sequence. The neumocisternography and the injection of hydrosoluble medium into the subarachnoid space have become obsolete.

Results and remarks: We describe the 15 more important cisterns of the subarachnoid space, classifying them in four groups: I. Posterior fossa (1. Bulbar, 2. Protuberance or pontine, 3. Magna, 4. Ponto cerebellar, 5. Superior cerebellar or vermiana). II. Perimesencephalic (6. Interpeduncular, 7. Crural, 8. Ambiens, 9. Cuadrigeminal). III. (10. Retrothalamic, 11. Interposed veil, 12. Of the callosum body). IV Suprasellar (13. chiasmatic, 14. Terminal Lamina, 15. Sylvian).

Conclusions: This revision shows in didactic form the basic information that is to remember of each cistern (content and anatomical relation with the rest of the encephalic structures), supported of schemes, images of TC and MR.

Key words: Anatomy, subarachnoid space, tomography, magnetic resonance.

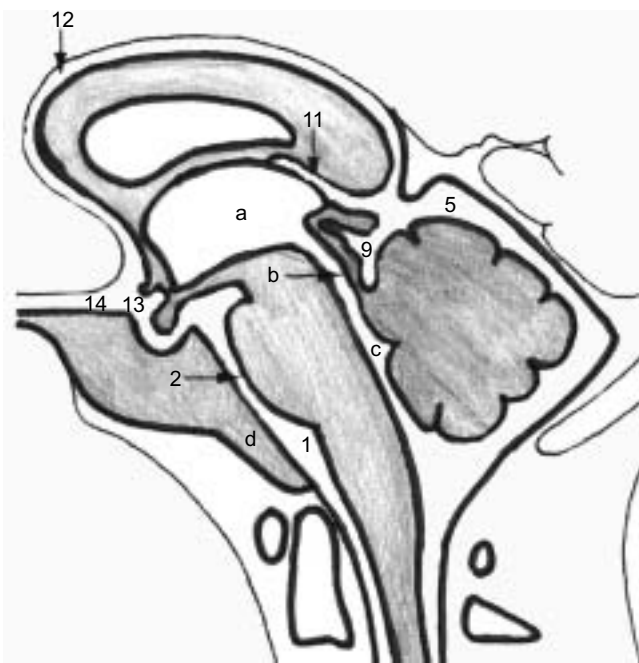


Figura 1. Esquema de las cisternas del encéfalo en un corte sagital de la línea media (los números de las cisternas corresponden con los usados en el artículo). 1-Bulbar, 2-Pontina, 3-Magna, 5-Vermiana superior, 6-Interpeduncular, 9-Cuadrigeminal, 11-Del velo interpuesto, 12-Del cuerpo calloso, 13-Quiasmática, 14-Lámina terminal, a-Tercer ventrículo, b-Acueducto de Silvio, c-Cuarto ventrículo, d-Porción basilar del occipital.

ta y Velán.⁵ Con motivos didácticos, las cisternas pueden ser clasificadas en cuatro grupos de acuerdo con

su visualización en los cortes con tomografía (Cuadro I). Estos grupos son:

- I. Fosa posterior.
- II. Perimesencefálicas.
- III. Retrotalámicas, del velo interpuesto y del cuerpo calloso.
- IV. Supraselares.

I. Cisternas de la fosa posterior

1. Cisterna bulbar o medular

Situada entre la cara anterior del bulbo raquídeo y la cara posterior de la apófisis basilar del occipital (Figuras 1 y 2). Se continúa hacia abajo con el espacio subaracnoideo (ESA) de la médula cervical y hacia arriba con la cisterna pontina. Contiene las arterias vertebrales y cerebelosas posteroinferiores, así como los pares craneanos IX, X, XI y XII. En tomografía, la porción superior puede no visualizarse debido a artefactos de los peñascos temporales, aunque en general suele observarse en forma completa.

2. Cisterna pontina

Continuación hacia arriba de la cisterna bulbar, situada entre la cara anterior de la protuberancia y la cara posterior del clivus y el dorso selar (Figuras 1 y 3). Se comunica a los lados con las cisternas ponto-cerebelosas y arriba con la interpeduncular. Es recorrida de abajo arriba por la arteria basilar, cuando se ubica en la línea media.

Cuadro I. Principales cisternas del encéfalo

Fosa posterior	Perimesencefálicas
Cisterna bulbar o medular Cisterna pontina Cisterna pontocerebelosa Cisterna magna o cerebelomedular Cisterna cerebelosa o vermiana superior	Cisterna interpeduncular Cisternas crurales Cisternas <i>ambiens</i> Cisterna cuadrigeminal
Retrotalámicas, del velo interpuesto y del cuerpo calloso	Supraselares
Cisternas retrotalámicas, retropulvinares o ala de ambiens Cisterna del velo interpuesto (se continúa con la cisterna de Galeno) Cisterna del cuerpo calloso	Cisterna quiasmática Cisterna de la lámina terminal Cisternas silvianas

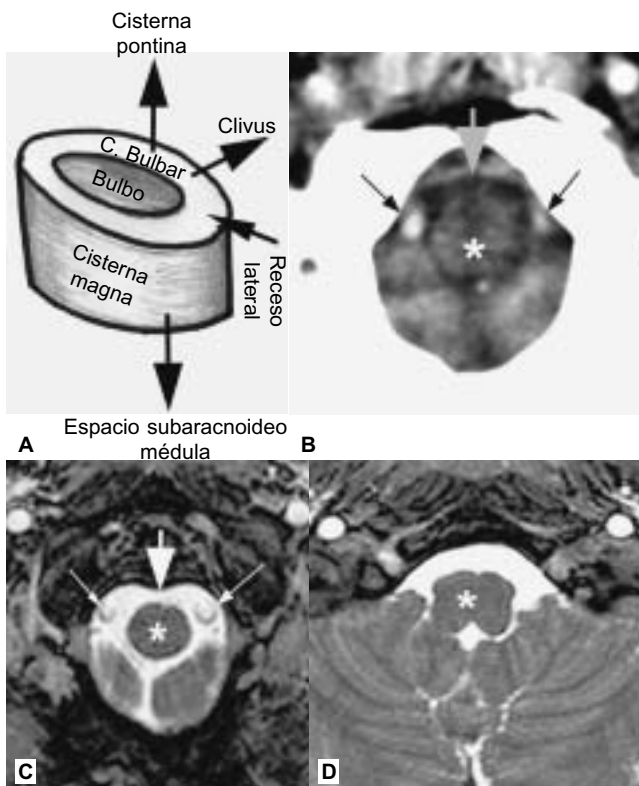


Figura 2. A) Ubicación y relaciones de la cisterna bulbar. B) Imagen de TC. C y D) Imágenes de RM axial en secuencia FIESTA. En B, C y D, las flechas largas, arterias vertebrales; flecha grande, cisterna bulbar; * bulbo.

Contiene también parte del trayecto de los pares craneales V y VI.

3. Cisterna pontocerebelosa

Bilateral y simétrica, de tamaño variable y forma más o menos triangular. El lado interno y posterior formado por el ángulo pontocerebeloso, el lado posterior corresponde al extremo anterola-

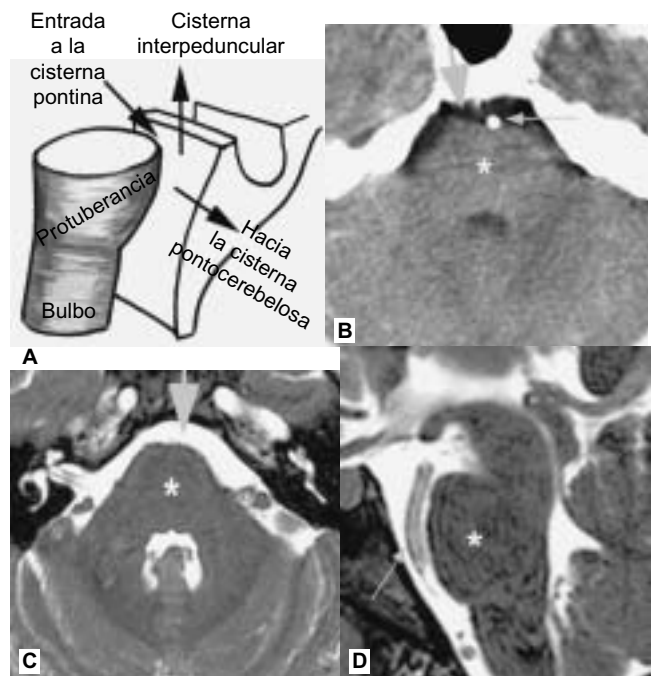


Figura 3. A) Relaciones de la cisterna pontina. B) Imagen de TC con contraste. C y D) Imágenes de RM, axial y sagital. En B, C y D, * puente; flecha grande, cisterna pontina; flecha larga, arteria basilar.

teral del hemisferio cerebeloso. El lado anterolateral lo forma la pared posterosuperior del peñasco (Figuras 1 y 4). El límite superior corresponde a la tienda del cerebelo y el inferior a la base del cráneo. Se comunica hacia arriba por la incisura tentorial, con la cisterna ambiens y a través del agujero lateral con el IV ventrículo. Puede cubrir toda la cara del peñasco, o bien sólo llegar a forrar las paredes del conducto auditivo interno. Las estructuras que la atraviesan en sus diferentes porciones son: Superior: Los pares cra-

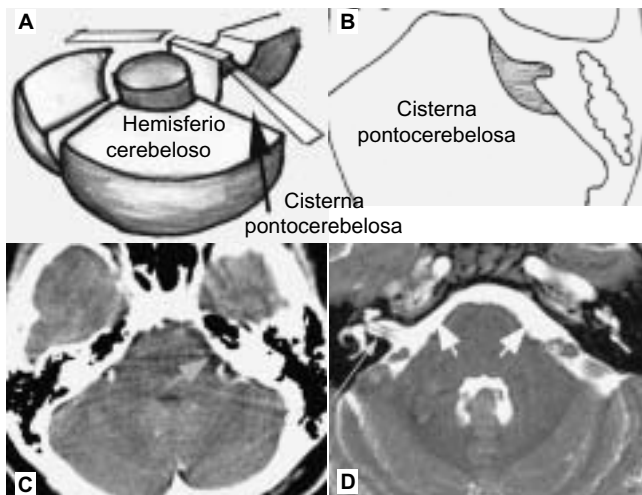


Figura 4. A) Relaciones de la cisterna pontocerebelosa. B) Esquema que muestra la penetración de la cisterna en el conducto auditivo interno. C) Imagen de TC con contraste. D) Imagen de RM, axial. En C y D, flechas grandes, cisternas del ángulo pontocerebeloso; flecha larga, conducto auditivo interno.

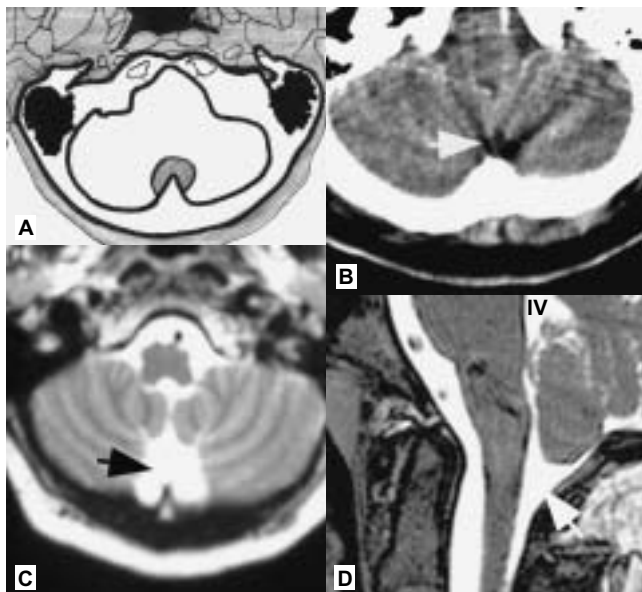


Figura 5. A) Esquema axial que muestra la localización de la cisterna magna. B) Imagen de TC. C y D) Imágenes de RM, axial y sagital. En C y D, flechas grandes, cisterna magna; IV, cuarto ventrículo.

neanos V y VI. Media: Nervios que se dirigen hacia el conducto auditivo interno, VIII par, VII par y el intermediario de Wrisberg. Inferior: pares IX, X y XI, que se dirigen al agujero rasgado posterior. En la tomografía se observa como una banda hipodensa que corre paralela al peñasco temporal.

4. Cisterna magna o cerebelomedular

Se sitúa entre la cara posterior del sector alto de la médula cervical y la parte posterior del cerebelo (Figuras 1 y 5). Por detrás limita con la escama del occipital. Por delante de abajo arriba, con la porción superior de la médula cervical y la parte inferior del bulbo y el cerebelo (vermis inferior y margen medial de los hemisferios cerebelosos).

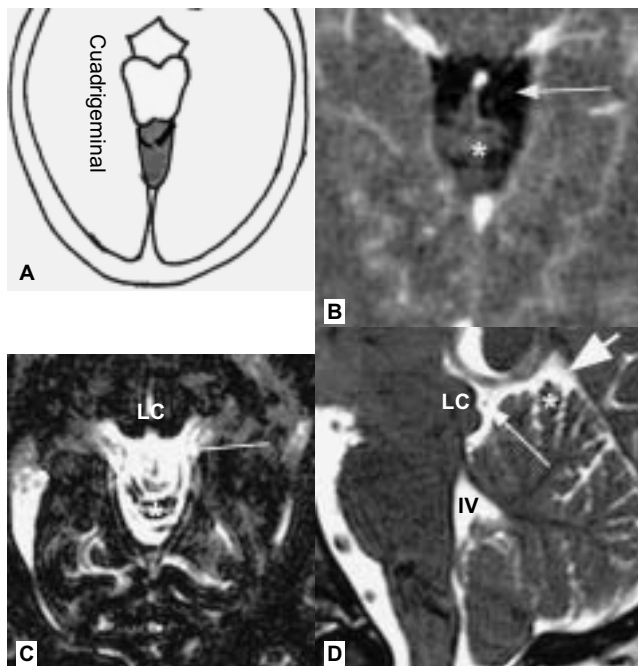


Figura 6. A) Relaciones de la cisterna vermiana superior y de la cuadrigeminal. B) Imagen de TC con contraste. C y D) Imágenes de RM, axial y sagital. En C y D, flecha grande, cisterna vermiana superior; flecha larga, cisterna cuadrigeminal; IV, cuarto ventrículo; * culmen; LC, lámina cuadrigeminal.

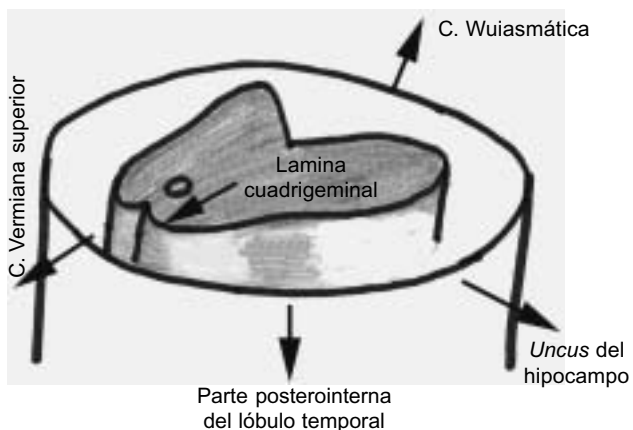


Figura 7. Esquema que muestra las relaciones que guardan entre sí las cisternas que rodean al tronco encefálico.

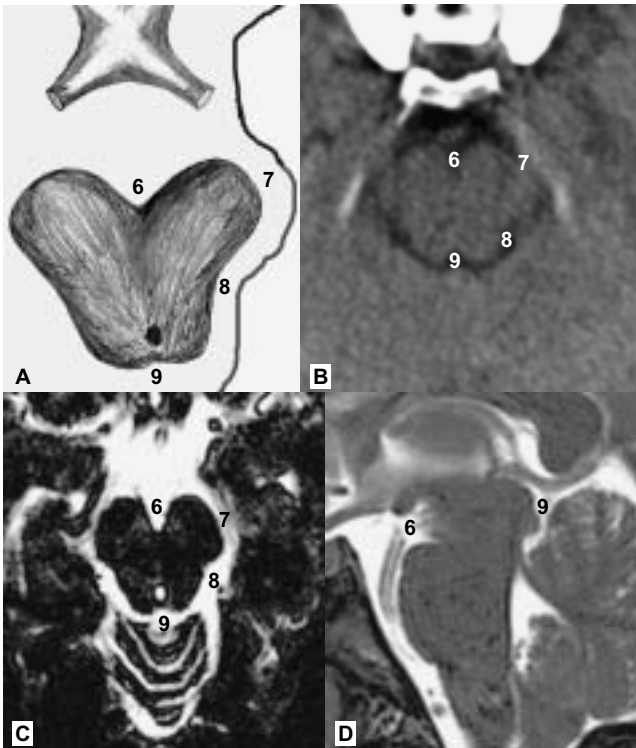


Figura 8. A) Relaciones de las cisternas perimesencefálicas. B) Imagen de TC simple. C y D) Imágenes de RM, axial y sagital. Los números son los mismos utilizados en la figura 1.

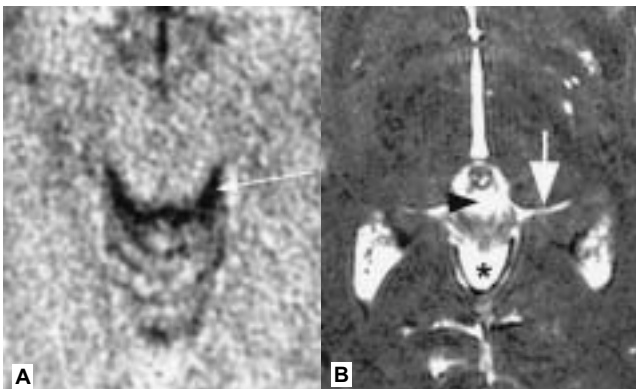


Figura 9. A) Imagen de TC simple, que pasa por la lámina cuadrigeminal, y B) Imagen de RM axial a través de los tálamos. Flecha larga muestra la cisterna ambiens; flecha grande, cisterna ala de ambiens o retropulvinar; * cisterna vermiana superior; cabeza de flecha, cisterna de la vena de Galeno.

Se comunica hacia adelante con la cisterna bulbar y el IV ventrículo, a través del agujero mediano. Contiene las amígdalas cerebelosas y las arterias cerebelosas posteroinferiores. En TC no se visualiza bien debido a su posición baja y cercana

al occipital, puede observarse de mayor tamaño en la atrofia del cerebelo o como variante anatómica.

5. Cisterna cerebelosa o vermiana superior

Situada sobre el vermis superior, desde allí se extiende hacia los lados, sobre la cara superior y medial de los hemisferios cerebelosos. Su techo está constituido por la tienda del cerebelo (Figuras 1 y 6). Se comunica adelante con la cisterna cuadrigeminal y hacia los lados llega hasta las cisternas pontocerebelosas. En la tomografía se observa su porción medial, surcada por las eminencias transversales del vermis superior, hacia delante se observa su continuidad con la cisterna cuadrigeminal.

II. Cisternas perimesencefálicas

Rodean en forma de manguito el mesencéfalo o porción alta y supratentorial del tallo cerebral. Se encuen-

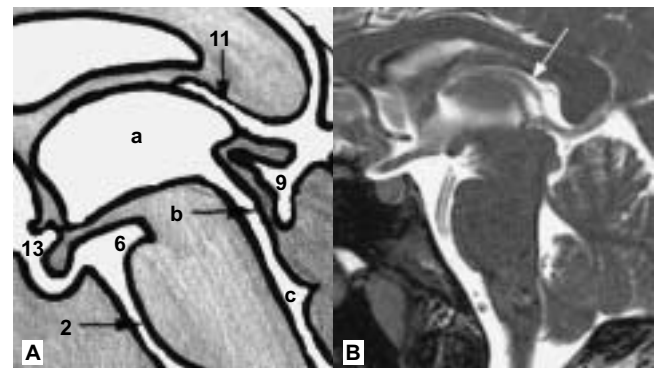


Figura 10. A) Representación esquemática en corte sagital de la cisterna de velo interpuesto (cavum veli interpositi). B) Imagen de RM, sagital. Flecha larga, cisterna del velo interpuesto.

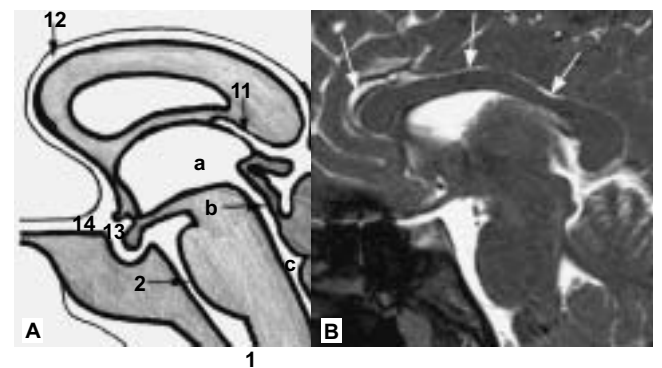


Figura 11. A) Representación esquemática en corte sagital de la cisterna del cuerpo calloso, las letras y números corresponden a los de la figura 1. B) Imagen de RM, sagital; flechas largas, cisterna del cuerpo calloso.

tran esquematizadas en la *figura 7*. Recuerde que la porción baja del tallo cerebral está rodeada por las cisternas bulbar y pontina y parcialmente, por la magna y la pontocerebelosa.

6. Cisterna interpeduncular

Su límite posterior y lateral corresponde a los pedúnculos cerebrales; delante y abajo se relaciona con la porción alta del dorso selar y los tubérculos mamilares. Se extiende hacia adelante hasta llegar a la cara posterior del *tuber cinereum* y del infundíbulo. (*Figuras 1, 7 y 8*). Su límite con la cisterna quiasmática es un plano frontal que prolonga hacia arriba el dorso de la silla turca. Su límite superior está dado por el espacio perforado posterior.

Hacia abajo se continúa con la cisterna pontina y hacia delante y afuera, en cada lado, con la cisterna crural. Contiene las arterias basilar, cerebrales posteriores y cerebelosas superiores, además del III par craneal.

7. Cisternas crurales

Bilaterales y simétricas, el límite interno y posterior corresponde a la cara externa de los pedúnculos cerebrales; por fuera se encuentra con el hipocampo, por delante se comunica con las cisternas interpeduncular y quiasmática y por detrás se prolonga con la ambiens. En la tomografía se muestran habitualmente todas las cisternas perimesencefálicas (troncales superiores), cuya forma es de un anillo hipodenso (*Figuras 1, 7 y 8*).

8. Cisternas ambiens

Bilaterales y simétricas, estrechas y situadas a cada lado de la línea media. Por detrás se comunican con la cisterna cuadrigeminal. La tienda del cerebelo las divide en una porción supratentorial y otra infratentorial, la primera es la mayor y está situada entre la cara externa del pedúnculo cerebral y la cara interna del lóbulo temporal (*Figuras 1, 7 y 9*). Se comunican hacia adelante con las cisternas crurales, atrás con la cuadrigeminal, arriba con la cisterna ala de ambiens o retropulvinar y hacia abajo se continúan con su porción infratentorial. La porción inferior, situada entre la cara externa de la protuberancia y la interna del hemisferio cerebeloso se prolonga hacia adelante y abajo con la cisterna pontina y más abajo con la pontocerebelosa.

9. Cisterna cuadrigeminal

Constituye un amplio sector del espacio subaracnoideo (*Figuras 1, 7, 8 y 9*). Su límite anterior de abajo arriba son los tubérculos cuadrigeminales, la

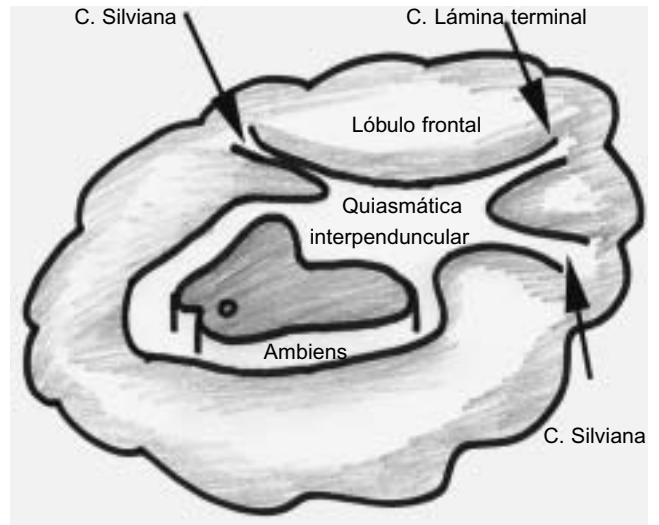


Figura 12. Representación esquemática en vista oblicua de la cisterna quiasmática y su relación con las cisternas perimesencefálicas.

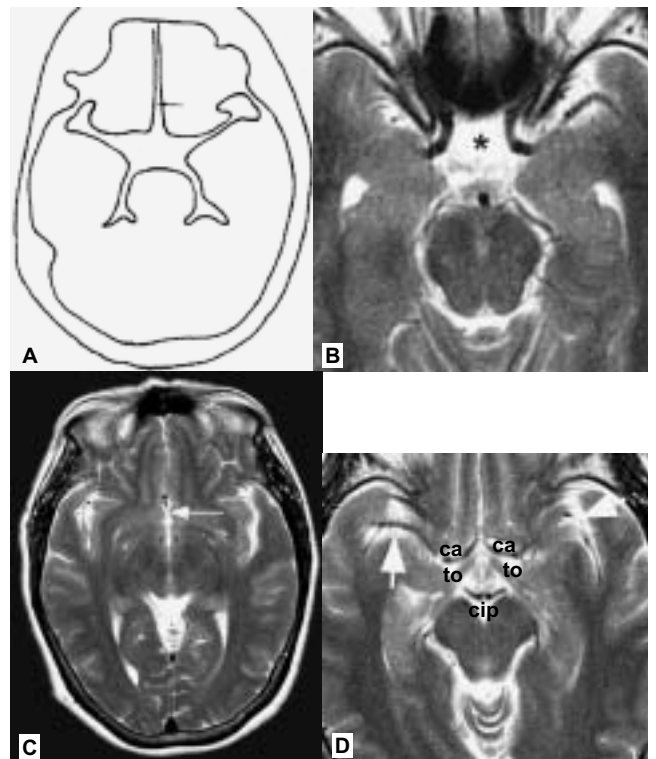


Figura 13. A) Representación esquemática en corte axial de las cisternas quiasmática (número 1 en la figura), de la lámina terminal (número 2), y las cisternas Silviana (número 3). B, C y D) Imágenes de RM axiales. Flecha larga, cisterna de la lámina terminal; * cisterna quiasmática; flecha grande, cisternas silvianas; ca, arterias cerebrales anteriores; cip, cisterna interpeduncular; to, tractos ópticos.

comisura blanca posterior, el cuerpo pineal y el receso suprapineal. La pared posterior tiene una porción infratentorial relacionada con el vermis y la cisterna vermiana superior, más arriba se relaciona con el tentorio y el puente adenoideo que cubre la cisura transversa, a uno y otro lados se encuentra la cara interna del hemisferio cerebral y en seguida el atrio ventricular. Se comunica hacia delante y también a los lados con las cisternas ambiens, hacia arriba y delante con las cisternas del velo interpuesto y del cuerpo caloso. En la tomografía, siempre se observa. Junto con las cisternas retropulvinares forma una curva hipodensa de concavidad superior. La forma de su pared anterior está dada por la prominencia de los tubérculos cuadrigéminos. La glándula pineal, habitualmente calcificada, se proyecta en la parte anterior y superior de la cisterna cuadrigeminal.

III. Cisternas del Grupo 3

10. Cisternas retrolámicas, retropulvinares o ala de ambiens

La denominación retropulvinar es la más demostrativa desde el punto de vista anatómico. Es simétrica, de forma laminar, situada en el plano frontal por detrás del pulvinar y del tálamo óptico. Hacia adentro se comunica con la cisterna cuadrigeminal, hacia abajo con la ambiens y en la parte superior del tálamo se relaciona hacia adelante, con la cisterna del velo interpuesto. En la tomografía se visualiza como una línea suave de concavidad anterior, situada por detrás del pulvinar (*Figura 9*).

11. Cisterna del velo interpuesto (*cavum veli interpositi*)

Otros nombres dados a esta cisterna son: cisterna sobre III ventrículo y cisterna subtrigonal. Se extiende desde la parte superior de la cisterna retropulvinar hacia delante, hasta llegar al agujero de Monro; contiene la vena cerebral interna y la vena de Galeno. Se acompaña en su trayecto de la tela coroidea superior. Situada por encima del III ventrículo, debajo del fórnix (*Figuras 1 y 10*). La extensión hacia atrás de esta cisterna constituye la "Cisterna de Galeno", cuyos límites son: hacia atrás, una porción de la vena de Galeno y glándula pineal; hacia delante se continúa con la cisterna del velo interpuesto; hacia abajo con las venas basales de Rosenthal; arriba, limita con el esplenio del cuerpo caloso, y a los lados con los pilares del fórnix (*Figura 9B*).

12. Cisterna del cuerpo caloso

Se sitúa entre el borde inferior de la hoz del cerebro, la cara superior del cuerpo caloso y las caras

internas de los hemisferios cerebrales. Se divide en tres partes: la anterior sobre la rodilla del cuerpo caloso, se comunica hacia adelante con la cisterna de la lámina terminal. La parte media se sitúa en el tronco caloso y la posterior en el esplenio y se comunica con la cisterna cuadrigeminal (*Figuras 1 y 11*).

IV. Cisternas supraselares

El espacio supraselar está limitado hacia atrás, por los pedúnculos cerebrales; adelante, por la cara posterior de los lóbulos frontales y lateralmente, por la cara interna de los lóbulos temporales. En su formación participan también las cisternas interpedunculares y las crurales. El espacio supraselar de estas cisternas adopta la forma de una estrella de cinco picos, su centro corresponde adelante a la cisterna quiasmática y atrás a la interpeduncular. Las tres puntas anteriores pertenecen al inicio de las cisternas silvianas y lámina terminal, y las dos posteriores al inicio de las cisternas crurales. Si se visualiza la parte alta de la cisterna interpeduncular, a la estrella se le agrega un sexto pico de ubicación posterior. El espacio supraselar contiene al quiasma óptico con sus cintillas y nervios, al *tuber cinereum* con el infundíbulo y el tallo hipofisario, las arterias del polígono de Willis y venas correspondientes (*Figura 12*).

13. Cisterna quiasmática

Es la cisterna más amplia del espacio subaracnoideo supraselar. Su límite posterior es la continuación vertical del dorso selar, el anterior son las caras posteriores de los lóbulos frontales, lateralmente los uncus temporales, el techo está formado por el hipotálamo y las superficies perforadas anteriores; el piso está formado por el diafragma selar (*Figuras 12 y 13*). Hacia adelante y arriba se comunica con la cisterna de la lámina terminal. Por delante de cada uncus, se comunica con ambas cisternas silvianas que se abren lateralmente. Hacia atrás se encuentra la cisterna interpeduncular. Contiene el quiasma, cintillas y nervios ópticos, el *tuber cinereum* con el infundíbulo y el tallo hipofisario y la parte anterior del polígono de Willis (este último formado por las comunicantes posteriores y anterior y por el inicio de las cerebrales medias y anteriores) por último, contiene venas.

14. Cisterna lámina terminal

Se extiende a partir de la porción anterior y superior de la cisterna quiasmática hacia delante y arriba. La lámina terminal es una estructura nerviosa que continúa hacia abajo al piso o rostro de la rodi-

Ila del cuerpo calloso y separa en dos mitades a esta cisterna. La mitad posterior se encuentra entre esta lámina y la pared anterior del III ventrículo; la mitad anterior se extiende entre ambos lóbulos frontales, llegando hasta la hoz del cerebro (*Figuras 12 y 13*).

15. Cisternas silvianas

Constituyen un espacio extenso, de forma laminar, bilateral y simétrica. Situadas en las cisuras de Silvio, que se comunican por dentro con la parte anterolateral de la cisterna quiasmática. Contienen la arteria cerebral media o silviana (*Figuras 12 y 13*).

Referencias

1. Lee SH, Lewis E, Montoya JH, Seelaus JF. Bilateral cerebellopontine angle air-CT cisternography. *AJNR* 1981; 2: 105-6.
2. Davis JR, Zito JL, Hesselink JR, Taveras JM, Kjellberg RN. Metrizamide sagittal tomography: adjunct to CT cisternography of the sellar region. *AJR* 1980; 134: 1205-8.
3. Taveras JM, Ferrucci JT. *Neuroradiology and radiology of the head and neck*. In: *Radiology on CD-ROM. Diagnosis, imaging, intervention*. JM Taveras, JT Ferrucci. (Ed.) Vol 3, Lippincott, Williams & Wilkins; 2000.
4. Patel VH, Friedman L. Cisternal anatomy. In: *MRI of the brain. Normal anatomy and normal variants*. VH Patel and L Friedman. (Ed.) Philadelphia, Pennsylvania: W.B. Saunders; 1997, p. 285-307.
5. Eleta FA, Velán O. Radiología del espacio subaracnoideo. Las cisternas. In: *Diagnóstico por imágenes de la cara, cráneo y endocráneo*. FA Eleta, O Velán (Ed.) Vol. 1, Barcelona, España: JIMS; 1985, p. 439-54.
6. Zeumer H, Hacke W, Hartwich P. A quantitative approach to measuring the cerebrospinal fluid space with CT. *Neuroradiology* 1982; 22: 193-7.
7. Wiggli U, Benz UF. Normal computed tomography anatomy of the suprasellar subarachnoid space. *Radiology* 1978; 128: 65-70.
8. Zatz LM, Janon EA, Newton TH. The enlarged sella and the intrasellar cistern. *Radiology* 1969; 93: 1085-91.
9. Syvertsen A, Haughton VM, Williams AL, Cusick JF. The computed tomographic appearance of the normal pituitary gland and pituitary microadenomas. *Radiology* 1979; 133: 385-91.
10. Nutrizio V, Ivekovic V, Paladino J, Papa J, Marinsek Cicin-Sain V. Radiologic anatomy of the subarachnoid space of the brain displayed by means of contrast materials during computerized tomography. *Acta Med Lugosl* 1981; 35: 157-64.
11. Nauta HJ, Dolan E, Yasargil MG. Microsurgical anatomy of spinal subarachnoid space. *Surg Neurol* 1983; 19: 431-7.
12. Just NW, Goldenberg M. Computed tomography of the enlarged cisterna magna. *Radiology* 1979; 131: 385-91.
13. Haughton VM, Rosenbaum AE, Williams AL, Drayer B. Recognizing the empty sella by CT: the infundibulum sign. *AJR* 1981; 136: 293-5.
14. Drayer BP, Rosenbaum AE, Kennerdell JS, Robinson AG, Bank WO, Deeb ZL. Computed tomographic diagnosis of suprasellar masses by intrathecal enhancement. *Radiology* 1977; 123: 339-44.
15. Daniels DL, Haughton VM, Williams AL, Berns TF. The flocculus in computed tomography. *AJNR* 1981; 2: 227-9.
16. Daniels DL, Haughton VM, Williams AL, Gager WE, Berns TF. Computed tomography of the optic chiasm. *Radiology* 1980; 137: 123-7.
17. Berns TF, Daniels DL, Williams AL, Haughton VM. Mesencephalic anatomy: demonstration by computed tomography. *AJNR* 1981; 2: 65-7.