

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA**

**OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS**



**PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL**

**ÁREA DE ESTUDIO: ANATOMÍA HUMANA APLICADA.**

**TÍTULO: MENINGES Y LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO.**

**AUTOR: MAYO MENDOZA, LUIS ALVARO.**

**ASESOR: DR. Mg. CUBA GONZALEZ, ERIC.**

**LIMA - 2017**

## **DEDICATORIA.**

Dedico el presente trabajo monográfico a mi familia que ha sido la base para mis logros cada día. A mis docentes, que me formaron académicamente y como persona; y a Dios.

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....                           | 1  |
| MENINGES .....                               | 2  |
| FUNCIONES .....                              | 2  |
| MENINGES ENCEFÁLICAS .....                   | 4  |
| DURAMADRE .....                              | 4  |
| INERVACIÓN DE LA DURAMADRE .....             | 7  |
| IRRIGACIÓN DE LA DURAMADRE .....             | 8  |
| SENOS VENOSOS DURALES .....                  | 9  |
| ARACNOIDES .....                             | 12 |
| MENINGES ESPINALES .....                     | 14 |
| ESPACIOS INTERMENÍNGEOS .....                | 16 |
| AFECCIONES MÁS COMUNES DE LAS MENINGES ..... | 19 |
| SISTEMA VENTRICULAR .....                    | 20 |
| LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO .....                | 22 |
| FORMACIÓN DEL LCR .....                      | 23 |
| CIRCULACIÓN DEL LCR .....                    | 25 |
| OBTENCIÓN DE LCR .....                       | 26 |
| AFECCIONES MÁS COMUNES AL ENCÉFALO .....     | 28 |
| CONCLUSIONES .....                           | 34 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                           | 35 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Fig. 1 : Meninge en porción encefálica y espinal o medular. (1) .....          | 4  |
| Fig. 2 : Tabiques de la duramadre. (3).....                                    | 6  |
| Fig. 3 : Inervación de la duramadre (3).....                                   | 7  |
| Fig. 4 : Irrigación arterial de la duramadre.(3) .....                         | 9  |
| Fig. 5 : Senos venenosos de la duramadre. (3) .....                            | 12 |
| Fig. 6 : Meninges encefálicas (4).....   | 14 |
| Fig. 7: Duramadre espinal. (4) .....   | 16 |
| Fig. 8 : Duramadre espinal. (4) .....  | 17 |
| Fig. 9 : Cisternas aracnoideas. (1) .....                                      | 18 |
| Fig. 10 : Ventriculos cerebrales. Vista lateral izquierda y frontal. (3) ..... | 21 |
| Fig. 11 : Ventriculos cerebrales. Vista lateral izquierda. (1).....            | 21 |
| Fig. 12 : Formación y circulación del líquido cefalorraquídeo. (4) .....       | 26 |
| Fig. 13 : Obtención del líquido cefalorraquídeo, por debajo de L2 (9) .....    | 27 |
| Fig. 14 : . Hidrocefalia no comunicante. Vista lateral. (11).....              | 29 |
| Fig. 15 : . Hidrocefalia no comunicante. Vista lateral izquierda. (11) .....   | 30 |
| Fig. 16 : Hidrocefalia ex vacuo. (11).....                                     | 30 |
| Fig. 17 : Hidrocefalia de presión normal (11) .....                            | 31 |

## RESUMEN.

Las meninges o membranas son capas que se encargan de la protección del sistema nervioso central (SNC), cubriéndolo en toda su extensión y dimensión, este recorrido se da tanto en su porción encefálica como en su porción medular y se comunican a través del agujero magno del cráneo; tienen múltiples funciones como son la de protección, nutrición, sostén, medio de irrigación, comunicador sensorial frente a la presión intracraneal y almacén para el recorrido del líquido cefalorraquídeo (LCR). Las meninges se dividen en tres capas: la duramadre, la aracnoides, y la piamadre; y éstas dan lugar a 3 espacios virtuales: espacio epidural, se sitúa en un plano superficial a la duramadre, solo se ubicará a nivel medular, de encontrarse a nivel craneal se sospecharía de algunas alteraciones como son los hematomas epidurales; espacio subdural, encontraremos gran cantidad de vasos sanguíneos que atravesarán las anteriores capas para la irrigación de las mismas membranas y del encéfalo; espacio subaracnoideo, por éste circulará el LCR, materia incolora que tiene su origen real en los plexos coroideos de los ventrículos cerebrales, se encargará de la protección del encéfalo bajo su propiedad amortiguadora frente a traumatismos, regulará la presión hidrostática y llevará nutrientes al SNC; mediante la obtención de este líquido se podrán diagnosticar las diversas enfermedades o afecciones que atacan al sistema nervioso central. El LCR se obtiene comúnmente al realizar la punción entre la 4ta y 5ta vértebra lumbar, a la altura del filum terminal o cola de caballo, pero también se puede obtener con la punción de otras zonas como son la punción ventricular y la cisternal. El LCR en condiciones normales tiene un trayecto continuo e ininterrumpido y se renueva mediante la filtración a través organismos de granulación (plexos coroideos y granulaciones aracnoideas); de obstruirse estas vías podría traer consecuencias clínicas, en su mayoría lesiones irreversibles.

**Palabras claves:** Meninges, líquido cefalorraquídeo, espacio subaracnoideo, ventrículos cerebrales, granulaciones aracnoideas.

## SUMMARY.

The meninges or membranes are layers that are in charge of the protection of the central nervous system (CNS), covering it in all its extension and dimension, this route occurs both in its encephalic portion and in its spinal portion and communicate through the foramen magnum of the skull; have multiple functions such as protection, nutrition, support, irrigation medium, sensorial communicator against intracranial pressure and storage for cerebrospinal fluid (CSF). The meninges are divided into three layers: the dura, the arachnoid, and the pia mater; and these give rise to 3 virtual spaces: epidural space, it is placed in a superficial plane to the dura, it will only be located at the medullary level, of being at cranial level suspected of some alterations as the epidural hematomas; subdural space, we will find large number of blood vessels that will cross the previous layers for the irrigation of the same membranes and the encephalon; subarachnoid space, the CSF will circulate, a colorless matter that has its real origin in the choroid plexus of the cerebral ventricles, will be responsible for protecting the brain under its damping property against trauma, regulate hydrostatic pressure and bring nutrients to the CNS; by obtaining this liquid can diagnose various diseases or conditions that attack the central nervous system. The CSF is commonly obtained by performing the puncture between the 4th and 5th lumbar vertebra, at the level of the terminal phylum or horse's tail, but can also be obtained by puncture of other areas such as ventricular and cisternal puncture. The CSF under normal conditions has a continuous and uninterrupted path and is renewed by filtration through granulation organisms (choroid plexus and arachnoid granulations); blocking these pathways could bring clinical consequences, mostly irreversible injuries.

**Keywords:** Meninges, cerebrospinal fluid, subarachnoid space, cerebral ventricles, arachnoid granulations.

## INTRODUCCIÓN

Las meninges son membranas que cubren al sistema nervioso central (SNC) y se encargan de su protección, nutrición, sostén, entre otras funciones. Está conformada por tres capas; la más superficial es la duramadre, le continúa la aracnoides y la piamadre que se encuentra íntimamente adherida al (SNC). A su vez entre estas meninges se encuentran espacios que son el epidural (solo a nivel medular), el subdural y el subaracnoideo; es en este último donde circulará el líquido cefalorraquídeo (LCR), sustancia incolora que se encargará de llevar nutrientes al sistema nervioso central, y regulará la presión hidrostática, aparte contribuirá para su protección bajo su propiedad amortiguadora frente a traumatismos.

Una de las funciones más importantes del líquido cefalorraquídeo es el diagnóstico de enfermedades, que se realiza mediante la punción entre la 4ta y 5ta vértebra lumbar, a la altura del filum terminal o cola de caballo. También existe la punción cisternal y la punción ventricular. El LCR deberá de tener un trayecto continuo y de obstruirse su vía de absorción, a nivel de las granulaciones aracnoideas (o de Pacchioni), podría traer consecuencias clínicas muchas veces con lesiones irreversibles.

## MENINGES.

Se le denomina meninges al grupo de membranas conjuntivo – vasculares, que rodean el Sistema Nervioso Central (SNC), tanto en su porción encefálica como en la medular. Tienen la función principal de protección y nutrición del SNC. (1)

Dentro de la variedad bibliográfica se consideran tres membranas; y a su vez entre ellas a tres espacios; por uno de estos últimos circula el líquido cefalorraquídeo (LCR), éste tendrá la función de amortiguador hidráulico entre otras. (1,2)

Las meninges se dividen en dos capas, la PAQUIMENINGE (membrana de gruesa) y la LEPTOMENINGE(1) (membrana delgada); a continuación, se nombrará en orden de lo más superficial a lo más profundo a las meninges que recubren al SNC, según su división general:

-La duramadre. (PAQUIMENINGE).

-La aracnoides (LEPTOMENINGE).

-La piamadre (LEPTOMENINGE).

Estas membranas, su inervación, los vasos sanguíneos encefálicos y los espinales conforman los elementos esenciales para lograr la actividad morfofuncional del SNC por su participación en la protección, fijación y nutrición de las distintas porciones del SNC. (1)

## FUNCIONES.

La presencia de las meninges brinda sostén al sistema nervioso central, se adapta y lo beneficia según sus diferentes funciones, las cuales se pueden resumir en las siguientes:

1. Protegen de lesiones físicas u otros daños (1): El sistema meníngeo en su totalidad supone una barrera y elemento amortiguador que impide que golpes, traumatismos o lesiones causen daños graves o irreparables al sistema nervioso central, del cráneo o la médula espinal. También

actúan a modo de filtro que evita que agentes químicos nocivos puedan entrar en el sistema nervioso. (1,2)

## 2. Mantiene al medio cerebral sano y estable:

Las meninges participan en la génesis y permiten la circulación de líquido cefalorraquídeo, un elemento clave a la hora de eliminar los residuos generados por el continuo funcionamiento cerebral (reacciones químicas) y mantener la presión intracraneal regulada.

Otros líquidos, como el intersticial, también circula por este sistema, permitiendo que el medio acuoso en el que se encuentra el sistema nervioso esté estable. Además, los vasos sanguíneos que irrigan el cerebro pasan a través de las meninges, siendo también protegidos por éstas. En conclusión, las meninges actúan facilitando la supervivencia y nutrición del sistema nervioso. (1,2)

## 3. Fija al sistema nervioso central:

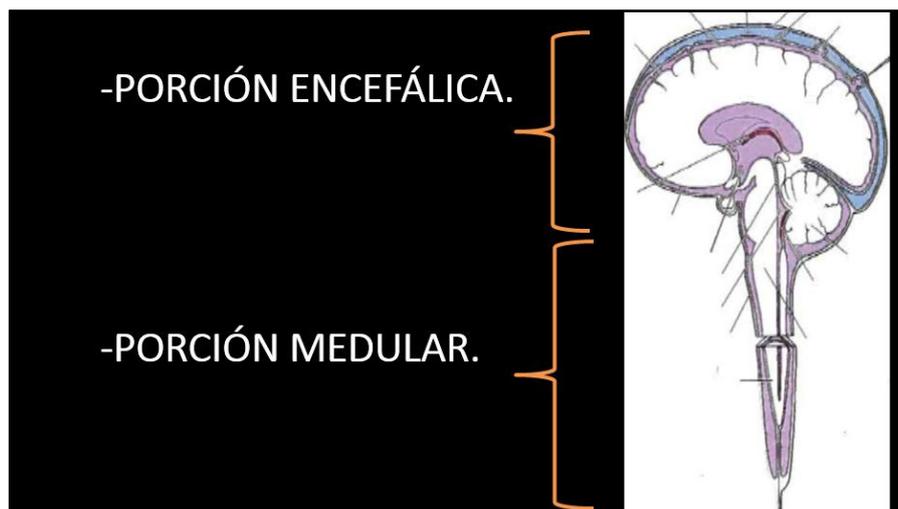
Las meninges impedirán que el sistema nervioso no se mueva demasiado, fijando las estructuras que forman parte de él a una situación más estable y haciendo que se mantenga una estructura interna fija, como ocurre en la cavidad intracraneana y su división en celdas (por los repliegues que separan a los órganos internos). (1,2)

## 4. Informa sobre posibles problemas:

Pese a que la percepción de estímulos y estados internos del organismo se da gracias a la actuación del sistema nervioso, éste no tiene por sí mismo receptores que informen de problemas internos. Pues este no es el caso de las meninges, las cuales sí poseen receptores sensitivos que darán respuestas a estímulos de tensión, expansión, presión y dolor.

Gracias a la propiedad sensitiva de las meninges es posible captar la existencia de problemas neurológicos (al margen de que dichos problemas causen otros problemas perceptivos o conductuales), como las cefaleas que son producto de alteraciones en estas membranas sensitivas. (1,2)

Topográficamente se dividen a las meninges en encefálicas y espinales.



*Fig. 1 : Meninge en porción encefálica y espinal o medular. (1)*

## MENINGES ENCEFÁLICAS

### DURAMADRE.

Constituida por tejido conectivo denso y está en estrecha relación con el periostio de los huesos del cráneo, se encuentra fuertemente adherida a la base del cráneo y con menor firmeza a la bóveda, lo que hace la zona de la calota craneal vulnerable a la formación de acúmulos de sangre entre ella y la meninge de la duramadre los que se denominarán hematomas epidurales. (1,2)

La duramadre del encéfalo generalmente se describe formada por dos capas:

a) La capa endóstica.

b) La capa meníngea.

Estas capas están en íntimo contacto, excepto a lo largo de ciertas líneas donde se separan para formar los senos venosos. (1,2)

**a) La Capa endóstica:** Es nada más que el periostio que cubre la superficie interna de los huesos del cráneo. Se limita al agujero occipital, no continuándose con la duramadre de la médula espinal. Alrededor de los bordes de todos los agujeros del cráneo se continúa con el periostio sobre la parte exterior de los huesos del cráneo. En las suturas del cráneo se continuará con los ligamentos suturales. Está adherida más firmemente a los huesos sobre la base del cráneo. (1,2)

**b) La Capa Meníngea:** No es otra cosa que la duramadre propiamente dicha. Membrana fibrosa y densa que cubre el encéfalo y sí se continúa a través del agujero occipital con la duramadre de la médula espinal, llegando hasta el filum terminal. Suelta vainas tubulares a los nervios craneales en su recorrido a través de los agujeros del cráneo. Fuera del cráneo, las vainas se fusionan con el epineuro de los nervios.

La capa meníngea proporciona hacia dentro cuatro tabiques, que dividen la cavidad craneana en espacios o celdas que se comunican libremente y alojarán a las divisiones del encéfalo. Los tabiques limitarán el desplazamiento del encéfalo y sus divisiones asociado con los movimientos de aceleración y desaceleración cuando se mueve la cabeza.

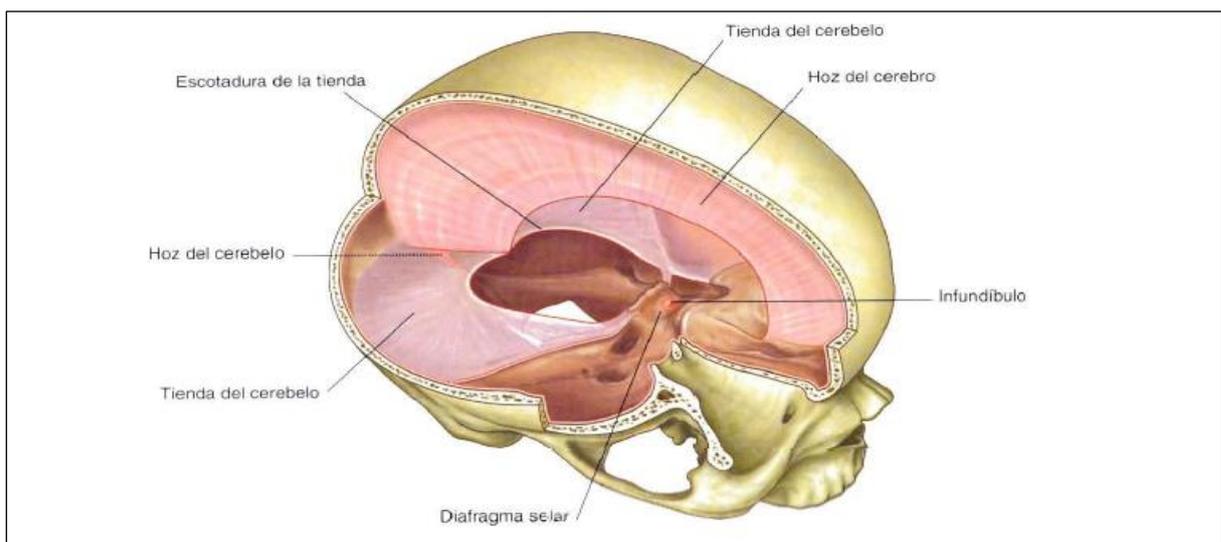
Estos tabiques o pliegues son los siguientes: La Hoz del Cerebro, La Tienda del Cerebelo, La Hoz del Cerebelo y El Diafragma de la Silla Turca. (1,2)

**-La hoz del cerebro:** Pliegue de duramadre con forma de hoz que se ubica en la línea media entre los dos hemisferios cerebrales. Por la parte anterior se adhiere a la apófisis Crista Galli del hueso [etmoides](#) y en la posterior se une con la [tienda del cerebelo](#). (1,2)

**-La Tienda del Cerebelo:** Es un pliegue de duramadre con forma de medialuna que forma un techo sobre la fosa craneana posterior. Cubre la superficie superior del cerebelo y sostiene los lóbulos occipitales de los hemisferios cerebrales. Está unida posteriormente, por su borde convexo, a las crestas transversas sobre la superficie interna del hueso occipital, encerrando los senos transversos; delante, el ángulo superior de la parte petrosa del temporal de cada lado encerrando los senos petrosos superiores. En el vértice de la parte petrosa del hueso temporal, se cruzan entre sí fijándose en la apófisis clinoides anterior y posterior respectivamente. En el borde posterior de la línea media de la cara superior, se fija la hoz del cerebro. El seno recto se localiza en su punto de unión. (1,2)

**-La hoz del cerebelo:** Es un pequeño pliegue de duramadre con forma de hoz adherido a la cresta occipital interna, se proyecta hacia adelante (hacia la escotadura posterior del cerebelo) entre los dos hemisferios cerebelosos. Su margen fijo posterior contiene el seno occipital.

**-El diafragma de la silla turca:** Es un pequeño pliegue circular de duramadre que forma el techo de la silla turca. Un pequeño orificio en el centro que permite el pasaje del tallo de la hipófisis. (1,2,3)



*Fig. 2 : Tabiques de la duramadre. (3)*

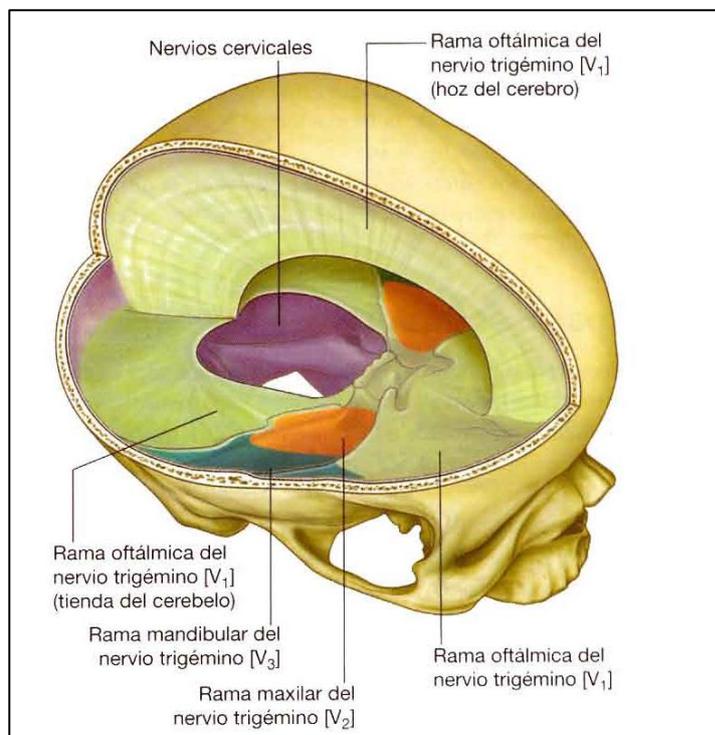
## INERVACIÓN DE LA DURAMADRE.

La inervación de la duramadre se da por pequeñas ramas meníngeas de las divisiones del V par craneal y de los primeros, segundos y terceros nervios cervicales

En la fosa craneal anterior, el V1 suelta una rama etmoidal y esta unas ramas meníngeas, la cuales inervan el piso y la porción anterior de la hoz del cerebro. Además una rama meníngea del V1 cambia de dirección y se dirige posteriormente inervando la tienda del cerebelo y la porción posterior de la hoz del cerebro.

La fosa craneal media está inervada medialmente por ramas meníngeas del V2, y lateralmente siguiendo el trayecto de la arteria meníngea media por ramas del V3.

La inervación de la fosa craneal posterior depende de ramas meníngeas de los nervios cervicales primero y segundo, y en ocasiones también del tercero, que penetran en la fosa craneal posterior a través del agujero occipital, del conducto hipogloso y del agujero yugular. (3)



*Fig. 3 : Inervación de la duramadre (3)*

## IRRIGACIÓN DE LA DURAMADRE.

Su irrigación se dará por arterias principales y accesorias, entre las principales tenemos:

- Las **arterias meníngeas anteriores** en la fosa craneal anterior.
- Las **arterias meníngeas medias y accesorias** en la fosa craneal media.
- La **arteria meníngea posterior** y otras ramas meníngeas en la fosa craneal posterior. (3)

Todas son arterias pequeñas excepto la arteria meníngea media, un vaso de mayor tamaño que irriga la mayor parte de la dura madre.

\*Las arterias meníngeas anteriores son ramas de las **arterias etmoidales**.

\*La arteria meníngea media es una rama de la **arteria maxilar interna**. Entra en la fosa craneal media a través del agujero espinoso y se divide en una rama anterior y otra posterior.

-La rama anterior sigue una dirección casi vertical hasta alcanzar el vértice del cráneo, cruzando el pterion durante su recorrido.

-La rama posterior sigue una dirección posterosuperior e irriga esta región de la fosa craneal media.

\*La arteria meníngea accesoria suele ser una pequeña rama de la arteria maxilar que penetra la fosa craneal media a través del agujero oval e irriga las regiones mediales a este orificio.

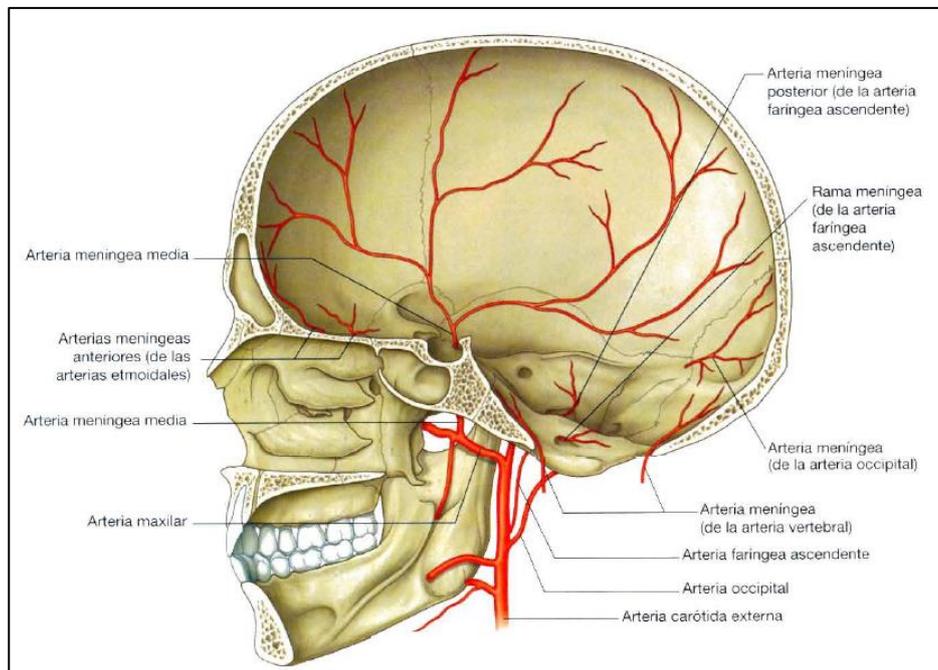
\*La arteria meníngea posterior y otras ramas meníngeas que irrigan la dura madre de la fosa craneal posterior poseen diversos orígenes.

-La arteria meníngea posterior, una rama terminal de la arteria faríngea ascendente, penetra en la fosa craneal posterior a través del agujero yugular.

-Una rama meníngea de la **arteria faríngea ascendente** alcanza la fosa craneal posterior a través del conducto del hipogloso.

.Las ramas meníngeas de la **arteria occipital** penetran en la fosa craneal posterior por el agujero yugular y por el agujero mastoideo. (3)

.La **arteria vertebral** proporciona una rama meníngea mientras atraviesa el agujero magno para alcanzar la fosa craneal posterior. (3)



*Fig. 4 : Irrigación arterial de la duramadre.(3)*

## SENOS VENOSOS DURALES.

Los senos venosos de la cavidad craneana se ubican entre las capas de la duramadre.

Su principal función consiste en recibir sangre desde el encéfalo a través de las venas cerebrales y líquido cefalorraquídeo desde el espacio subaracnoideo a través de las vellosidades aracnoideas.

La sangre en los senos duros finalmente drena en las venas yugulares internas en el cuello.

Los senos duros están revestidos por endotelio y sus paredes carecen de tejido muscular, no contienen válvulas.

Las venas emisarias, que tampoco tienen válvulas, conectan los senos venosos duros con las venas diploicas del cráneo y las venas del cuero cabelludo. (1,3)

Los principales senos venosos son:

- **Seno sagital superior:** Ocupa el borde fijo superior de la hoz del cerebro y se continúa con el seno transversal correspondiente; recibe en su recorrido las venas cerebrales superiores; en la protuberancia occipital interna se dilata para formar la confluencia de los senos, aquí el seno sagital superior habitualmente se continúa con el seno transversal derecho; está conectado con el seno transversal opuesto y recibe el seno occipital. (1,3)

- **Seno sagital inferior:** Ocupa el borde inferior libre de la hoz del cerebro. Corre hacia atrás y se une a la vena cerebral mayor en el margen libre de la tienda del cerebelo, para formar el seno recto. Recibe algunas venas de la superficie medial de los hemisferios cerebrales. (1,3)

- **Seno recto:** Ocupa la línea de unión de la hoz del cerebro con la tienda del Cerebelo. Está formada por la unión del seno sagital superior con la vena cerebral mayor. Termina girando hacia la izquierda (a veces hacia la derecha) para formar el seno transversal. (1,3)

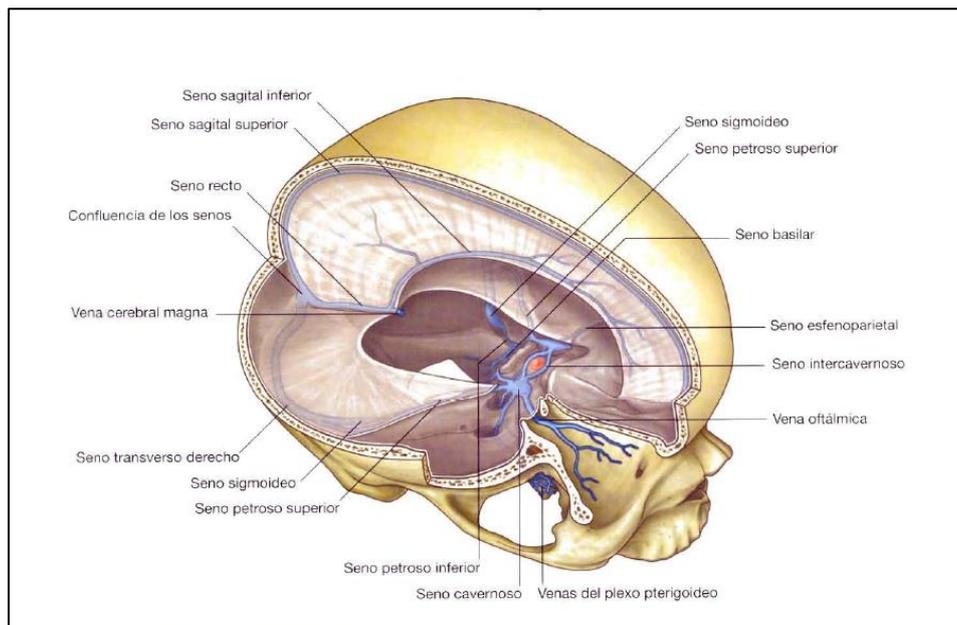
- **Senos transversos:** Son estructuras pares y comienzan en la protuberancia occipital interna. En general, el seno derecho se continúa con el seno sagital superior y el izquierdo se continúa con el seno recto. Cada seno ocupa el margen adherido de la tienda del cerebelo, surcando el hueso occipital y el ángulo posteroinferior del hueso parietal. Reciben los senos petrosos superiores, las venas cerebrales y cerebrosas inferiores y las venas diploicas. Terminan girando hacia abajo como los senos sigmoideos. (1,3)

- **Senos sigmoideos:** Son una continuación directa de los senos transversos. Cada seno gira hacia abajo y medialmente y surca la porción mastoidea del hueso temporal. Aquí, el seno se ubica posterior al antro mastoideo. Luego sigue hacia adelante y después hacia abajo a través de la parte posterior del agujero yugular, para comunicarse con el bulbo superior de la vena yugular externa. (1,3)

- **Seno occipital:** Es un pequeño seno que ocupa el margen adherido de la hoz del cerebelo. Comienza cerca del agujero occipital, donde se comunica con las venas vertebrales y drena en la confluencia de los senos. (1,3)

- **Senos cavernosos:** Se ubican en la fosa craneana media a cada lado del cuerpo del hueso esfenoides. Numerosas trabéculas atraviesan su interior, lo cual les da un aspecto esponjoso, de ahí su nombre. Cada seno se extiende desde la cisura orbitaria superior por delante hasta el vértice de la porción petrosa del hueso temporal por detrás. (1,3)

- **Senos petrosos superior e inferior:** Son pequeños senos ubicados sobre los márgenes superior e inferior de la porción petrosa del hueso temporal a cada lado del cráneo. Cada seno superior drena el seno cavernoso en el seno transversal y cada seno inferior drena el seno cavernoso en la vena yugular interna. (1,3)



*Fig. 5 : Senos venenosos de la duramadre. (3)*

## **ARACNOIDES.**

Es una delicada membrana impermeable que cubre el encéfalo y se ubica entre la piamadre por dentro y la duramadre por fuera. Está separada de la duramadre por un espacio potencial, el espacio subdural, lleno de una película de líquido (1,3); está separada de la piamadre por el espacio subaracnoideo, el cual está lleno de líquido cefalorraquídeo. Las superficies interna y externa de la aracnoides están cubiertas con células mesoteliales aplanadas.

La aracnoides forma puentes sobre los surcos de la superficie del encéfalo y en ciertas situaciones la aracnoides y la piamadre están ampliamente separadas para formar las cisternas subaracnoideas. Por ejemplo la cisterna cerebelomedular se ubica entre la superficie inferior del cerebelo y el techo del cuarto ventrículo. La cisterna interpeduncular se ubica entre los dos pedúnculos. Todas las cisternas se comunican libremente entre sí y con el resto del espacio subaracnoideo. (1,3)

En ciertas áreas, la aracnoides se proyecta en los senos, venosos para formar las vellosidades aracnoideas. Las vellosidades aracnoideas son más abundantes a lo largo del seno sagital

superior. Los grupos de vellosidades aracnoideas se denominan granulaciones aracnoideas (o de Pacchioni). Las vellosidades aracnoideas sirven como sitios donde el líquido cefalorraquídeo se difunde en el torrente sanguíneo. (1,3,5)

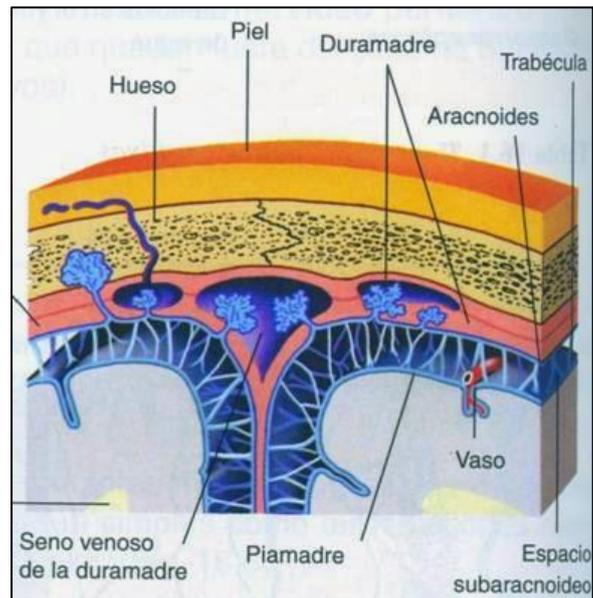
La aracnoides está conectada con la piamadre a través del espacio subaracnoideo lleno de líquido mediante delicadas bandas de tejido fibroso. Las estructuras que pasan hacia el encéfalo y desde éste hacia el cráneo o sus agujeros deben atravesar el espacio subaracnoideo. Todas las arterias y venas cerebrales se ubican en este espacio, al igual que los nervios craneanos. La aracnoides se fusiona con el epineuro de los nervios en su punto de salida del cráneo. En el caso del nervio óptico, la aracnoides forma una vaina para el nervio que se extiende en la cavidad orbitaria a través del conducto óptico y se fusiona con la esclerótica del globo ocular. Así, el espacio subaracnoideo se extiende alrededor del nervio óptico hasta el globo ocular. (3,5)

#### **PIAMADRE.**

La piamadre es la meninge más interna, fina, flexible y en mayor contacto con las estructuras propias del sistema nervioso. En esta capa membranosa cubierta por células mesoteliales aplanadas, se pueden encontrar numerosos vasos sanguíneos que irrigan las estructuras del sistema nervioso. (1,3,5)

Reviste estrechamente el encéfalo de manera enganchada, cubriendo las circunvoluciones cerebrales y descendiendo en los surcos o cisuras más profundas. Se extiende hacia afuera sobre los nervios craneanos y se fusiona con su epineuro. Las arterias cerebrales que entran en la sustancia del encéfalo llevan una vaina de piamadre con ellas.

La piamadre forma la tela coroidea del techo del tercero y el cuarto ventrículos del encéfalo y se fusiona con el epéndimo para formar los plexos coroideos en los ventrículos laterales, tercero y cuarto del encéfalo. Estos plexos coroideos son estructuras en las que se sintetiza y libera el líquido cefalorraquídeo que riega el sistema nervioso. (1,2,5)



*Fig. 6 : Meninges encefálicas (4)*

## MENINGES ESPINALES.

### **DURAMADRE.**

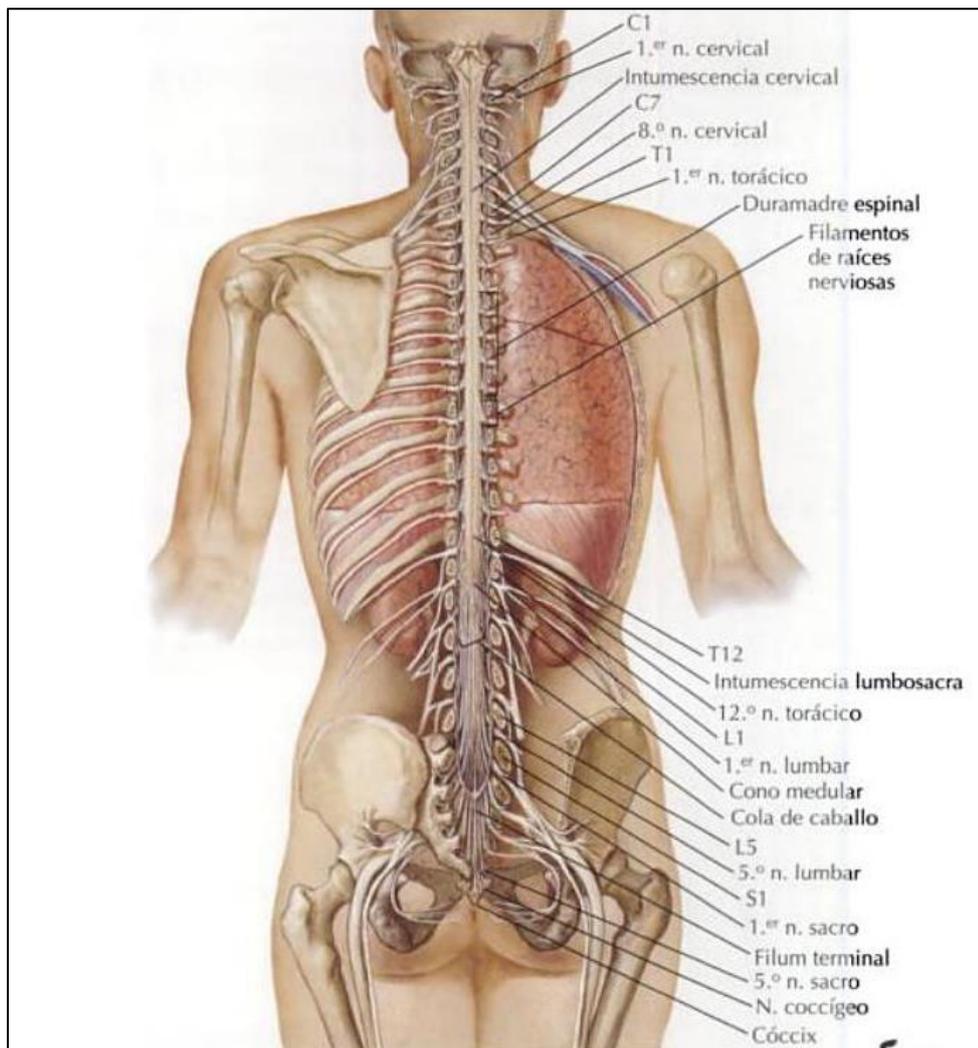
Es una membrana fibrosa fuerte y densa que encierra la médula espinal y la cola de caballo; se continúa por arriba a través del agujero occipital con la capa menígea de la duramadre que cubre el encéfalo; por abajo termina en el filum terminal a nivel del margen inferior de la segunda vértebra sacra. La vaina dural se ubica laxamente en el conducto dural y está separada de la pared del conducto por el espacio epidural; éste contiene tejido conectivo areolar laxo y el plexo venoso vertebral interno. La duramadre se extiende, a lo largo de cada raíz nerviosa y se continúa con el tejido conectivo que rodea, cada nervio espinal (epineuro). La superficie interna de la duramadre está en contacto con la aracnoides. (1,2,5)

## **ARACNOIDES.**

Es una delicada membrana impermeable que cubre la médula espinal y se ubica entre la piamadre por dentro y la duramadre por fuera. Está separada de la piamadre por un espacio amplio, el espacio subaracnoideo, el cual está lleno de líquido cefalorraquídeo. El espacio subaracnoideo está cruzado por algunas bandas finas de tejido conectivo. La aracnoides se continúa por arriba a través del agujero occipital con la aracnoides que cubre el encéfalo. Por abajo; termina con el filum terminal a nivel del margen inferior de la segunda vértebra sacra. La aracnoides continúa a lo largo de las raíces de los nervios espinales y forma pequeñas extensiones laterales del espacio subaracnoideo. (1,2,5)

## **PIAMADRE.**

Es una membrana vascular que cubre estrechamente la médula espinal, está engrosada a cada lado entre las raíces nerviosas para formar el ligamento dentado, el cual pasa lateralmente para adherirse a la aracnoides y la duramadre. Es por este medio que la médula espinal está suspendida en el centro de la vaina dural. La piamadre se extiende a lo largo de cada raíz nerviosa y se continúa con el tejido conectivo que rodea cada nervio espinal. (1,2)



*Fig. 7: Duramadre espinal. (4)*

## ESPACIOS INTERMENÍNGEOS.

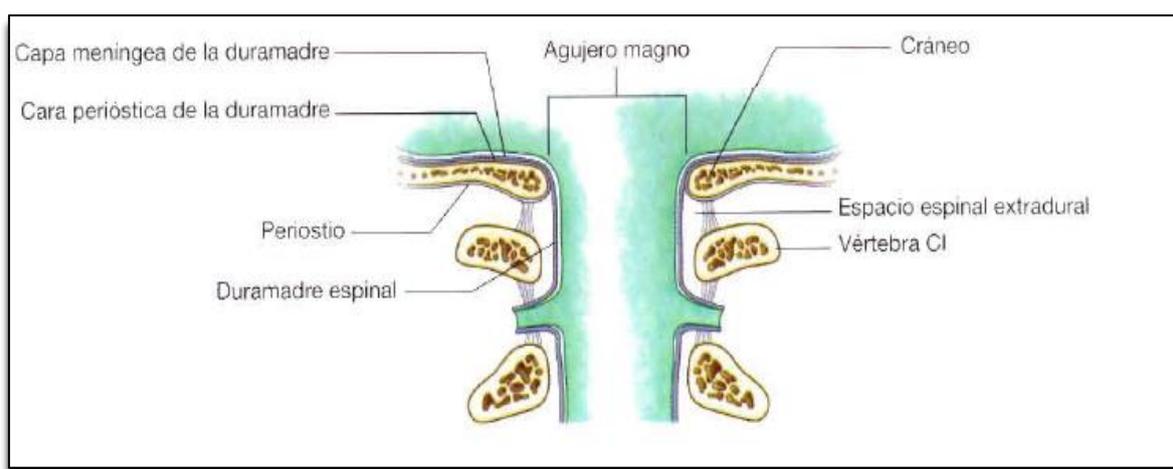
Si bien las meninges están situadas una bajo la otra, lo cierto es que pueden encontrarse entre ellas algunos espacios intermedios por los cuales fluye el líquido cefalorraquídeo. Existen dos espacios intermedios, uno entre duramadre y aracnoides llamado espacio subdural y otro entre aracnoides y piamadre, el subaracnoideo. Hay que mencionar que en la médula espinal podemos encontrar un espacio más, el espacio epidural. Dichos espacios son los siguientes (1,3):

**a) Epidural:** Mientras en el encéfalo la capa más externa de la duramadre se encuentra adherida al cráneo, dentro de la columna vertebral no ocurre lo mismo; en la médula espinal existe una

pequeña separación entre el hueso y la médula. Dicha separación es la que recibe el nombre de espacio epidural, es un espacio entre la duramadre y el periostio, este espacio es de aproximadamente 3mm, encontrándose en ella tejido conectivo, tejido adiposo (grasa fluida) y vasos sanguíneos, sobre todo un denso entramado venoso que protegen la médula mientras nos desplazamos o cambiamos de posición. Es en esta localización en la que se inyecta la anestesia epidural en las mujeres que están en proceso de dar a luz, bloqueando la transmisión de impulsos nerviosos entre médula y la parte inferior del cuerpo. (1,3)

**b) Subdural:** Se encuentra entre la duramadre y la aracnoides tanto a nivel encefálico como espinal. (1,3)

**c) Subaracnoideo:** Es el espacio entre la aracnoides y la piamadre. Ocupado por el líquido cefalorraquídeo. Rodea todo el encéfalo y la médula espinal. La piamadre se adapta a todas las irregularidades de la superficie encefálica; la aracnoides se tiende sobre ellas formando un gran arco, de ahí que el espacio subaracnoideo, tiene una amplitud muy variable. En las circunvoluciones cerebrales, ambas endomeninges están en contacto, pero en las cisuras, surcos y hendiduras están muy separadas. (1,3)



*Fig. 8 : Duramadre espinal. (4)*

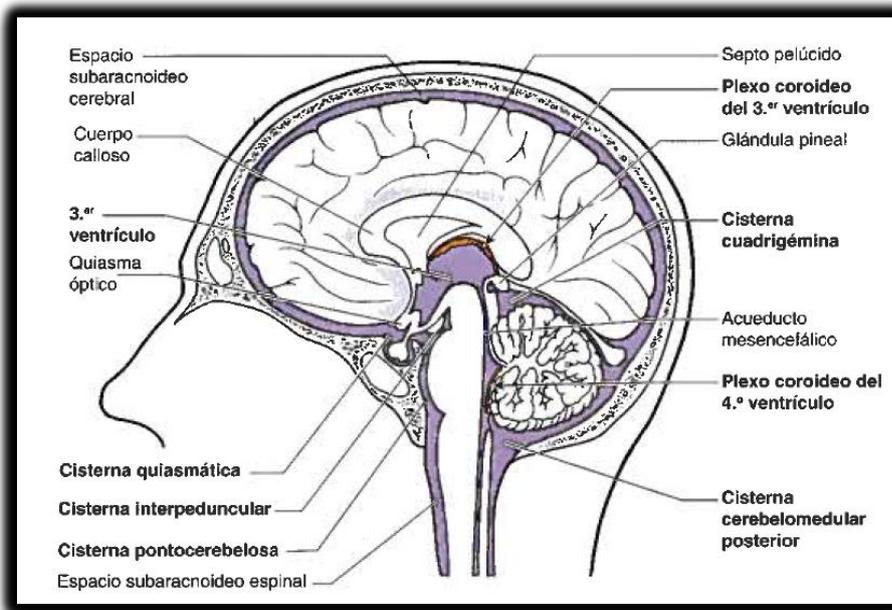
Las zonas dilatadas del espacio subaracnoideo se les denomina cisternas, entre las cuales se pueden nombrar:

**C1.-** Cisterna cerebelosa magna: También llamada cisterna cerebelomedular. Se ubica entre la cara inferior del cerebelo y la posterior del bulbo raquídeo. Es de aproximadamente 2 cm de profundidad. (1,3)

**C2.-** Cisterna del surco lateral del cerebro: Situada en el surco lateral con la arteria cerebral media. (1,3)

**C3.-** Cisterna quiasmática: Situada a la altura del quiasma óptico. (1,3)

**C4.-** Cisterna interpeduncular: Delante de los pedúnculos cerebrales, en relación con el III par craneal. (1,3).



*Fig. 9 : Cisternas aracnoideas. (1)*

## AFECCIONES MÁS COMUNES DE LAS MENINGES.

La afección que más se conoce y predomina sobre las meninges es la meningitis. Es la inflamación de las membranas que recubren el cerebro y la médula espinal, denominadas **meninges**. Suele ocurrir cuando una infección en otra parte del cuerpo se extiende a través del torrente sanguíneo y acaba afectando al **líquido cefalorraquídeo** (el líquido que circula por los espacios que hay dentro y alrededor del cerebro y de la médula espinal). La meningitis se puede contraer a cualquier edad (5). La mayoría de los casos de meningitis están provocados por virus (**meningitis viral**) o por bacterias (**meningitis bacteriana**), pero los hongos y otros organismos también pueden causar meningitis infecciosas. Algunos casos de meningitis están ocasionados por traumatismos craneoencefálicos, por ciertos cánceres u otras enfermedades o por reacciones a determinados medicamentos. (5)

La meningitis viral está provocada por virus como los **enterovirus**, que se propagan a través de la saliva, las mucosidades o las heces infectadas.

Las bacterias que causan meningitis bacterianas más a menudo en los adolescentes son *Streptococcus pneumoniae* y *Neisseria meningitidis*. (5)

Algunos de los síntomas de ambos tipo de meningitis (viral y bacteriana) son: fiebre, rigidez de cuello, fuerte dolor de cabeza, sensibilidad a la luz (denominada fotofobia), vómitos, náuseas, somnolencia extrema, confusión y convulsiones.

La meningitis bacteriana se trata en el hospital con antibióticos administrados por vía intravenosa. Las meningitis virales suelen remitir por sí solas (5) (los antibióticos no sirven para tratar este tipo de meningitis porque no están provocadas por bacterias). En estos casos, los médicos recomiendan el máximo reposo posible para favorecer la recuperación y también pueden recetar medicamentos para aliviar los dolores de cabeza y/o las molestias corporales. (5)

## SISTEMA VENTRICULAR

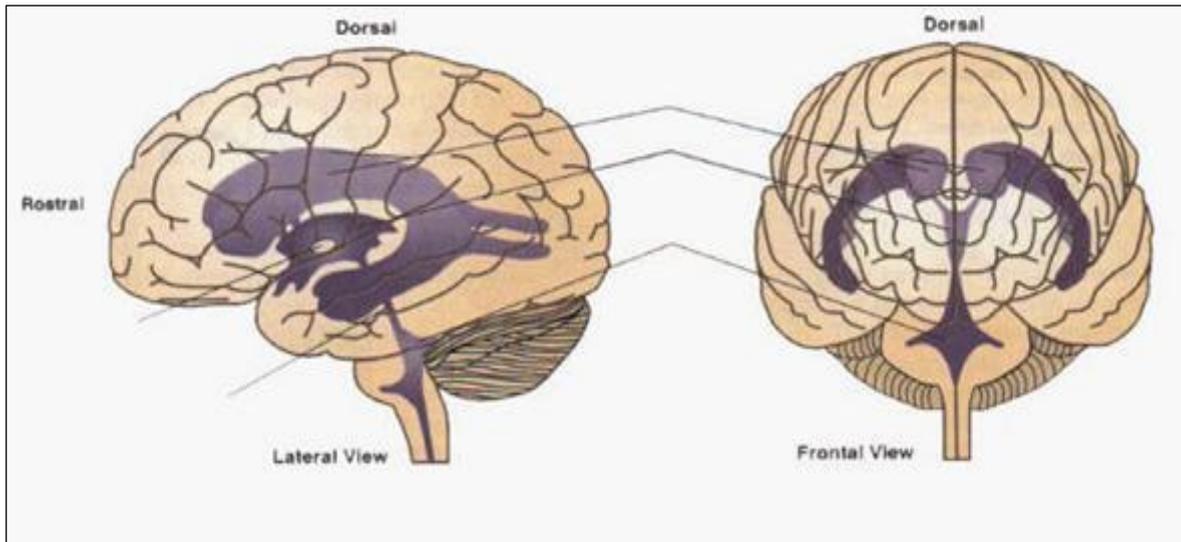
El sistema ventricular es un conjunto de cavidades de diferentes formas definitivas y capacidad, localizadas en el interior de diferentes estructuras encefálicas que han quedado como resultado de las transformaciones de las cavidades de las vesículas cerebrales.

Los ventrículos del encéfalo son: los dos laterales, el tercero y el cuarto. Los dos ventrículos laterales se comunican a través de los agujeros interventriculares (de Monro) (1,2,5) con el tercer ventrículo; y éste se encuentra conectado con el cuarto ventrículo por el acueducto cerebral (acueducto de Silvio). El cuarto ventrículo por su parte se continúa con el estrecho conducto central de la médula espinal y a través de tres agujeros en su techo con el espacio subaracnoideo (dos agujeros de Luschka, y uno de Magendie) (1,2). El conducto central tiene una pequeña dilatación en su extremo inferior, denominada ventrículo terminal. Los ventrículos derivan de la cavidad del tubo neural. Están revestidos en su totalidad por epéndimo y llenos de líquido cefalorraquídeo.

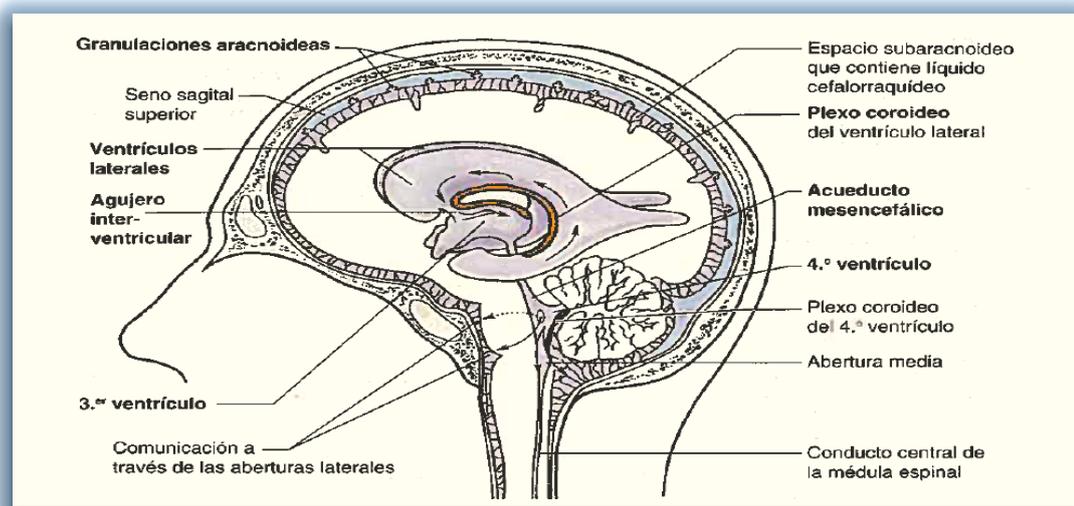
**\* Ventrículos Laterales:** Hay dos ventrículos laterales, cada uno de ellos presente en uno de los hemisferios cerebrales. El ventrículo es una cavidad aproximadamente con forma de C, que consta de un cuerpo que ocupa el lóbulo parietal del que se extienden las astas anterior, posterior e inferior en los lóbulos frontal, occipital y temporal respectivamente. El ventrículo lateral, se comunica con la cavidad del tercer ventrículo a través del agujero interventricular. Este orificio que se ubica en la parte anterior de la pared medial del ventrículo, está limitado anteriormente por la columna anterior del fórnix y posteriormente por el extremo anterior del tálamo. (1,2,5)

**\* Tercer Ventrículo:** Es una cavidad con forma de hendidura, entre los dos tálamos. Se comunica por adelante con los ventrículos laterales a través de los agujeros interventriculares (de Monro) y posteriormente con el cuarto ventrículo a través del acueducto cerebral (de Silvio). (1,2)

\* **Cuarto Ventrículo:** Es una cavidad con forma de carpa llena de líquido cefalorraquídeo. Está ubicada por delante del cerebelo y por detrás de la protuberancia y la mitad superior del bulbo raquídeo. Está revestido con epéndimo y se continúa por arriba con el acueducto cerebral del mesencéfalo (o de Silvio) y por debajo con el conducto central del bulbo raquídeo y la médula espinal. El cuarto ventrículo posee límites laterales, un techo y un piso de forma romboidea. (1,2)



*Fig. 10 : Ventriculos cerebrales. Vista lateral izquierda y frontal. (3)*



*Fig. 11 : Ventriculos cerebrales. Vista lateral izquierda. (1)*

## LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO

El líquido cefalorraquídeo (LCR) o líquido cerebroespinal (LCE), es un líquido incoloro, que baña el encéfalo y la médula espinal. Circula por el espacio subaracnoideo, los ventrículos cerebrales y el canal ependimario sumando un volumen entre 100 y 150 ml, en condiciones normales. El líquido cefalorraquídeo puede enturbiarse por la presencia de leucocitos o la presencia de pigmentos biliares. Numerosas enfermedades alteran su composición y su estudio es importante y con frecuencia determinante en las infecciones meníngeas, carcinomatosis y hemorragias. También es útil en el estudio de las enfermedades desmielinizantes del sistema nervioso central o periférico.(6,7)

### COMPOSICIÓN.

Su composición es muy similar a la del plasma sanguíneo, habiendo una variación comparativa de menor presencia de proteínas (se calcula que en el plasma sanguíneo la presencia de proteínas es doscientas veces mayor).

Una solución de base acuosa, el líquido cefalorraquídeo tiene diversos componentes de gran importancia para el mantenimiento del sistema nervioso, como vitaminas (especialmente del grupo B), electrolitos, leucocitos, aminoácidos, colina, ácido nucleico, agua, sodio, potasio, calcio, cloro, sales inorgánicas (fosfatos) y componentes orgánicos (producidos por las células gliales). (8)

Dentro de esta gran cantidad de elementos, en el líquido cefalorraquídeo destaca la presencia de albúmina como principal componente proteico, junto con otros como la prealbúmina, alfa-2-macroglobulina o la transferrina. Al margen de estos componentes destaca la elevada presencia de glucosa, teniendo alrededor de entre un 50 y 80% de presencia en esta solución tan vital para el encéfalo. (8)

## FUNCIÓN DEL LCR.

El líquido cerebroespinal tiene varias funciones, estas son:

1. Actúa como amortiguador y protege de traumatismos al sistema nervioso central.
2. Proporciona al encéfalo el soporte hidroneumático necesario contra la excesiva presión local.
3. Sirve como reservorio y ayuda en la regulación del contenido del cráneo.
4. Cumple funciones de nutrición del encéfalo (en menor medida).
5. Elimina metabolitos del sistema nervioso central (que se dan como resultado de reacciones químicas).
6. Sirve como vía para que las secreciones pineales lleguen a la glándula hipófisis.
7. Permite el diagnóstico de diversas enfermedades neurológicas, y constituye una vía de entrada para la anestesia epidural. (6,7,8)

Asimismo, el líquido cefalorraquídeo tiene que ver en gran medida con el mantenimiento de la la presión intracraneal, haciendo que no sea ni demasiado grande ni demasiado pequeña, manteniendo un equilibrio constante que permite el correcto funcionamiento. (8)

## FORMACIÓN DEL LCR.

El LCR es producido en un 70 % en los plexos coroideos de los cuatro ventrículos cerebrales, sobre todo los laterales y 30 % en el epéndimo a razón de 0.35 ml/minuto o 500 ml/día. Un adulto tiene 150 ml de éste y se renueva cada 3 o 4 horas. (6,7)

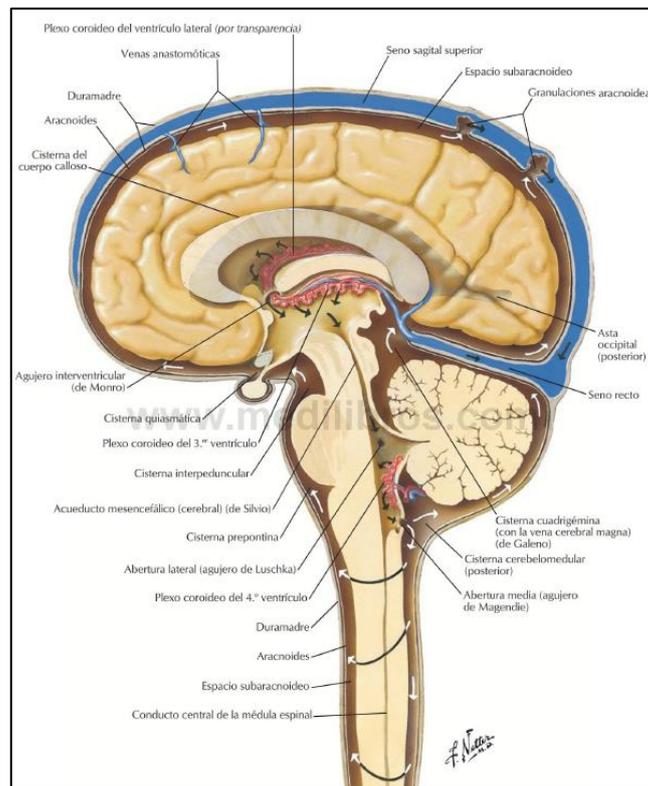
La eliminación del líquido cefalorraquídeo se lleva a cabo a través de las granulaciones aracnoideas, proyección de las células de la aracnoides sobre los senos vasculares que alberga la duramadre. Estos senos desembocarán directamente en el torrente sanguíneo. En la región más anterior del cerebro está el espacio subaracnoideo de los lóbulos olfatorios, que se continúa

con un espacio alrededor de los nervios olfatorios (por lo tanto, queda muy cerca de la mucosa olfatoria y del espacio aéreo de la nariz). Desde esta región pasa a los ganglios linfáticos. (6,7)

## CIRCULACIÓN DEL LCR

La circulación del líquido cefalorraquídeo comienza en los ventrículos laterales, continúa hacia el tercer ventrículo por los agujeros de Monro (agujeros interventriculares) y luego transcurre por el acueducto cerebral (acueducto de Silvio o mesencefálico) hasta el cuarto ventrículo. Desde allí fluye, a través de un conjunto de orificios, uno central (agujero de Magendie) y dos laterales (agujeros de Luschka), que ingresan en la cisterna magna, un gran depósito de líquido ubicado por detrás del bulbo raquídeo y por debajo del cerebelo y hacia abajo al conducto endimeario de la médula espinal a través del obex. (6,7)

Todas las superficies endimearias de los ventrículos y las membranas aracnoideas secretan cantidades adicionales de líquido y una pequeña cantidad proviene del propio encéfalo, a través de los espacios perivasculares que rodean los vasos sanguíneos que ingresan en el encéfalo. La cisterna magna se continúa con el espacio subaracnoideo que rodea todo el encéfalo y la médula espinal. Luego, casi todo el líquido cefalorraquídeo fluye a través de este espacio hacia el cerebro. Desde los espacios subaracnoideos cerebrales, el líquido fluye en las múltiples vellosidades o granulaciones aracnoideas (o de Pacchioni) que se proyectan en el gran seno venoso sagital y otros senos venosos. Por último, se vacía en la sangre venosa a través de las superficies de las vellosidades. (6,7)



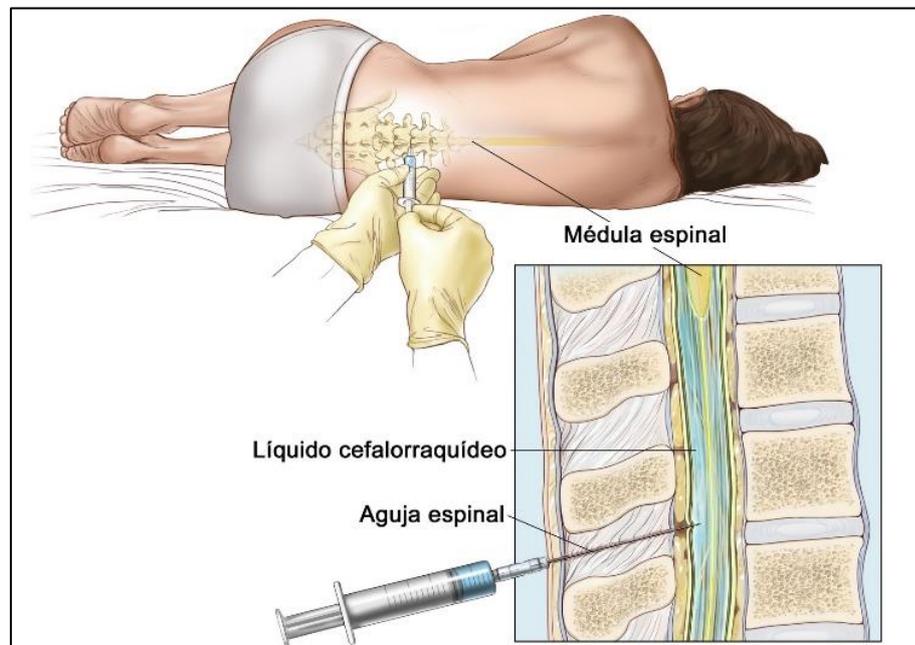
*Fig. 12 : Formación y circulación del líquido cefalorraquídeo. (4)*

## OBTENCIÓN DE LCR.

Se puede obtener, por punción lumbar, por punción cisternal, o por punción ventricular (ventriculostomía). La obtención de este líquido es importante debido a que es un importante elemento de diagnóstico de enfermedades neurológicas, como pueden ser los síndromes meníngicos, las hemorragias subaracnoideas, los tumores cerebro-espinales, etc. Para la punción lumbar se utiliza una aguja de aproximadamente 10 cm con mandril. El paciente puede estar sentado o acostado. Recordando que la médula espinal termina en los niveles L1-L2, (para no poner en riesgo un daño en la misma, optando por ello el acceso al líquido del filum terminal, que reviste el canal epidural, con líquido cefalorraquídeo)(7), la punción se realiza entre la cuarta y la quinta vértebras lumbares, y tan solo se espera a que comience a gotear este líquido.

Además, mientras el paciente se encuentra punzado, es posible medir la presión de este líquido con la utilización de un manómetro. (6,7)

Para la punción cisternal, lo único que debe cambiarse es la posición del paciente, el cual sí debe estar sentado, y además con hiperflexión cervical, ya que la aguja se introduce en el espacio occipito-atloideo. Varía de acuerdo donde se coloque el sistema de medición (anatomía); a la posición del paciente al momento del registro y a la edad. La presión normal depende de la posición del paciente durante su toma así como la edad. (6,7)



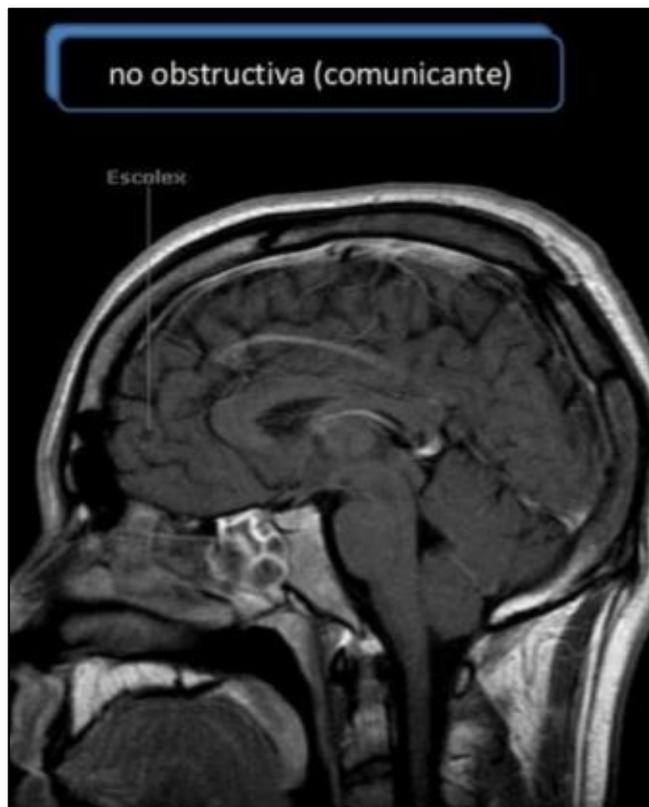
*Fig. 13 : Obtención del líquido cefalorraquídeo, por debajo de L2 (9)*

## AFECCIONES MÁS COMUNES AL ENCÉFALO.

Dentro de las afecciones más comunes se presentan las hidrocefalias. La hidrocefalia puede ser congénita o adquirida. La hidrocefalia congénita se halla presente al nacer y puede ser ocasionada por influencias ambientales durante el desarrollo del feto o por predisposición genética. La hidrocefalia adquirida se desarrolla en algún momento después del nacimiento. Este tipo de hidrocefalia puede afectar a personas de todas las edades y puede ser ocasionado por una lesión o una enfermedad que causa agrandamiento de los ventrículos a consecuencia de un aumento del volumen del líquido cefalorraquídeo causando, por lo general, una obstrucción. La hidrocefalia también puede ser comunicante o no comunicante. (2,9,10)

### **-Hidrocefalia comunicante**

La hidrocefalia comunicante ocurre cuando el flujo del líquido cefalorraquídeo se ve bloqueado después de salir de los ventrículos al espacio subaracnoideo. Esta forma se denomina comunicante porque el líquido cefalorraquídeo aún puede fluir entre los ventrículos, que permanecen abiertos. La reabsorción de este líquido está alterada en las vellosidades aracnoideas por infecciones o hemorragias. Se caracteriza por una dilatación de las cavidades ventriculares del cerebro por delante del sitio de la obstrucción. Dependiendo de la velocidad de insaturación y la edad del paciente, puede ser una hidrocefalia aguda (caracterizada por herniación cerebral y muerte súbita) e hidrocefalia crónica, con signos y síntomas de aparición lenta e hipertensión endocraneana. Cursa con retraso mental en los niños y demencia en los adultos. (2,9,10)



*Fig. 14 : . Hidrocefalia no comunicante. Vista lateral. (11)*

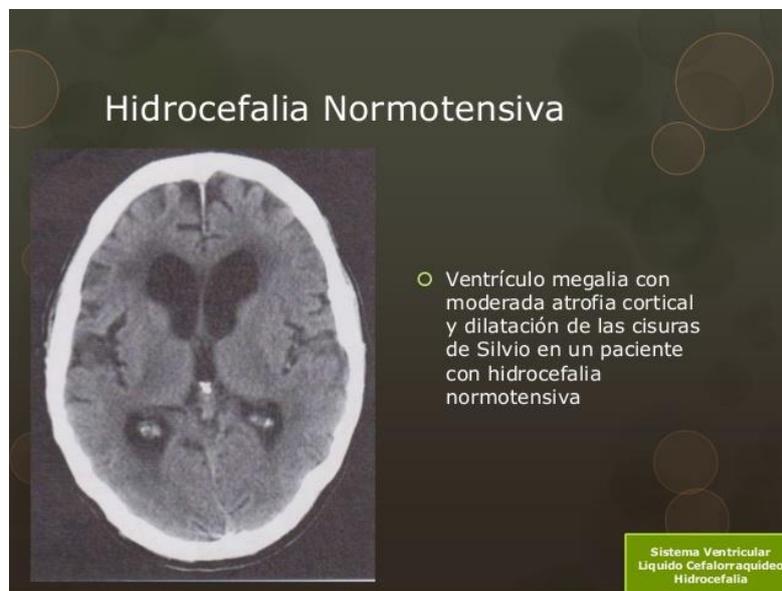
#### **Hidrocefalia no comunicante.**

La hidrocefalia no comunicante, llamada también hidrocefalia obstructiva, ocurre cuando el flujo del líquido cefalorraquídeo se ve bloqueado a lo largo de una o más de las vías estrechas que conectan los ventrículos. Una de las causas más comunes de hidrocefalia es la estenosis acuaductal. La causa más frecuente es la hidrocefalia congénita, que afecta a 11 000 nacimientos, con obstrucción del acueducto de Silvio, un pequeño conducto entre el tercero y cuarto ventrículo en la mitad del cerebro. Otra causa es la malformación de Arnold-Chiari, asociada o heredada como rasgo ligado al cromosoma X. Puede también estar causada por tumores localizados en el tronco del encéfalo, cerebelo y región pineal o por hemorragias cerebrales y subaracnoideas o cicatrices derivadas de una meningitis. (2.9.10)



## Hidrocefalia de presión normal

La hidrocefalia de presión normal, o hidrocefalia normotensiva, ocurre comúnmente en las personas ancianas y está caracterizada por muchos de los mismos síntomas asociados con otras condiciones que ocurren más a menudo en los ancianos, tales como pérdida de memoria, demencia, trastorno patológico al andar, incontinencia urinaria y una reducción general de la actividad normal del diario vivir. Esta enfermedad como la anterior (ex vacuo) afecta precisamente a los adultos. (9,10)



*Fig. 17 : Hidrocefalia de presión normal (11)*

## **TRATAMIENTO DE LA HIDROCEFALIA**

Los tratamientos quirúrgicos que se puede utilizar para tratar la hidrocefalia son:

### **Derivación.**

El tratamiento más común para la hidrocefalia es la inserción quirúrgica de un sistema de drenaje, llamado derivación (10). Se compone de un tubo largo y flexible con una válvula que mantiene el líquido del cerebro que fluye en la dirección correcta y a la velocidad adecuada. Un extremo de la tubería se coloca generalmente en uno de los ventrículos del cerebro. El tubo se encontraría entonces debajo de la piel a otra parte del cuerpo donde puede estar el exceso de líquido cerebroespinal que se absorbe más fácilmente, como el abdomen, o una cámara en el corazón.

(10)

Las personas que tienen hidrocefalia suelen necesitar un sistema de derivación durante el resto de la vida, y un control periódico. (10)

### **Ventriculostomía.**

La ventriculostomía es un procedimiento quirúrgico que se puede utilizar para algunas personas.

En el procedimiento, el cirujano utiliza una pequeña cámara de vídeo para tener una visión directa de dentro del cerebro y hace un agujero en la parte inferior de uno de los ventrículos o entre los ventrículos para permitir que el fluido cerebroespinal fluya hacia fuera del cerebro. (10)

### **Las complicaciones de la cirugía.**

Ambos procedimientos quirúrgicos pueden dar lugar a complicaciones. Los sistemas de derivación pueden detener el drenaje del líquido cefalorraquídeo o el mal drenaje regular debido a los desperfectos mecánicos, la obstrucción o las infecciones.

Cualquier fallo requiere atención inmediata, las revisiones quirúrgicas u otras intervenciones. Los signos y síntomas de problemas pueden incluir fiebre, irritabilidad, modorra, náuseas o vómitos, dolor de cabeza, los problemas de visión, enrojecimiento, dolor o sensibilidad de la piel a lo largo de la trayectoria del tubo de derivación, dolor abdominal cuando la válvula de derivación está en el abdomen, la recurrencia de cualquiera de los síntomas iniciales de la hidrocefalia. (10)

## Otros tratamientos

Algunas personas con hidrocefalia, especialmente los niños, pueden necesitar tratamiento adicional, dependiendo de la severidad de complicaciones a largo plazo de la hidrocefalia.

Para tratar a los niños se puede necesitar:

**Pediatra o fisiatra:** quien supervisa el plan de tratamiento y realiza la atención médica. (10)

**Neurólogo pediátrico:** que se especializa en el diagnóstico y el tratamiento de los trastornos neurológicos en los niños. (10)

**Terapeuta ocupacional:** que se especializa en la terapia para desarrollar las habilidades diarias.

**Terapeuta del Desarrollo:** que se especializa en la terapia para ayudar a los niños a desarrollar comportamientos adecuados según la edad, las habilidades sociales y las habilidades interpersonales. (10)

**Proveedor de salud mental:** como un psicólogo o un psiquiatra. (10)

**Trabajador social:** que ayuda a la familia con el acceso a los servicios y la planificación para la transición en la atención. (10)

**Profesor de educación especial:** que se dirige a las dificultades de aprendizaje, determina las necesidades educativas e identifica los recursos educativos adecuados.

Los adultos con complicaciones más severas también pueden requerir los servicios de los terapeutas ocupacionales, trabajadores sociales, especialistas en el cuidado de la demencia u otros especialistas médicos. (10).

## CONCLUSIONES.

1. Las meninges ayudarán a la protección del sistema nervioso central. Por su amplia irrigación sanguínea estará muy bien nutrida de manera vascular. Dado que contiene una gran inervación sensitiva ayudará al diagnóstico cuando aumente la presión intracraneal por hiperplasia de la misma; también se puede llegar al diagnóstico de infecciones o procesos hiperplásicos mediante la punción de esta a nivel lumbar obteniendo líquido céfalo raquídeo para un posterior análisis.

En conclusión, meninges actúan facilitando la supervivencia y nutrición del sistema nervioso.

2. Los ventrículos son de vital importancia para la producción del líquido cefalorraquídeo, la obstrucción de estos puede degenerar en la presión intracraneal llegando a producir alteraciones tales como la hidrocefalia no comunicante, presionar los procesos cerebelosos o cerebrales y dejar secuelas perpetuas en el paciente cuando aún se encuentra en la vía uterina. En la etapa adulta es mejor de manejar.

3. El líquido cefalorraquídeo, al circular por el espacio subaracnoideo y ser de constante flujo permite regular la presión osmótica interventricular e intracraneal. Al ser una sustancia líquida favorece en la protección a traumas por su función amortiguadora, también brindará nutrición al sistema nervioso central. Su obstrucción a nivel de las vellosidades aracnoideas (con finalidad de desembocar en seno longitudinal superior) hará que la presión intracraneal aumente, y es en el caso de los neonatos que se puede llegar a producir una hidrocefalia comunicante, dado que en estos las suturas del cráneo aún no han terminado de cerrarse. Por lo tanto es de vital importancia un diagnóstico a tiempo por exámenes de ecografías.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Keith L., Dalley A., Anne M. R., ANATOMÍA CON ORIENTACIÓN CLÍNICA 7ma edición; Editorial Lippincott. Williams. Wilkins, año 2013.
2. Werner Kahle H., ATLAS DE ANATOMÍA CON CORRELACIÓN CLÍNICA: Tomo 3, sistema nervioso y órganos de los sentidos, edición 11ª, editorial Medical Panamericana, año 2017.
3. Drake R., Wayne V., Adam Michell W. M., GRAY. ANATOMÍA PARA ESTUDIANTES 3era edición, editorial: S.A. ELSEVIER ESPAÑA, año edición: 2015.
4. Netter, F.; ATLAS DE ANATOMIA HUMANA 6ta edición; Editorial Elsevier Masson.2016.
5. Green N., MD. <http://kidshealth.org/es/teens/meningitis-esp.html#> The Nemours Foundation. Fecha de revisión: abril de 2013.
6. [Drenckhahn D.](#); [Waschke](#) Benninghoff J., COMPENDIO DE ANATOMÍA. Editorial medical panamericana, año 2012.
7. Rodríguez Segade Villamarín S. Líquido cefalorraquídeo. Ed. Cont. Lab. Clin. 2016
8. Castellero Mimenza, O. <https://psicologiaymente.net/neurociencias/liquido-cefalorraquideo> NEUROCIENCIA-LIQUIDO CEFALO RAQUÍDEO. Barcelona- España. © Copyright 2017
9. Gómez Cuesta M. J., Saiz Hinajeros A. UTILIDAD DIAGNÓSTICA DEL ESTUDIO BÁSICO DEL LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO. Consulta 9 noviembre 2012.
10. Verdú A., Cazorla MR. Punción lumbar y medición de la presión del líquido cefalorraquídeo. ANALES DE PEDIATRÍA CONTINUADA. 2014.
11. Pineda, Ch. <https://es.slideshare.net/christianpineda5/hidrocefalia-39329950> HIDROCEFALIA. 2012.