

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Yuri Xiomara Ramírez Delgado

Universidad de Pamplona

Noviembre 02 de 2020

Nota del autor

Docente José Flórez Gélvez, Medicina Veterinaria, Universidad de Pamplona.

La correspondencia relacionada con este documento deberá ser enviada:

[yurixiomara09@gmail.com](mailto:yurixiomara09@gmail.com)

### *Dedicatoria*

A Dios por guiarme en este proyecto de vida y permitirme crecer como persona.

A mis padres por enseñarme el sentido de la responsabilidad y perseverancia, y por apoyarme en este camino. A mi compañero de vida por impulsarme a cumplir mis metas, por apoyarme y confiar en mí, este logro también es tuyo. A cada una de mis mascotas, porque gracias a ellos descubrí lo valiosa que es esta profesión, en especial a Canchosin por ser mi compañero de prácticas, trasnochos y alegrías.

### **Agradecimientos**

A la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S. y todo su equipo de trabajo por ser una guía durante el desarrollo de la pasantía, por enseñarme sus conocimientos y permitirme mejorar profesionalmente.

Al tutor académico José Flórez Gélvez, por su colaboración, dedicación y orientación en la elaboración de este proyecto.

Al médico veterinario Sergio Garzón, por su asesoría en esta temática.

A los profesores del Programa de Medicina veterinaria de la Universidad de Pamplona, por impartirme sus conocimientos y permitir el aprendizaje de esta profesión.

A mi compañero de pasantía Juan Sebastián Pérez, por la colaboración durante el desarrollo de la pasantía.

**Tabla de Contenido**

1. Introducción .....	8
2. Objetivos .....	9
2.1 Objetivo general .....	9
2.2 Objetivos específicos .....	9
3. Descripción del sitio de pasantía.....	10
4. Descripción de las actividades .....	12
5. Reporte de caso clínico. Hidrocefalia tetraventricular externa congénita en canino .....	15
5.1 Resumen .....	15
5.2 Palabras claves .....	15
5.3 Abstract .....	15
5.4 Keywords .....	16
5.5 Introducción .....	16
5.6 Revisión de literatura .....	18
5.6.1 Anatomía del sistema nervioso central .....	18
5.6.2 Sistema ventricular .....	19
5.6.3 Los plexos coroideos.....	20
5.6.4 Meninges .....	21
5.6.5 Formación del líquido cefalorraquídeo .....	23
5.6.6 Hidrocefalia.....	25
5.6.7 Epidemiología .....	25
5.6.8 Clasificación de la hidrocefalia.....	26
5.6.9 Signos clínicos .....	26

## Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

5.6.10 Fisiopatología.....	27
5.6.11 Diagnóstico .....	30
5.6.12 Tratamiento .....	31
5.7 Descripción del caso clínico .....	32
5.7.1 Reseña .....	32
5.7.2 Anamnesis .....	33
5.7.3 Examen clínico.....	33
5.7.4 Lista de problemas .....	35
5.7.5 Diagnóstico presuntivo.....	35
5.7.6 Diagnósticos diferenciales .....	36
5.7.8 Hallazgos clínicos y pruebas diagnósticas .....	37
5.7.9 Aproximación terapéutica .....	41
5.8 Discusión.....	43
5.9 Conclusiones.....	47
Referencias bibliográficas.....	49

**Lista de figuras**

Figura 1. Clínica Veterinaria Mascovet .....	10
Figura 2. Estructuras anatómicas implicadas en la circulación del LCR.....	18
Figura 3. Sistema ventricular sobre el encéfalo canino. ....	19
Figura 4. Estructura microscópica del plexo coroideo que muestra el camino que siguen los fluidos en la formación del líquido cefalorraquídeo. ....	21
Figura 5. (a) Sección coronal del seno sagital superior que muestra una granulación aracnoides. (b) Vista ampliada de una granulación aracnoidea que muestra el camino recorrido por el líquido cefalorraquídeo hacia el sistema venoso.....	22
Figura 6. Flujo del líquido cefalorraquídeo. ....	25
Figura 7. Consecuencias fisiopatológicas de la disminución del aclaramiento del LCR. ....	30
Figura 8. Paciente.....	33
Figura 9. Estrabismo ventrolateral del ojo izquierdo.....	34
Figura 10. Test de Distemper canino .....	38
Figura 11. Ultrasonografía de la arteria basilar .....	39
Figura 12. Procedimiento de tomografía computarizada.....	40
Figura 13. Dilatación ventricular. (a) tercer ventrículo y (b) ventrículos laterales.....	40
Figura 14. Tomografía computarizada cerebral en vista coronal sagital, con fontanelas abiertas. .....	41

**Lista de tablas**

Tabla 1. Constantes fisiológicas. ....	33
Tabla 2. Cuadro hemático.....	38
Tabla 3. Bioquímica sanguínea.....	38
Tabla 4. Terapia farmacológica .....	42

## 1. Introducción

La Medicina veterinaria es una rama de la medicina, en la cual, se busca emplear herramientas para la profilaxis, diagnóstico y tratamiento de diversas patologías de los animales. Por ende, es una profesión que, para su desarrollo idóneo, necesita la integración de fundamentos teóricos con habilidades prácticas, que permitan generar un aprendizaje crítico para salvaguardar la salud de los pacientes.

Esta carrera tiene diferentes énfasis según las diferentes especies, entre las cuales, se encuentra la clínica de pequeños o de animales de compañía, dentro de la cual, es necesario reconocer los aspectos fundamentales aplicados en sus líneas, con el fin de llevar a cabo un adecuado procedimiento.

Es por ello, que según Castellanos & Correa (2013), en el *curriculum* académico se debe involucrar a los estudiantes, futuros médicos veterinarios, en la observación, la fundamentación y el desarrollo de competencias prácticas para prevenir, diagnosticar, tratar y controlar las enfermedades en los pacientes.

Debido a lo anterior, se desarrolló el trabajo de grado en la modalidad pasantía en la Clínica Veterinaria de Pequeños Animales Mascovet, con el fin de aplicar los conocimientos previamente adquiridos y a su vez, reforzarlos e integrarlos con la práctica profesional, para así desarrollar destrezas y habilidades en la formación práctica, que sean aplicadas de manera íntegra y ética, para generar un conocimiento del desempeño en el ámbito profesional, una vez culminen el programa.



## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Desarrollar habilidades en el saber hacer de forma íntegra y ética, que permitan el desarrollo profesional idóneo en la clínica veterinaria de pequeños animales.

### **2.2 Objetivos específicos**

Afianzar los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del programa académico, para correlacionar las diferentes patologías y generar un diagnóstico adecuado.

Adquirir habilidades prácticas desarrolladas en la clínica de pequeños animales, para aplicarlas en el desempeño de la profesión.

Describir un caso clínico presentado durante la pasantía, con el fin de identificar los aspectos necesarios para generar un diagnóstico y plan terapéutico de una enfermedad.

Participar en las actividades llevadas a cabo en la clínica, fortaleciendo el desarrollo profesional integral.

### 3. Descripción del sitio de pasantía

La Clínica Veterinaria Mascovet se encuentra en la Av. 1E # 3-08 Barrio la Ceiba de la ciudad de Cúcuta en el departamento Norte de Santander, y se encuentra gerenciada por el Médico Veterinario Ramón Enrique Parada Fernández (Figura 1).



Figura 1. Clínica Veterinaria Mascovet  
Nota: el autor (2020).

La clínica cuenta con instalaciones en donde se desarrollan diversas actividades del ejercicio médico veterinario, como cuatro consultorios, un laboratorio equipado con un Fujifilm para realizar pruebas bioquímicas y recuento de electrolitos, un IDEXX que permite analizar un hemograma, centrifugas, nevera para almacenar insumos y microscopio para la observación de hisopados, raspados y sedimento urinario. Esta el área de hospital que cuenta con jaulas para alojamiento de los pacientes y la parte de infecciosos para pacientes con parvovirus; posteriormente, se encuentra una zona para el almacenamiento de fármacos, tiene un quirófano y una sala de ecografía, un área de peluquería y recepción.

## Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Mediante las anteriores instalaciones se realizan actividades que permitan salvaguardar la salud de los pacientes, por medio de la profilaxis de enfermedades y la atención de estas. Para ello, existe personal calificado como los Médicos veterinarios Ramón Parada, Claudia Guerrero, Carla González, Jhon Báez, Luz Marina Montañez, Julián Parra, Ruth Paola García, Daniel Rangel y Andrés Porras. Algunos de los anteriores médicos mencionados, tienen énfasis en las áreas de cardiología, nefrología, dermatología, cirugía y anestesiología.

Las actividades de la clínica se realizan durante 24 horas, para permitir la atención de pacientes por urgencias en las horas de la noche.

Además de las labores propias de la clínica veterinaria, en esta se reciben rotantes y pasantes a los cuales se instruyen y se les explica acerca de los diferentes procedimientos y de la correlación clínicas de las enfermedades.

#### 4. Descripción de las actividades

Durante el desarrollo de la pasantía se realizaron diversas actividades, entre las cuales se encuentran: en el área de hospitalización se apoyó a los médicos en la valoración de los pacientes diariamente en la mañana y en la tarde, mediante la evaluación de toma de temperatura, color de mucosas, apetito, peso del paciente, ingesta de líquido, estado de ánimo, frecuencia cardíaca y respiratoria, toma de presiones (para los pacientes que lo requieran).

De acuerdo al examen clínico realizado en estos animales y su correlación con las demás pruebas diagnósticas, se plantearon protocolos terapéuticos para las enfermedades. Por otra parte, se colaboró en la dosificación y administración de fármacos, correspondientes con su horario terapéutico.

Además, se ayudó en la sujeción de pacientes y en la toma de muestras, ya sean, para análisis de sangre de la vena yugular tanto para bioquímica, cuadro hemático o test rápidos de parvovirus y coronavirus, *Ehrlichia canis* y *Anaplasma spp*, y test para virus de inmunodeficiencia felina (FIV) y leucemia felina (FeLV). También en la obtención de muestras para coprológicos, hisopados y raspados de piel. Estas muestras se llevaron al laboratorio para su posterior análisis, de estas se ayudó en el procesamiento de pruebas bioquímicas, electrolitos, tiempo de coagulación y parcial de orina por tira reactiva y refractómetro.

En esta área se canalizaron los pacientes mediante la punción de la vena cefálica o la safena, de acuerdo a un calibre idóneo del jelco según el peso del paciente, siendo estos de 20, 22 y 24; seguido se calcula la tasa de fluidos de acuerdo a sus requerimientos, se ayudó a armar el equipo y en la configuración de la bomba de infusión. Era necesario, estar monitoreando a los pacientes continuamente, para determinar si presentaban vómito, micción, defecación o

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

alteración de la conducta.

En cuanto a las consultas, se ayudó en la sujeción de pacientes para la toma de sus constantes fisiológicas y para la vacunación y desparasitación de estos. Por otra parte, en las que incluyeron ecocardiograma, electrocardiograma o ecografía, se colaboró en la sujeción de pacientes y, además, se atendieron a las explicaciones acerca de los hallazgos patológicos evidenciados en las imágenes ecográficas y las características normales, ubicación y tamaño de los órganos.

Para el abordaje de las cirugías, se colaboró haciendo los roles de ayudante del cirujano o instrumentador. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que para realizar estas actividades era necesario poner en práctica conocimientos previamente adquiridos durante la carrera.

Cabe resaltar, que las anteriores actividades se realizaron teniendo en cuenta la importancia de salvaguardar la salud de los pacientes, por ende, se llevan a cabo bajo la supervisión de los médicos veterinarios y mediante la previa orientación del uso adecuado de equipos y la realización de las diferentes técnicas empleadas en la clínica de pequeños animales. Estas se desarrollaron en horarios rotativos estipulados en la clínica, siendo diurnos y nocturnos.



Cúcuta, 26 de noviembre de 2020

Médico Veterinario  
**Melissa Casadiegos Muñoz**  
Coordinadora de Clínicas y Trabajos de Grado  
Facultad de Medicina Veterinaria  
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Cordial saludo,

De la manera más atenta, me permito informar que la estudiante **YURI XIOMARA RAMÍREZ DELGADO**, con código **1090458230** del programa de Medicina veterinaria, desarrollo su caso clínico de pasantía de práctica profesional en la Clínica veterinaria Mascovet S.A.S., donde su paciente tratado fue Taco, un canino de raza Dachshund diagnosticado con **Hidrocefalia tetraventricular externa**.

Agradezco su atención,

Atentamente,

**RAMÓN ENRIQUE PARADA FERNANDEZ**  
Director Médico - Clínica veterinaria Mascovet S.A.S  
Médico Veterinario de la Universidad de Pamplona  
TP: 14629.

Avenida 1E N° 3-08 La Ceiba  
Tel.(57)(7) 575 1204 - (57) 320 248 9765  
(57) 317 370 0134  
mascovet09@gmail.com

## **5. Reporte de caso clínico. Hidrocefalia tetraventricular externa congénita en canino**

### **5.1 Resumen**

La hidrocefalia es un trastorno que afecta el sistema nervioso, debido a la acumulación excesiva de líquido cefalorraquídeo en los ventrículos, conllevando al aumento de estos, y, por ende, al incremento de la presión intracraneal. Esta puede ser de tipo adquirida o congénita y, externa o interna. En el presente informe, se evidencia el caso clínico de un paciente con signos neurológicos, como cambios en el comportamiento, pérdida de reflejos neurológicos y marcha en círculos. Por lo cual, se realizó un examen clínico, análisis hematológico y bioquímico, y pruebas específicas como test de *Distemper canino* y tomografía computarizada. Siendo esta última confirmatoria de presencia de hidrocefalia tetraventricular externa. Por tanto, se estableció un tratamiento inicial con solución hipertónica (Manitol en dosis de 2 g / Kg BID IV) y corticoide (dexametasona 0.25 mg/Kg BID IV). Posteriormente, se administró omeprazol 20 mg por vía oral y prednisolona 0.5 mg/Kg por vía oral cada 24 horas. Al inicio del tratamiento, el paciente mejoró su condición, pero posteriormente empeoró, presentando convulsiones, por lo que los propietarios decidieron aplicarle la eutanasia.

### **5.2 Palabras claves**

Hidrocefalia, líquido cefalorraquídeo, ventrículo, estrabismo y presión intracraneal.

### **5.3 Abstract**

Hydrocephalus is a disorder that affects the nervous system, due to the excessive accumulation of cerebrospinal fluid in the ventricles, leading to an increase in these, and,

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

therefore, to an increase in intracranial pressure. This can be acquired or congenital and external or internal. In the present work, the clinical case of a patient with neurological signs, such as changes in behavior, loss of neurological reflexes, and walking in circles is evidenced.

Therefore, a clinical examination, hematological and biochemical analysis, and specific tests such as canine Distemper test and computed tomography are performed. The latter being confirmatory of the presence of external tetraventricular hydrocephalus. Therefore, a treatment was established with a hypertonic solution (Mannitol in doses of 2 g / Kg BID IV route) and corticosteroid (dexamethasone 0.25 mg / Kg BID IV route). Later, was administered omeprazole 20 mg orally and prednisolone 0.5 mg / Kg orally every 24 hours. At the beginning of the treatment, the patient improved his physical condition, but later it worsened, presenting seizures, so the owners decided to euthanize him.

#### **5.4 Keywords**

Hydrocephalus, cerebrospinal fluid, ventricle, strabismus and intracranial pressure.

#### **5.5 Introducción**

Aunque se ha descrito en diversos libros de medicina y se ha investigado por varias generaciones, la hidrocefalia sigue siendo una de las enfermedades más complejas que deben afrontar los médicos (Di Rocco & Frassanito, 2019). Sin embargo, este “es uno de los trastornos del desarrollo más comunes en los animales” (Mandara, Pavone, & Vitellozzi, 2007, p. 713). A pesar, de que es bajo el diagnóstico de hidrocefalia en la casuística médico veterinaria, esto puede ser debido por las graves manifestaciones clínica y por la muerte temprana, por lo cual, los pacientes no son llevados a consulta (Palacios, 1987).



Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Esta enfermedad de tipo neurológica se presenta por un aumento del tamaño de los ventrículos, ocasionado por alteraciones en la circulación del líquido cefalorraquídeo (LCR) en el sistema ventricular hasta su absorción en los vasos sanguíneos (Gupta, Singla, & Dash, 2017). Se clasifica según la ubicación de la acumulación de LCR, siendo esta interna o no comunicante, caracterizada por un agrandamiento del ventrículo, y externa o comunicante, en la cual, se presenta el espacio subaracnoideo agrandado (Thomas, 1999; Hecht & Adams, 2010 citado por Przyborowska, Adamiak, Jaskolska, & Zhalniarovich, 2013, p. 74). Además, según la etología puede ser adquirida o congénita (Orozco & Aranzazú, 2004).

La hidrocefalia comunicante no significa que no haya un punto de obstrucción; si no que el líquido puede llegar al espacio subaracnoideo espinal y no que puede llegar al punto de salida del LCR hacia la circulación sistémica. Esto puede ser por una falla en el flujo sin restricciones entre el espacio subaracnoideo espinal y un término más allá de las cisternas basales. (Rekate, 2018, p. 5)

Esta patología se debe básicamente a tres causas fundamentales: aumento de producción de líquido en el plexo coroideo, disminución de la absorción meníngea del líquido y obstrucción del flujo del LCR en el acueducto mesencefálico (Banks, 1993; Ganong, 1992 citado por Acevedo, Ruiz, González-Domínguez, Ramírez & Balvin, 2007, p. 353).

Las manifestaciones clínicas son convulsiones, temores, dolor cervical, ceguera, retraso en el aprendizaje, depresión del sensorio, marchas en círculo y compulsivas (Lorenzo & Bernardini, 2007).

Debido a lo anterior, se describe el caso clínico de un perro de raza Dachshund de dos meses de edad, el cual, fue llevado al centro veterinario porque presentaba cambios en su comportamiento y alteraciones en sus órganos de los sentidos.

## 5.6 Revisión de Literatura

### 5.6.1 Anatomía del sistema nervioso central

El encéfalo y la médula espinal, conforman el sistema nervioso central (SNC), estas estructuras se encuentran envueltas por las meninges, las cuales, son duramadre, aracnoides y piamadre, y están protegidos por los huesos del cráneo y la columna vertebral respectivamente (Aige & Morales, 2012). Las meninges limitan entre sí un espacio ocupado por líquido cefalorraquídeo (LCR), que genera un efecto amortiguador (Köning & Liebisch, 2005).

El LCR presenta un flujo en una sólo dirección a partir del lugar de producción en el sistema ventricular hasta el espacio subaracnoideo cortical y es absorbido en los senos venosos (Gupta *et al.*, 2017). Desde el punto de vista anatómico es necesario describir, algunas características de las estructuras implicadas con el sistema del líquido, es decir las meninges, los ventrículos cerebrales y los plexos coroideos (Figura 2).

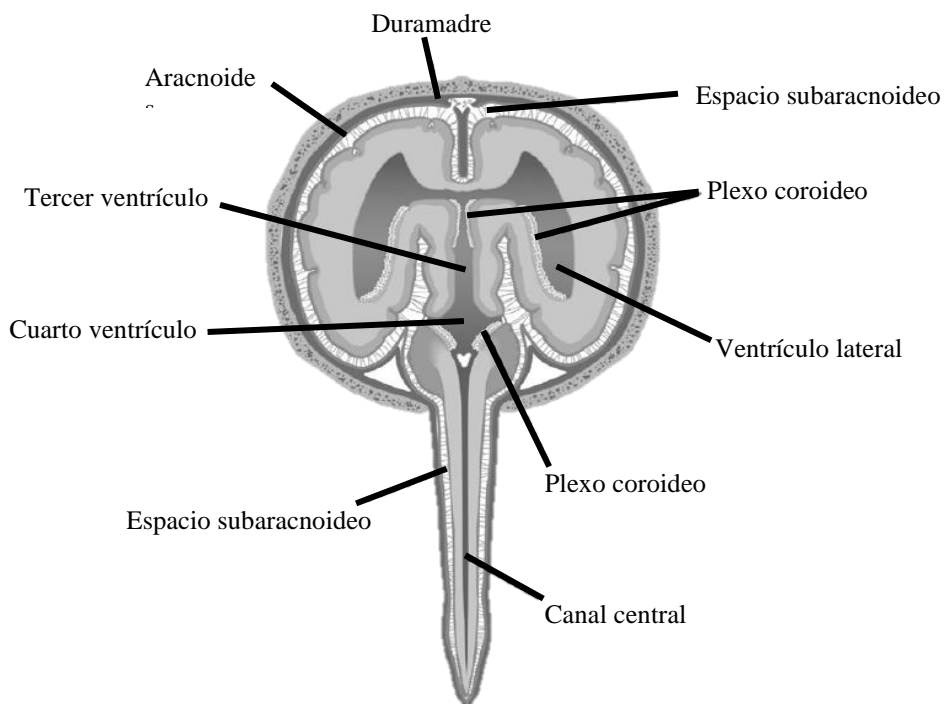


Figura 2. Estructuras anatómicas implicadas en la circulación del LCR.  
Nota. Di Terlizzi & Platt (2006).

### 5.6.2 Sistema ventricular

El sistema ventricular aloja el líquido cefalorraquídeo, siendo este una serie de concavidades en conexión, cubiertas por células endoteliales (Figura 3) (Bradley, 2014). Estas cavidades son un vestigio de la luz del tubo neural embrionario (Gil & Morales, 2012). El tubo neuronal presenta en su parte central el neurocele y el neuróporo rostral, los cuales, se cierran para generar un gradiente de presión dentro de los ventrículos (Hartman, 2009, p. 3).

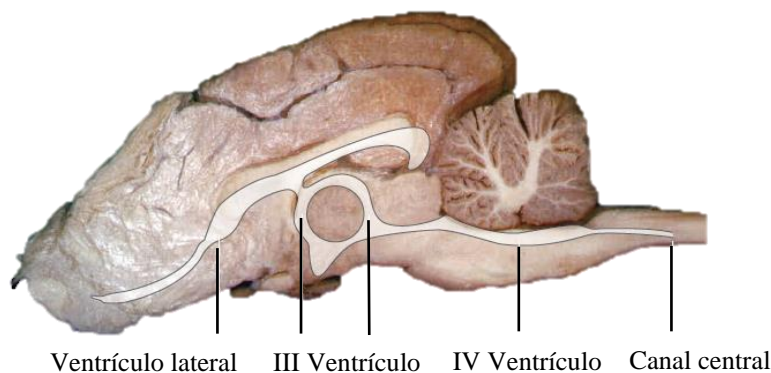


Figura 3. Sistema ventricular sobre el encéfalo canino.  
Nota. Gil & Morales (2012).

“El ventrículo lateral se divide en cinco regiones: el cuerno anterior (frontal), el cuerpo, el cuerno posterior (occipital), el cuerno temporal (inferior) y el triángulo colateral (aurícula)” (Di Terlizzi & Platt, 2006, p. 423). Los ventrículos laterales están en cada hemisferio cerebral y se comunican por el agujero interventricular o de Monroe con el tercer ventrículo, que este alrededor de la adhesión intertalámica en el diencéfalo (Fletcher, 2013 citado por Pinto, 2016).

El tercer ventrículo está entre los tálamos y se comunica con el cuarto ventrículo a través del acueducto cerebral de Silvio. El margen superior convexo del ventrículo se extiende desde el agujero de Monroe hasta el receso suprapineal. La pared posterior incluye la comisura habenuar, la glándula pineal y su receso asociado, y la comisura posterior. Esta última conecta con los núcleos pretectales y participa en el reflejo pupilar (Stratchko *et al.*, 2016).

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

El cuarto ventrículo es una dilatación del canal central de la médula espinal y está ubicado en el rombencéfalo. En su porción rostral se continua con el acueducto del mesencéfalo, posteriormente, se ensancha en el diencéfalo, formando el tercer ventrículo (Köning & Liebisch, 2005). Se continúa con el canal central de la médula espinal y presenta además unos recesos laterales por dónde el LCR pasa del sistema ventricular al espacio subaracnoideo (Gil & Morales, 2012).

### **5.6.3 Los plexos coroideos**

Los plexos coroideos presentan ramificaciones, vasos sanguíneos y vellosidades que se encuentran hacia el sistema ventricular cerebral (Oreškovića & Klaricab, 2010). “Cada vellosidad está compuesta por una sola capa de células epiteliales que recubren un núcleo de tejido conectivo y capilares sanguíneos” (Speake, Whitwell, Kajita, Majid, & Brown, 2001, p. 49).

Están recubiertos por la meninge piamadre y células endoteliales, y se distribuyen en todos los ventrículos, principalmente en los laterales y cuarto ventrículo. Además, son los principales productores de LCR (Gil & Morales, 2012). “El epitelio coroideo está sellado por bandas apicales continuas de uniones estrechas y los capilares son inusualmente anchos, de paredes delgadas y fenestrados” (Lindvall & Owman, 1981, p. 245).

Estas estructuras tienen un buen riego sanguíneo, siendo casi diez veces mayor que en la corteza cerebral (Speake *et al.*, 2001). Esto se da mediante la circulación cerebral que aportan los siguientes vasos sanguíneos:

Las ramas de la circulación cerebral anterior y posterior, irrigan el plexo coroideo; las arterias coroideas anteriores de las arterias cerebrales medias y las arterias coroideas posteriores de las arterias cerebrales posteriores permiten un aporte sanguíneo a la coroides en los ventrículos

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

laterales. Las arterias coroideas posteriores también irrigan el tercer ventrículo. La coroides dentro del cuarto ventrículo recibe sangre a través de las arterias cerebelosas anterior y posterior inferior que surgen del sistema vertebro-basilar (Stratchko Stratchko, Filatova, Agarwal, & Kanekar, 2016, p. 76).

Además, forma una barrera por los complejos de unión entre las células epiteliales, que restringen el paso de iones y moléculas al LCR. Por tanto, las células epiteliales del plexo coroides forman lo que se conoce como barrera sangre-LCR (Figura 4) (Brown & Davies, 2004).

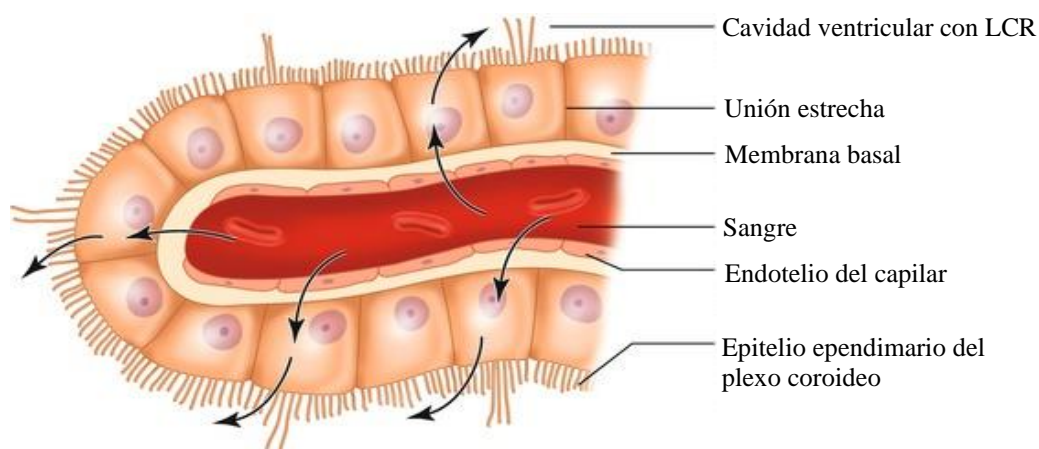


Figura 4. Estructura microscópica del plexo coroides que muestra el camino que siguen los fluidos en la formación del líquido cefalorraquídeo.

Nota. Gupta *et al.*, (2017).

#### 5.6.4 Meninges

Las meninges son unas membranas que envuelven tanto el encéfalo como las raíces de los nervios craneales, estas se clasifican según su grosor en paquimeninge y dos leptomeninges (Gil, 2008).

La paquimeninge o duramadre, está formada por una capa externa, fijada al periostio, y otra interna con extensiones que dividen el encéfalo en partes. Esta última, se denomina hoz del cerebro, tienda del cerebelo y diafragma de la silla, según su ubicación ya sea, en la fisura longitudinal del cerebro, entre el cerebro y cerebelo, y sobre el dorso de la fosa hipofisiaria,

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

respectivamente (Gil, 2010). El LCR se absorbe en los senos venosos intracraneales, que son formados por la separación de las capas de la duramadre, que se da en ciertos lugares (Hartman, 2009, p. 6).

Las leptomeninges se encuentran en la parte interna, siendo estas la aracnoides que se adhiere a la duramadre y la piamadre que esta envuelve la médula espinal y tiene un elevado suministro sanguíneo (Kealy, McAllister, & Graham, 2011). La aracnoides es una capa de tejido conectivo carente de inervación y suministro de sangre, con finas trabéculas que se conectan a la piamadre subyacente y forman una red a través de la cual, recircula el LCR. Por otra parte, esta meninge presenta granulaciones aracnoideas a través de la duramadre formando senos venosos intracraneales y protuberancias microscópicas denominadas vellosidades aracnoideas tanto en las venas craneales como espinales, que sirven de canal de absorción del LCR hacia la circulación sanguínea (Figura 5) (Hartman, 2009).

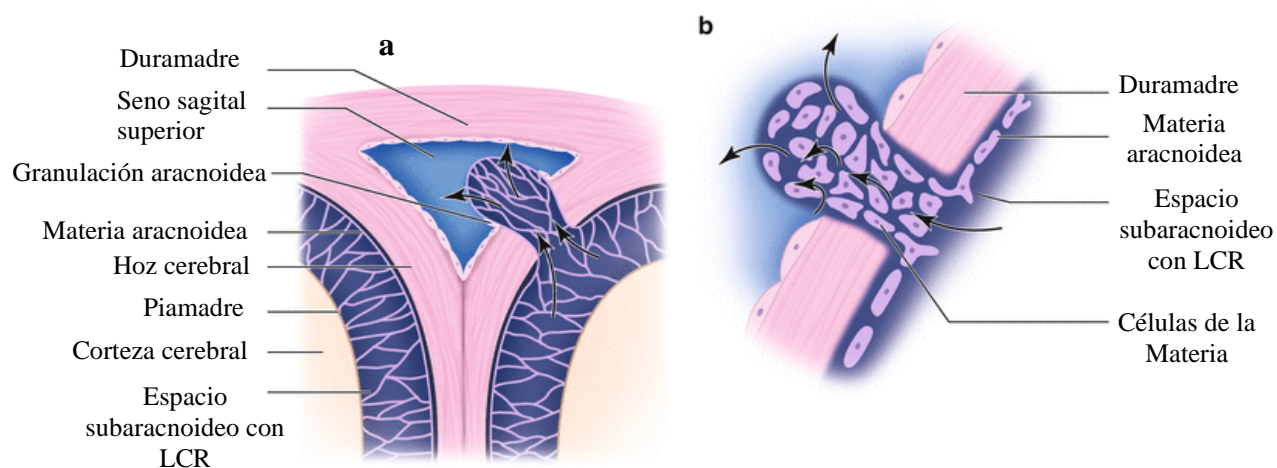


Figura 5. (a) Sección coronal del seno sagital superior que muestra una granulación aracnoidea. (b) Vista ampliada de una granulación aracnoidea que muestra el camino recorrido por el líquido cefalorraquídeo hacia el sistema venoso.

Nota. Gupta *et al.*, (2017).

### 5.6.5 Formación del líquido cefalorraquídeo

El líquido cefalorraquídeo (LCR) es una parte importante del líquido extracelular del sistema nervioso central (SNC) y la regulación fina de su composición es vital para la salud del cerebro (Johanson, 2008; Redzic *et al.*, 2005 citado en Oreškovića & Klaricab, 2010, p. 242).

“Está formado principalmente por el plexo coroideo en el sistema ventricular, además es secretado por el revestimiento endotelial, la membrana pial-glial externa en la superficie del cerebro, y por los vasos sanguíneos en la pia-aracnoides” (Chelsie, 2015, p. 1).

El LCR se forma por cloruro de sodio y bicarbonato de sodio, por ende, la producción de este depende de la cantidad de secreción del ion sodio (Praetorius, 2007). “Las células epiteliales de los plexos coroideos lo secretan, mediante el transporte de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{HCO}_3^-$  desde la sangre a los ventrículos del cerebro. El transporte unidireccional de iones se logra debido a la polaridad del epitelio” (Brown & Davies, 2004, p. 957).

Para lo anterior, en la superficie externa de las células epiteliales de los plexos coroideos se encuentran bombas de Na/K ATPasa, que permiten la salida de tres iones de  $\text{Na}^+$  y el ingreso de dos iones de  $\text{K}^+$ , generando así un desequilibrio iónico en la célula que resulta en una energía quimiosmótica, para la secreción de LCR con el agua fluye a lo largo del gradiente osmótico (Rosenberg, 2017).

Por otra parte, el transporte de los iones de  $\text{Cl}^-$  y  $\text{HCO}_3^-$  se da por conductancia aniónica mediante la activación del AMPc luminal. Adicionalmente, el  $\text{Cl}^-$  ingresa a la célula coroidea por intercambio aniónico (Praetorius, 2007), mediante de transporte activo por bomba de  $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$  y un cotransporte de  $\text{Na}^+/\text{K}^+/2\text{Cl}^-$ , ubicados en la membrana basal, y en la membrana apical cuenta con canales que permiten la salida de  $\text{Cl}^-$ . Estas bombas permiten la regulación del pH intracelular (Oreškovića & Klaricab, 2010).

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

La reacción del dióxido de carbono y el agua, es catalizada por la enzima anhidrasa carbónica, formando así el ácido carbónico, que posteriormente se disocia en hidrógeno y bicarbonato (De Lahunta, 1983 citado en Di Terlizzi & Platt, 2006). Además, las moléculas de agua atraviesan el epitelio principalmente a través del canal de agua de la acuaporina AQP1, impulsadas por el gradiente iónico creado (Praetorius, 2007, p 1).

El LCR se produce a una tasa constante de 0.3 a 0.5 ml/min en caninos (Przyborowska *et al.*, 2013) y 0,17 ml/min en gatos, lo que equivale a 432 ml/día y 244,8 ml/día, respectivamente. Sin embargo, la cantidad de LCR formado se relaciona con el peso del plexo coroideo y el intercambio iónico de sodio y bicarbonato (Di Terlizzi & Platt, 2006).

“Las células endoteliales que revisten los ventrículos poseen cilios que, además de las pulsaciones respiratoria y cardíaca, ayudan en el movimiento del LCR a través del sistema ventricular” (Pizzo & Thorne, 2017, p. 108).

Por ello, una vez producido el LCR viaja en una sola dirección a través de los ventrículos laterales por el agujero de Monro, seguido pasa al tercer ventrículo (Gupta *et al.*, 2017) y al acueducto cerebral o de Sylvius hasta el cuarto ventrículo, y luego pasa por el agujero de Magendie hacia el espacio subaracnoideo en la base del cerebro. En este nivel el LCR cambia hacia un flujo multidireccional (Figura 6) (Telano & Baker, 2020).

“Posteriormente, pasa a través de las aberturas laterales hacia el espacio subaracnoideo del cerebro y la médula espinal” (Przyborowska *et al.*, 2013, p. 74). Finalmente, el LCR se absorbe por las vellosidades aracnoideas hacia el sistema circulatorio ubicado en la superficie del cerebro. Adicionalmente, se cree que otra parte se absorbe por el sistema linfático, y después se filtra en el sistema renal (Roumila, 2020).



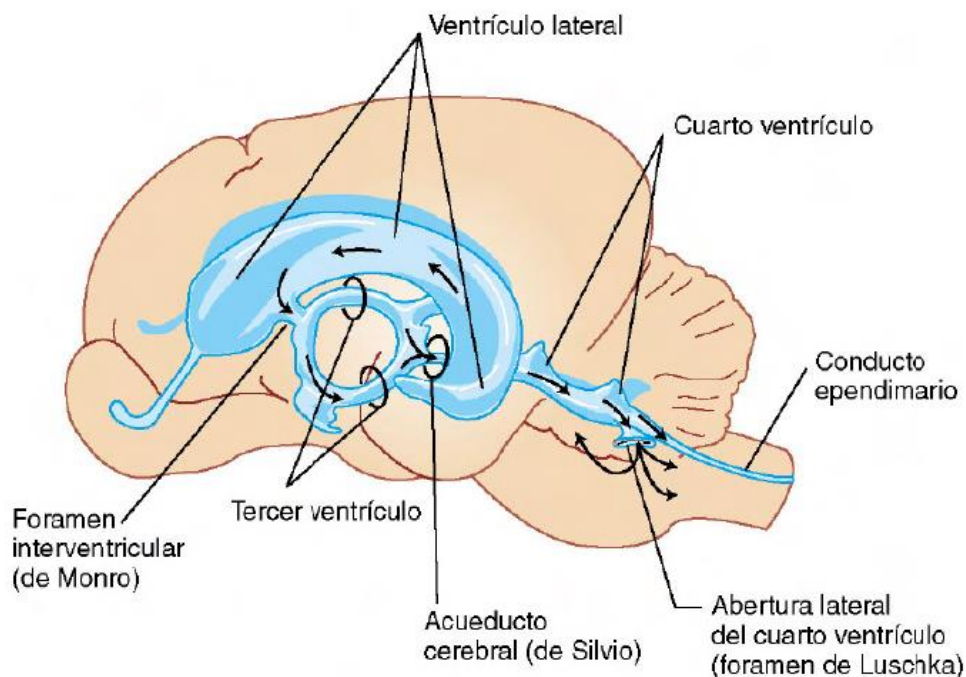


Figura 6. Flujo del líquido cefalorraquídeo.  
Nota. Bradley (2014).

### 5.6.6 Hidrocefalia

La hidrocefalia es una acumulación excesiva de líquido cefalorraquídeo dentro o alrededor del cerebro que puede ser producida por un amplio espectro de trastornos (Poca & Sahuquillo, 2005). Entre las principales causas de esta se encuentran un aumento excesivo en la producción de LCR por el plexo coroideo, una disminución de la absorción del LCR y la obstrucción de la circulación del LCR (Acevedo *et al.*, 2007).

### 5.6.7 Epidemiología

Esta enfermedad neurológica presenta mayor incidencia en caninos que en felinos, entre las razas de caninos con mayor predisposición se encuentran: Maltés, Yorkshire terrier, Bulldog inglés, Chihuahua, Lhasa apso, Pomerania, Caniche, Cain terrier, Boston terrier, Pug y Pequinés (Orozco, 2004 citado en Rueda & León, 2016). 16). La raza siamés en los gatos, presenta mayor

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

incidencia de hidrocefalia, lo cual, probablemente se da por la presencia de un gen autosómico recesivo en su genética (Acevedo *et al.*, 2007).

### **5.6.8 Clasificación de la hidrocefalia**

La hidrocefalia puede ser clasificada en congénita o adquirida. Se especula que la forma congénita en caninos se puede dar por defectos en el desarrollo que obstruyen la circulación o la absorción del LCR. Sin embargo, esto puede ser causado por agentes infecciosos en la gestación o factores genéticos (Gomes, Targett, & Lowrie, 2019). La adquirida se presenta en cualquier etapa de vida, y es causada por traumas, tumores, quiste dermoide e inflamación del cerebro o las meninges (Pinto, 2016).

Por otra parte, según la ubicación del LCR acumulado, se clasifica además como interna, en la que el agrandamiento del ventrículo es aparente (Thomas, 1999; Hecht & Adams, 2010 citado en Przyborowska *et al.*, 2013, p. 74) o externa, fuera de los ventrículos, cuando el LCR se encuentra en el espacio subaracnoideo (Chelsie, 2015), “es una forma de hidrocefalia comunicante en la que los espacios subaracnoideos se agrandan principalmente en la convexidad (principalmente frontal) y los espacios inter-hemisféricos” (Eidlitz-Markus, Shuper, & Constantini, 2003, p. 367).

### **5.6.9 Signos clínicos**

Los signos clínicos de la hidrocefalia son macrocefalia, estrabismo ventrolateral, afecciones neurológicas como atrofia cerebral, convulsiones y cambios del comportamiento como agresividad, letargia y desorientación. Adicionalmente, en los cachorros se evidencia menor crecimiento de los animales, en comparación con los otros de la camada (Orozco &

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Aranzazú, 2004). Cuando la hidrocefalia genera presión en el nervio óptico puede provocar ceguera (Acevedo *et al.*, 2007). Además, la hidrocefalia congénita por lo general se presenta en los primeros 6 meses de vida y presenta características físicas como macrocefalia, fontanelas abierta o anomalías en el cráneo, disminución de la conciencia, dificultad para el aprendizaje y marcha en círculos (Gradner, Kaefinger, & Dupré, 2019)

#### **5.6.10 Fisiopatología**

“La fisiopatología de la hidrocefalia se encuentra en la dinámica de la circulación del líquido cefalorraquídeo. La hidrocefalia puede aparecer por aumento en la producción de LCR, mayor resistencia de la circulación de LCR, o disminución de la absorción” (Neurocirugía contemporánea, 2019, p 7).

La hidrocefalia congénita suele ocurrir debido a una interrupción del flujo de LCR o una absorción defectuosa del LCR; sin embargo, esta rara vez es causada por un aumento en la producción de LCR (Chelsie, 2015).

La hidrocefalia ocurre cuando hay resistencia en el pasaje del LCR que causa un gradiente de presión más alto entre el LCR proximal y distal a la obstrucción y, además, las vías alternas de absorción del LCR no pueden reducir el volumen aumentado de LCR dentro de los ventrículos y devolverlo al rango normal (Przyborowska *et al.*, 2013).

Con el tiempo, pueden desarrollarse vías alternas de absorción de LCR de modo que la presión dentro de los ventrículos vuelva a la normalidad. Estas otras vías incluyen el flujo de LCR a través del epéndimo con absorción por los capilares periventriculares y el flujo de LCR a través de la placa cribiforme con absorción por los linfáticos nasales (Thomas, 2010).

La hidrocefalia se desarrolla debido a la disminución de la distensibilidad intracraneal, lo

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

que produce un aumento de la presión del pulso capilar. Se desarrolla un gradiente de presión pulsátil que se dirige desde el tejido cerebral hacia los ventrículos laterales. La presión de rebote del gradiente pulsátil, junto con el flujo de LCR hiperdinámico en el acueducto mesencefálico, produce un agrandamiento del sistema ventricular (Chelsie, 2015). “El agrandamiento ventricular crea fuerzas de corte en el cerebro, predominantemente en la sustancia blanca periventricular, que daña el tejido cerebral e induce signos clínicos” (Thomas, 2010, p. 144).

Sin embargo, el aumento de la presión intracraneal depende de varios factores, entre ellos, el tamaño de gradiente de presión que está determinado por la gravedad de la obstrucción y la capacidad de absorción por otras vías, por lo cual, se infiere que la presión se aumenta en una obstrucción grave y aguda. Otra característica es el tamaño de los ventrículos y la eficiencia de transmisión de la presión ventricular a la superficie del cerebro, estando estas dos últimas correlacionadas (Thomas, 2010).

En la hidrocefalia comunicante se genera un aumento de la presión intracraneana debido al aumento de la presión ejercida sobre la circulación sanguínea en el cerebro, ocasionada por la oclusión de los espacios subaracnoideos, produciendo ventriculomegalia (Nazar & Nazar, 1985).

Por otra parte, según Li *et al.* (2006), “la hidrocefalia comunicante se puede inducir con el bloqueo del espacio subaracnoideo cortical y las cisternas basales” (p. 2). La cual, “produce secundariamente estenosis del acueductal por compresión del mesencéfalo. Sin embargo, durante una oclusión prolongada o estenosis del acueducto, debe esperarse el desarrollo de una dilatación ventricular probablemente sin un aumento de la presión ventricular” (Oreškovića & Klaricab, 2010, p. 32).

Esta dilatación ventricular se presenta como mecanismo compensatorio, debido al aumento del LCR, sin embargo, puede ocasionar daños en el tejido cerebral. Además, esta se

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

presenta en los ventrículos laterales y tercer ventrículo, debido a la estenosis del acueducto cerebral (Telano & Baker, 2020).

“En investigaciones realizadas, se ha encontrado que el intercambio de LCR entre los ventrículos laterales y el tercer ventrículo desaparece en la hidrocefalia. El foramen Monro también se dilata de modo perdiendo la función de cuello de botella entre el ventrículo lateral y el tercer ventrículo. Los ventrículos y el tercer ventrículo, se convierten en uno sólo en la hidrocefalia grave. El acueducto mantiene su diámetro y se presentó un movimiento exagerado del LCR a través de este”. (Yamada & Erin, 2016, p. 6)

Otra causa de la hidrocefalia es la malformación por la estenosis del acueducto mesencefálico, debió a la unión del parénquima de los colículos rostrales, que ocasionan la acumulación del LCR, y, por ende, la obstrucción del flujo de este en los ventrículos (Gradner *et al.*, 2019).

La asociación de la hidrocefalia con la presencia de inflamación, ocasiona cambios como hendiduras en la sustancia blanca periventricular cerebral (Mandara *et al.*, 2007).

La obstrucción del LCR en el sistema ventricular, ocasiona una deficiente eliminación de macromoléculas, entre las cuales, se encuentran neurotoxinas, mediadores inflamatorios y neuropéptidos encargados de la señalización neuroendocrina de las enzimas hidrolíticas. La eliminación deficiente de la proteína precursora amiloide (APP), genera un acumulo de esta en los vasos sanguíneos, lo que provoca procesos neurodegenerativos. El factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ) altera la microvasculatura periventricular, incrementando la dilatación ventricular en esta zona (Martín-Láez *et al.*, 2018).

Los radicales libres dañan neuronas, células endoteliales, y el factor de crecimiento transformador  $\beta$  (TGF- $\beta$ ) induce apoptosis de las neuronas y oligodendrocitos. La disminución de la somatostatina acumula el péptido amiloide- $\beta$ -42, que empeora los signos clínicos. Por otro

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

lado, causa disminución del neuropéptido Y (NPY), que causa muerte neuronal. El péptido intestinal vasoactivo (VIP), genera vasodilatación y producción de neurotrofina-3 y factor neurotrófico dependiente de la actividad en las células gliales, además el VIP inhibe la inflamación de la neuroglia, bloqueando la producción de TNF- $\alpha$  y los radicales libres en la microglía (Figura 7) (Martín-Láez *et al.*, 2018).

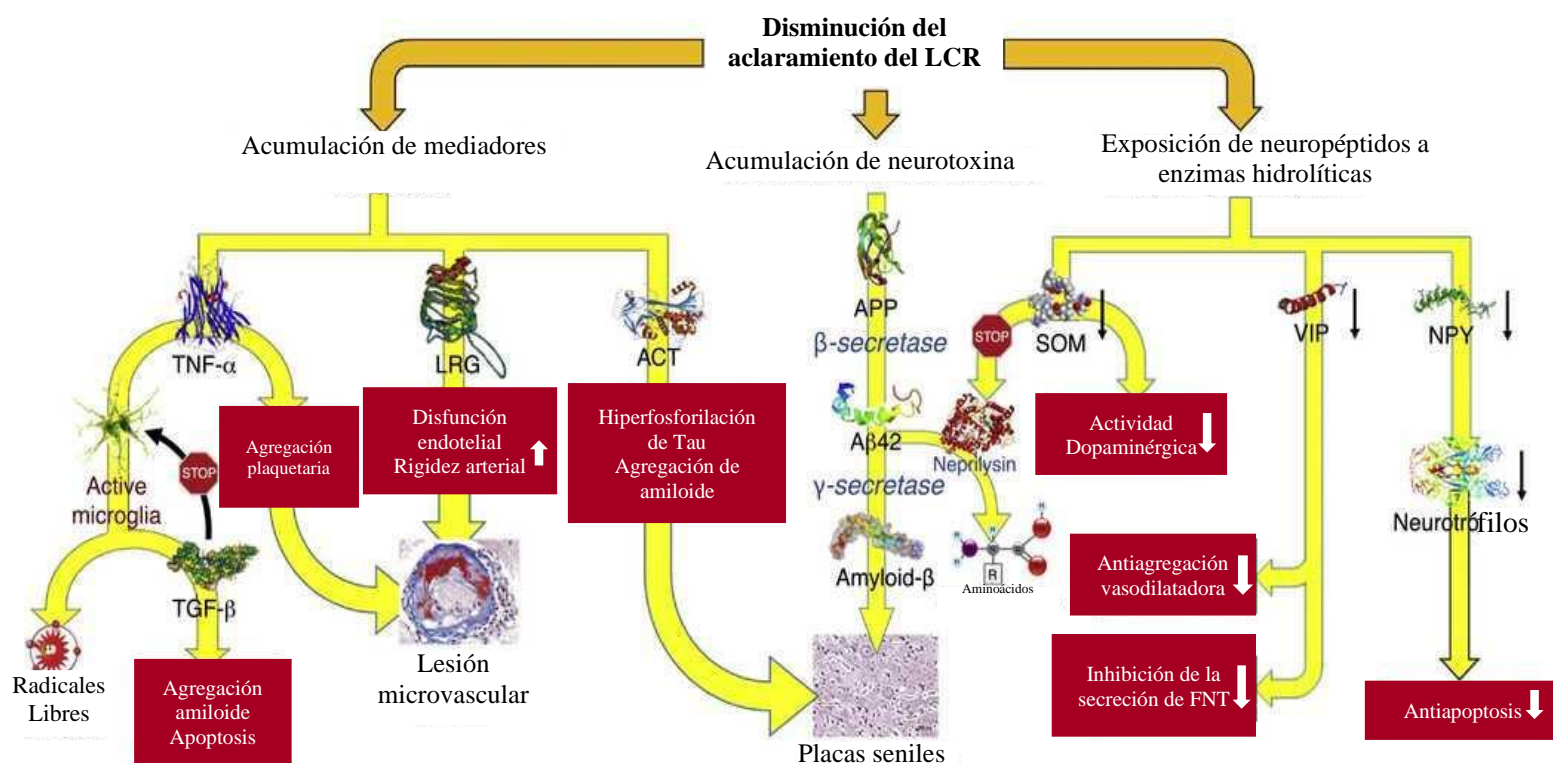


Figura 7. Consecuencias fisiopatológicas de la disminución del aclaramiento del LCR.  
Nota. Martín-Láez *et al.*, (2018).

### 5.6.11 Diagnóstico

Para abordar la hidrocefalia, es necesario correlacionar la clínica del paciente con imágenes cerebrales que permitan inferir el estado del sistema ventricular y las causas de esta (Thomas, 2010). “Por ello, las pruebas comunes para diagnosticar la hidrocefalia requieren técnicas de imagen, como tomografía computarizada, imágenes por resonancia magnética o

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

técnicas de monitoreo de la presión para identificar los ventrículos agrandados y cualquier obstrucción en la vía del líquido” (Lebret, Hodel, Rahmouni, Decq, & Petit, 2013, p. 224).

“Particularmente en áreas anatómicas complejas como la cabeza, la TC se establece como un método de imagen estándar y puede considerarse una herramienta valiosa para diagnosticar defectos neurológicos” (Adamiak, Jaskolska, & Pomianowski, 2012 citado en Przyborowska *et al.*, 2013, p.76).

### **5.6.12 Tratamiento**

El fin del tratamiento en la hidrocefalia es controlar el incremento de los signos y síntomas, sin embargo, las afecciones neurológicas se relacionan con una lesión primaria del SNC y, por ende, el tratamiento no presenta éxito (Spennato *et al.*, 2018). El tratamiento médico puede valorarse en casos de dilatación ventricular moderada y lenta progresión de la hidrocefalia (Puche, 2008).

La terapia farmacológica empleada es la acetazolamida en dosis de 10 mg/Kg vía oral cada 8 horas y la furosemida que es un diurético de ASA en dosis de 1 mg/Kg vía oral cada 24 horas, se usan ya sean combinadas o solas, ambos fármacos inhiben la anhidrasa carbónica para disminuir la producción de LCR. Sin embargo, la furosemida lo realiza en forma parcial (Thomas, 2010), debido que afecta el transporte del cloro desde el torrente sanguíneo hacia el LCR (Poca & Sahuquillo, 2005).

También se emplea el omeprazol que se encarga de inhibir la bomba de protones, reduciendo así en un 26% la producción del LCR. Los agentes hiperosmolares como el manitol, son empleados cuando se presenta hipertensión intracraneal (Chelsie, 2015, p. 6), en una dosis única de 0.25 – 1.0 g/kg de solución al 5 - 25%, intravenosa (Acevedo *et al.*, 2007, p 355). Los

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

agentes osmóticos permiten aumentar la osmolalidad sérica extrayendo líquido del espacio intersticial hacia los capilares y luego fuera del cráneo hacia la circulación general (Poca & Sahuquillo, 2005, p. 1527).

Además, se puede emplear los corticoesteroides que permiten disminuir la producción del LCR, y, por ende, disminuir la presentación de síntomas (Schamall & Cardoso, 2011). Por lo cual, “se usa la prednisolona en dosis de 0,25 a 0,5 mg/kg dos veces al día hasta que mejoren las características, seguido de una reducción de la dosis a intervalos semanales hasta 0,1 mg/kg en días alternos” (Przyborowska *et al.*, 2013, p. 78).

Actualmente, se emplea el tratamiento quirúrgico denominado sistema de derivación, que permite llevar el LCR del sistema ventricular hacia la cavidad peritoneal para permitir su absorción mediante el sistema circulatorio (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, 2010).

“Los sistemas de derivaciones ventrículo-atriales y ventrículo-peritoneales realizan la función de válvula de escape para el LCR, para disminuir la presión intracraneal” (Orozco & Aranzazú, 2004, p. 385).

## **5.7 Descripción del caso clínico**

### **5.7.1 Reseña**

El 21 de octubre de 2020 fue llevado por su tutor a la clínica veterinaria un paciente canino de raza Dachshund, macho de 2 meses de edad, entero, con plan de vacunación y desparasitación en proceso. Este recibía una dieta con concentrado y presentaba antecedentes de coronavirus. El motivo de la consulta fueron cambios en el comportamiento y pérdida de la visión (Figura 8).





Figura 8. Paciente  
Nota. El autor (2020).

### 5.7.2 Anamnesis

El propietario reportó que el paciente llamado Taco, últimamente había cambiado su comportamiento, mostrándose menos receptivo a los estímulos externos y nervioso, jugaba menos, no veía los objetos y se chocaba con estos.

### 5.7.3 Examen clínico

En el examen físico se detectó una hidratación normal concordante con las mucosas rosadas, el pulso femoral fue regular y fuerte, presentó una frecuencia cardiaca normal, taquipnea posiblemente por la manipulación en el examen clínico, temperatura dentro de los rangos normales según lo reportado por Brejov (2014) y estado corporal 2,5/5 con peso de 1,65 Kg (Tabla 1).

Tabla 1.

#### *Constantes fisiológicas*

Constantes fisiológicas	Resultados	Valores normales
Temperatura	37,9 ° C	38-39 ° C
Frecuencia cardiaca	102 lpm	80-120 lpm
Frecuencia respiratoria	28 rpm	10-40 rpm
Mucosas	Rosa	Rosa
Tiempo de llenado capilar	2 segundos	2 segundos

Nota. Mascovet (2020).

## Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

En cuanto, al examen neurológico presentaba ataxia, incoordinación en la marcha, desplazamiento en círculos, letargia intermitente y aumento del tamaño de la cabeza conservando simetría macroscópica de la misma. En la evaluación de los pares craneales se evidencia ausencia de visión y audición, con sentido del olfato sin alteraciones, reflejo de amenaza negativo bilateral con reflejo pupilar positivo simétrico a la estimulación lumínica. En la evaluación de la porción sensitiva del nervio trigémino generó respuestas motoras por el nervio facial, positivas en ambos ojos. La estimulación de la mucosa nasal mostro una respuesta adecuada a la evaluación, infiriendo un normal desempeño de las terminaciones sensitivas del nervio trigémino. Presentó en el ojo izquierdo un estrabismo ventrolateral (Figura 9).



*Figura 9.* Estrabismo ventrolateral del ojo izquierdo.  
*Nota.* El autor (2020).

Las terminaciones sensitivas del nervio trigémino en los labios y la respuesta motora del nervio facial fueron positivas. El paciente presentó una adecuada fuerza de los músculos masticadores (temporal y masetero), lo que no indica alteración de esta rama del nervio

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

trigémico. Tuvo una respuesta adecuada al reflejo deglutorio con una respuesta normal del nervio glosofaríngeo y vago. Adicionalmente, el paciente evidenció dolor cervical al evaluar esta porción.

En la evaluación de la propiocepción, esta estuvo ausente en los miembros anteriores y posteriores, siendo más marcada en el anterior izquierdo. Sin embargo, el reflejo patelar y tibial craneal fueron positivos.

La nocicepción fue positiva por parte de los reflejos flexores y perineales.

#### **5.7.4 Lista de problemas**

Según el examen clínico realizado al paciente se pudo establecer una serie de signos y síntomas que están desencadenando la enfermedad, tales, son: marcha en círculos, ataxia, pérdida de la visión, estrabismo ventrolateral, pérdida del sentido de la audición, ausencia de propiocepción, leucocitosis con neutrofilia, letargia y pérdida de peso.

#### **5.7.5 Diagnóstico presuntivo**

Para el diagnóstico clínico de las enfermedades neurológicas, se requiere realizar un examen neurológico que permita correlacionar la clínica del paciente con las ayudas diagnósticas. Por ello, el examen permitió encontrar signos característicos de alteración neurológica del SNC, por lo cual, el diagnóstico presuntivo fue hidrocefalia congénita, porque tenía aumento macroscópico bilateral de la cabeza, marcha en círculos, estrabismo ventrolateral, ceguera, letargia intermitente y ausencia de propiocepción, los cuales, son signos característicos de dicha enfermedad. Lo que concuerda con lo reportado por los autores Rueda & León (2016), quienes indican que la hidrocefalia ocasiona “signos clínicos como estrabismo ventral y/o lateral,

disfunción cognitiva, ataxia, ceguera; convulsiones, y malformación del cráneo” (p. 1).

### **5.7.6 Diagnósticos diferenciales**

#### *Distemper canino*

Dada a la epidemiología de esta enfermedad y a su correlación, con la incidencia por ausencia del plan vacunal en caninos, además de la fase neurológica que esta llega a provocar, correlacionándose con ciertos signos presentados por el paciente.

El Distemper canino es ocasionada por el virus Distemper canino (VDC) del género Morbillivirus, es altamente infecciosa y afecta a los caninos (Gil, 2018). Los signos neurológicos suelen ser multifocales y presentan sobre todo signos vestibulares, cerebelares y convulsiones (Raurell, Centellas, & Feliz, 2018). Entre los cuales se encuentran incoordinación, letargia, convulsiones, ataxia, marcha circular y cambios en la conducta (Canales & Sandoval, 2020). Los cuales se relacionan con la clínica presentada en el paciente, además de la edad del paciente y la falta de terminación del plan vacunal, pero se descartó una vez realizado el test de Distemper canino.

#### *Síndrome Vestibular*

Debido a la sinología neurológica del paciente como la marcha en círculos, ataxia y la incoordinación, se correlaciono con esta enfermedad, además por presentarse en cualquier edad en caninos. Debido que según Esparza-Rangel *et al.*, (2013), este síndrome ocasiona signos clínicos como movimientos en círculos, ataxia y caídas. Además, cuando hay afección bilateral del sistema vestibular no se da el ladeo de la cabeza ni nistagmo. Por lo cual, aunque el paciente no presentó ladeo de la cabeza, se puede contemplar esta patología debido a que no siempre está

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

presente este signo clínico, sin embargo, al realizar la tomografía computarizada no se evidenció hallazgos correlacionados con dicho síndrome.

#### *Lipofuscionosis neuronal ceroide canina*

“Las lipofuscinosis ceroides neuronales (NCL) son enfermedades de almacenamiento lisosómico caracterizadas por una neurodegeneración progresiva y acumulación de gránulos de almacenamiento autofluorescentes. Los signos clínicos incluyen desorientación, ataxia, debilidad, discapacidad visual y cambios de comportamiento” (Sanders *et al.*, 2010, p. 349). Es un trastorno hereditario debido a mutaciones en aproximadamente 13 genes diferentes (Ashwini *et al.*, 2016).

Dada la anamnesis y los signos clínicos del paciente, se puede correlacionar con la enfermedad, sin embargo, en la prueba diagnóstica por imagen se determinó una relación con hidrocefalia tetraventricular.

#### **5.7.8 Hallazgos clínicos y pruebas diagnósticas**

Con el fin de evaluar el estado hemodinámico y la funcionalidad hepática y renal del paciente, se realizó una toma de muestra de sangre por venopunción de yugular y se realizó un cuadro hemático (Tabla 2) y pruebas bioquímicas de creatinina y albumina (Tabla 3). El cuadro hemático evidenció una línea roja con valores normales, pero, en la línea blanca se observó una leve leucocitosis por neutrofilia, indicativo de un proceso inflamatorio; además se pudo evidenciar una trombocitosis según los valores de referencia reportados por Analizar veterinario (2020) (Tabla 2).

Tabla 2

*Cuadro hemático*

Prueba	Resultado		Valor de Referencia	Unidad
Hematocrito	41 %		37-45	%
Hemoglobina	13 g/dl		12-18	g/dl
Leucocitos	<b>19.400 x mm<sup>3</sup></b>		6.000-15.000	x mm <sup>3</sup>
Fórmula Diferencial	Relativo (%)	Absoluto	Relativo	Absoluto
Neutrófilos	84	<b>16,296</b>	60-75%	3.500-9.000
Eosinófilos	0	0,000	2-10%	100-1.500
Linfocitos	16	3.104	12-30%	700-4.500
Monocitos	0	0	3-9%	180-1.400
Bandas	0	0	Raros	Menor de 700
Plaquetas	624.000 mm <sup>3</sup>		200.000-390.000 mm <sup>3</sup>	

Nota. Mascovet (2020).

De los resultados de la bioquímica sanguínea se puede inferir una posible funcionalidad normal tanto hepática como renal, dado que estas enzimas se encontraban en los límites adecuados según los valores de referencia reportados por Mascovet (2020) (Tabla 3).

Tabla 3

*Bioquímica sanguínea*

Parámetro	Unidad	Valor	Valor de referencia
Creatinina	mg/dl	0.20	0.4-1.4
Albumina	g/dl	3,9	2.6-4.0

Nota. Mascovet (2020).

Por otra parte, dada la sintomatología nerviosa que presentaba el paciente se realizó un test rápido de Distemper canino y este dio un resultado negativo (Figura 10).



Figura 10. Test de Distemper canino

Nota. Mascovet (2020).

## Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Con el fin de identificar si el paciente presentaba aumento de la presión intracraneana, se realizó ultrasonografía a través del foramen magno con Doppler para medir el flujo sanguíneo de la arteria basilar. Según Pinto (2016), el índice de resistencia de esta arteria es anormal siendo mayor a 0.68, esto se obtiene al determinar la velocidad de flujo sistólico y diastólico de la arteria basilar. Al realizar esta medición se encontró un IR de la arteria basilar de 0.48 (Figura 11), lo que indica, que no presentaba aumento de la presión intracraneana.

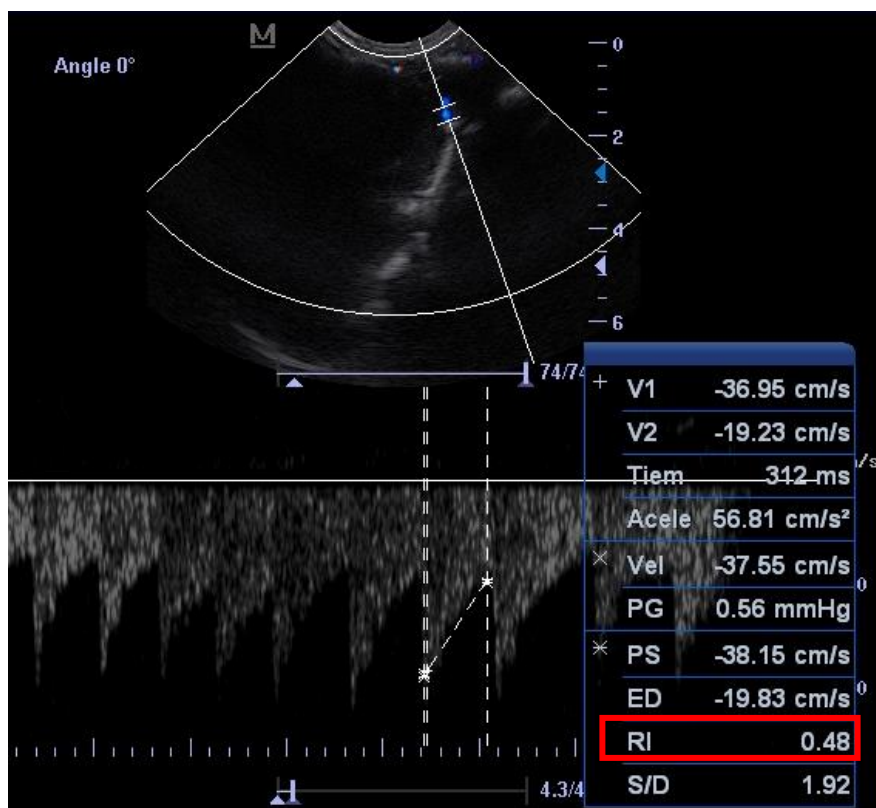


Figura 11. Ultrasonografía de la arteria basilar  
Nota. Mascovet (2020).

Para confirmar la presencia de hidrocefalia se realizó una tomografía computarizada de cráneo con adquisición axial, en cortes de 0,6 mm, sin administración de contraste, bajo anestesia general y posicionado en decúbito prono (Figura 12).



*Figura 12.* Procedimiento de tomografía computarizada.  
*Nota.* Mascovet (2020).

Se encontró, que el parénquima cerebral muestra ahusamiento cortical difuso, con pérdida del surco y delimitación de la circunvolución. La adhesión intertalámica mide alrededor de 4.0 mm. Los ventrículos laterales son asimétricos con dimensiones marcadamente aumentadas, con bordes irregulares (Figura 13). También hay una importante dilatación de los recesos olfatorios, tercer y cuarto ventrículos.



*Figura 13.* Dilatación ventricular. (a) tercer ventrículo y (b) ventrículos laterales.  
*Nota.* Mascovet (2020).

Acumulación de líquido supracolicular con componente comunicante al tercer y cuarto

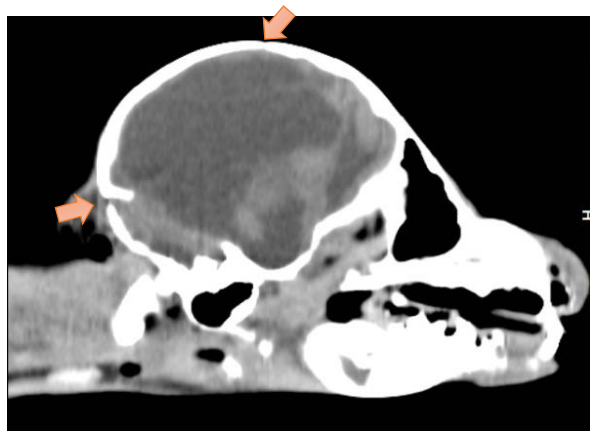


Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

ventrículos, de unos 1,6 cm de longitud, desplazando la cara rostral del cerebelo. Tronco cerebral ahusado y comprimido por líquido cefalorraquídeo. Se conserva la cápsula interna y las cavidades timpánicas.

Se evidenciaron suturas abiertas (correlacionadas con la edad del paciente) (Figura 14).

Agrandamiento dorsal del foramen occipital y acortamiento del basioccipital.



*Figura 14.* Tomografía computarizada cerebral en vista coronal sagital, con fontanelas abiertas.  
*Nota.* Mascovet (2020).

Columna cervical tangente que muestra áreas de baja atenuación (similar al líquido cefalorraquídeo) en la cara dorsal de la médula espinal.

Razones por la cual, se pudo inferir la presencia de malformaciones congénitas que generan hidrocefalia tetraentricular con acumulación de líquido supracolicular, lo que dio como resultado una hidrocefalia externa de tipo congénita, dado, que el paciente no presentaba infección bacteriana o viral como Distemper y además presentaba malformaciones.

### **5.6.9 Aproximación terapéutica**

Una vez ingresado el paciente a la clínica, se inició un tratamiento según los signos que presentaba, con Manitol en dosis de 0.5 g/Kg (4 ml) una vez al día vía intravenosa y

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

levetiracetam en dosis de 30 mg/Kg cada 12 horas vía oral. Sin embargo, posterior a la consulta neurológica se inició una terapia con solución hiperosmolar y corticoides (Tabla 4), intrahospitalaria durante 4 días.

Tabla 4

*Terapia farmacológica*

Fármaco	Dosis	Vía de aplicación	Frecuencia
Manitol	2 g/Kg	Intravenosa	BID
Dexametasona	0.25 mg/Kg	Intravenosa	BID

*Nota. Mascovet (2020).*

Posteriormente, dado que el paciente presentó evolución favorable en los signos, tales como, disminución de la marcha en círculos, leve percepción de sonidos, mejora en la prehensión de los alimentos, disminución de la ataxia y recuperación de la propiocepción (sin embargo, continuaba disminuida); se dio la salida de la clínica y se continuo con terapia farmacológica con el fin de disminuir la producción del LCR. Para ello, se indicó la siguiente medicación:

Prednisolona tabletas de 5 mg. Se administró vía oral 1/8 de tableta cada 24 horas, después de suministrar alimento.

Omeprazol capsula de 20 mg. Se administró vía oral 1 cápsula una vez al día.

Una vez obtenidos los resultados de la tomografía y procedido a la valoración con el neurocirujano, se sugirió el tratamiento quirúrgico que consistía en la derivación ventrículo peritoneal, para corregir el exceso del LCR. Sin embargo, dado que esta cirugía presenta riesgo y al costo de ella, los propietarios no aceptaron. Además, después de 15 días con el tratamiento de corticoides y omeprazol, el paciente empeoró los signos neurológicos, llegando a presentar

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

estados de cambios de comportamientos y convulsiones, razón por lo cual, los propietarios decidieron realizarle eutanasia al paciente.

## 5.8 Discusión

“La hidrocefalia congénita está asociada con la fusión de los colículos rostrales, lo que provoca una estenosis acueductal mesencefálica secundaria” (Coates *et al.*, 2006, p. 137). Por este motivo, se infiere que esta hidrocefalia se debe a una malformación durante el desarrollo fetal lo que provoca una alteración anatómica que se evidencia con sintomatología neurológica en los cachorros.

Las malformaciones morfológicas de la hidrocefalia congénita incluyen una cabeza agrandada con fontanelas persistentes y suturas craneales abiertas (Przyborowska *et al.*, 2013, p. 75). Lo que concuerda con lo evidenciado en el paciente, que presentaba un agrandamiento bilateral de la cabeza y suturas abiertas, relacionado con la presencia de hidrocefalia tetraventricular y a su vez, con los dos meses de edad del paciente. Dado que en cachorros las fontanelas se cierran entre el día 75 a 90 de edad (Rueda & León, 2016).

En la hidrocefalia tetraventricular en el TC se evidenció un adelgazamiento del parénquima cerebral difuso, pérdida de los surcos y aumento de los ventrículos. Esto se da porque la ventriculomegalia genera una presión sobre la sustancia blanca causando desmielinización, degeneración axial y proliferación de astrocitos; además el *septum* de los ventrículos laterales se puede dañar dando paso a la formación de un solo ventrículo (Thomas, 2010).

El acumulo de LCR en la cavidad craneana en el paciente, generó signos clínicos de importancia como la ceguera, la marcha en círculos y posteriormente, ocasionó agresividad y

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

convulsiones. Según los autores Acevedo *et al.* (2007), la marcha en círculos en una dirección determinada se presenta en casos graves y tienen agresividad con cambios súbitos en su estado mental, interpretándose estos en fases preictales de las convulsiones características de esta enfermedad (p. 354).

Un daño del tronco encefálico genera un estrabismo ventrolateral (Thomas, 2010). Razón por la cual, el paciente presentaba estrabismo ventrolateral, dado que, el troco cerebral estaba disminuido y comprimido por el LCR. Además, “se cree que el estrabismo ventrolateral bilateral, denominado signo del sol poniente, se produce como consecuencia de la presión mecánica sobre los ojos por malformación orbitaria o alteraciones anatómicas del mesencéfalo y los núcleos oculomotores” (Coates *et al.*, 2006, p. 138).

El paciente hidrocéfalo presenta en el examen neurológico respuesta negativa en el reflejo de amenaza, pero presenta contracción pupilar normal (Schmidt & Ondreka, 2019). Caso similar ocurrió con el caso clínico, ya que, el reflejo de amenaza estuvo ausente en el canino, lo que indicaba una ceguera bilateral, pero, la contracción pupilar fue positiva. Lo anterior indica, que los ojos estaban sin daño alguno, pero superior al quiasma óptico se presentaba una alteración, concordando con lo mencionado por los autores Lorenzo & Bernardini (2007), quienes afirman que por lo general una lesión intracraneal en un animal ocasiona pérdida en la reacción al gesto de amenaza en ambos ojos. Por otra parte, algunos pacientes con aumento de la presión intracraneana por hidrocefalia pueden presentar ceguera por presión realizada sobre el nervio óptico (Acevedo *et al.*, 2007)

La hipertensión intracraneal es una secuela común de una variedad de enfermedades cerebrales que pueden resultar en una disfunción neurológica catastrófica o la muerte (Giannasi, Kani, Hsu, & Rossmeisl, 2020). Aunque el paciente presentaba afecciones neurológicas

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

importantes y cambios en el tamaño de los ventrículos, en el estudio de ultrasonografía del índice de resistencia de la arteria basilar no se evidenció un parámetro anormal, siendo este de 0.48, por ende, se puede inferir que no presentaba aumento de la presión intracraneana, lo cual, pudo ser porque la enfermedad se encontraba en una etapa inicial. Dado que, según la gravedad de los signos se relaciona con el aumento de la presión intracraneana (Przyborowska *et al.*, 2013), así como anomalías anatómicas, pérdida de la funcionalidad de las neuronas corticales y líquido alrededor de los ventrículos ocasionado por la circulación anormal del LCR (Rueda & León, 2016).

Sin embargo, esta técnica no es confiable para determinar el aumento de la presión intracraneana, dado que, según estudios realizados por Sasaoka *et al.*, (2018), no encontraron diferencias significativas en el índice de resistencia vascular entre caninos que tenían enfermedades intracraneales y los que no presentaban enfermedades estructurales intracraneales. Adicionalmente, la presión intracraneana por ultrasonografía debe ser correlacionada con los cambios generados en el parenquima cerebral, la dilatación tetraventricular y la signología neurológica del paciente como baja respuesta a estímulos y ausencia del reflejo de amenaza; por lo cual, se puede inferir que el valor encontrado en el presente estudio no es significativo para descartar el aumento de la presión intracraneana, y por el contrario, según los síntomas evidenciados en el paciente y la respuesta inicial que este tuvo al tratamiento, se cree que fue porque tenía aumento de la presión intracraneana.

Debido, a que el manitol es un fármaco “hiperosmolar usado para reducir la presión intracraneal al disminuir la viscosidad de la sangre, lo que promueve la vasoconstricción, y, también produce un gradiente osmótico que extrae líquido del parénquima cerebral hacia el espacio vascular” (Chelsie, 2015, p. 6).

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

“Generalmente cuando se diagnostica hidrocefalia congénita se espera un periodo de vida de aproximadamente cuatro meses, al cabo de los cuales su calidad de vida va empeorando y en la mayoría de los casos se recurre a la eutanasia” (Acevedo *et al.*, 2007, p. 360). Una evolución similar se observó en el paciente, que aunque una vez iniciado el tratamiento farmacológico, mostró mejora clínica, pero con el paso de los días su estado empeoró y llegó a presentar convulsiones, lo que, se debe a los graves daños que estaba generando la hidrocefalia.

Los cachorros con hidrocefalia congénita tienen menor peso y tamaño en comparación con los demás de la camada, además de agresividad, depresión y convulsiones (Orozco & Aranzazú, 2004). Esto se encontró en el paciente, dado que presentaba bajo peso (1,65 Kg), crecimiento lento, agresividad y convulsiones en su etapa final.

En cuanto al tratamiento farmacológico con el uso de furosemida, manitol, omeprazol y prednisolona, se presentó inicialmente una disminución de los signos del paciente, lo que permite inferir la eficiencia de estos fármacos para disminuir la producción de líquido cefalorraquídeo, sin embargo, dado que la causa de la hidrocefalia era de tipo congénita por malformaciones, el tratamiento idóneo para este caso era la desviación ventriculoperitoneal. Esto debido a que “el tratamiento médico no suele dar lugar a la resolución a largo plazo de los signos clínicos de la hidrocefalia” (Tani *et al.*, 2001, p. 1333). Además, la mayoría de pacientes requieren cirugía para controlar los síntomas y así, no emplear corticoides como terapia (Schamall & Cardoso, 2011). Por otra parte, el paciente requería cirugía debido a los cambios morfológicos que presentaba y la ventriculomegalia. Dado que según Chelsie (2015), los fármacos son empleados cuando no es necesario estabilizar el tamaño de los ventrículos y los signos clínicos.

Sin embargo, la cirugía no siempre es exitosa y además presenta riesgos postquirúrgicos, motivo por lo cual, los propietarios no accedieron a realizarla. Dado que “la posibilidad de

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

complicaciones quirúrgicas en pacientes jóvenes puede llegar a ser muy alta” (Acevedo *et al.*, 2007, p. 354). Aunque autores como Schamall & Cardoso (2011), afirman que “es segura y de fácil realización y da buenos resultados clínicos como conformación craneana normal (o casi) después de unos meses” (p. 102). Según Giacinti (2006), en un cachorro con hidrocefalia congénita se realizó la cirugía y se produjo una obstrucción de la derivación, pero esto se pudo tratar medicamente y posteriormente, el paciente mejoró los déficits neurológicos.

## 5.9 Conclusiones

Durante el desarrollo de la pasantía, se pudo poner en práctica los conocimientos previamente adquiridos durante el proceso formativo, los cuales, son indispensables en la clínica de pequeños animales y facilitan la resolución de los casos clínicos.

Se pudo evidenciar que es necesario correlacionar los conocimientos en las diferentes áreas de la medicina veterinaria con la práctica, dado que esto facilita el aprendizaje y genera un aprendizaje crítico en el desarrollo profesional.

La hidrocefalia congénita es una enfermedad que causa signos y síntomas neurológicos, debido a una malformación durante el desarrollo fetal, provocando la acumulación de líquido cefalorraquídeo en el sistema ventricular, conllevando a cambios en el parénquima cerebral y al aumento de la presión intracraneana.

Aunque es necesario correlacionar los signos clínicos neurológicos del paciente característicos de la hidrocefalia como estrabismo ventrolateral, macrocefalia, marcha en círculos y ceguera, se requieren herramientas diagnósticas como tomografía o resonancia magnética, que permitan encontrar el acumulo de líquido cefalorraquídeo en el cráneo.

La hidrocefalia es una enfermedad que puede ser de tipo adquirida o congénita, esta

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

última produce signos detectables durante los tres primeros meses de vida y el pronóstico de esta es reservado a malo.

El índice de resistencia de la arteria basilar no es un método confirmativo para indicar la presencia del aumento de la presión intracraneana, dado que, no se ha obtenido diferencias significativas en la medida para perros con signos neurológicos y animales sanos.

El tratamiento farmacológico para la hidrocefalia debe estar enfocado en disminuir la producción de líquido cefalorraquídeo, y en casos graves generar la disminución de este, por ello, se usan fármacos que inhiban ciertos iones u ocasionen cambios en el proceso de formación del LCR, y medicamentos hiperosmolares como el manitol que arrastra líquidos desde el parénquima ventricular hacia la circulación. Razón por la cual, es necesario monitorear al paciente para evitar un desequilibrio electrolítico.

La cirugía de derivación ventrículo peritoneal tiene riesgos en el paciente, pero es el tratamiento adecuado para disminuir los signos neurológicos ocasionados por la hidrocefalia, y, por ende, mejorar la calidad de vida de los pacientes.



**Referencias bibliográficas**

- Acevedo, C., Ruiz, I., González-Domínguez, M., Ramírez, V., & Balvin, D. (2007). Tratamiento quirúrgico de la hidrocefalia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(3), 352-362.
- Adamiak, Z., Jaskolska, M., & Pomianowski, A. (2012). Lowfield Magnetic Resonance Imaging of canine hydrocephalus. *Pakistan Veterinary Journal*, 32, 128-130.
- Ashwini, A., D'Angelo, A., Yamato, O., Giordano, C., Cagnotti, G., Harcourt-Brown, T., . . . Katz, M. (2016). Neuronal ceroid lipofuscinosis associated with an MFSD8 mutation in Chihuahuas. *Molecular Genetics and Metabolism*, 118(4), 326-332.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2016.05.008>
- Banks, W. (1993). *Applied veterinary histology*. México: Mosby Year Book.
- Bradley, K. (2014). *Fisiología veterinaria*. (Cunningham, Ed.) Elsevier España.
- Brejov, G. (2014). *Semiología Veterinaria Medicina I*. Buenos Aires: Facultad de Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires.
- Brown, P., & Davies, S. (2004). Molecular Mechanisms of Cerebrospinal Fluid Production. *Neuroscience*, 129(4), 957-970. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1890044/>
- Canales, D., & Sandoval, N. (2020). *Virus del distemper canino: Revisión actualizada del agente y la patogenia de la enfermedad*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.  
Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/326003111.pdf>
- Castellanos, I., & Correa, G. (2013). Enseñanza de la medicina veterinaria, bioética y uso de las TIC. *Revista de la Universidad de la Salle*, 60, 177-191.
- Chelsie, E. (2015). Congenital Hydrocephalus. *Vet Clin Small Anim*, 13.

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.10.003>

Coates, J., Axlund, T., & Dewey, C. S. (2006). Hydrocephalus in Dogs and Cats. *Compendium*

*on Continuing Education for The Practicing Veterinarian*, 136-146. Obtenido de

[https://www.semanticscholar.org/paper/Hydrocephalus-in-Dogs-and-Cats-Coates-](https://www.semanticscholar.org/paper/Hydrocephalus-in-Dogs-and-Cats-Coates-Axlund/f6fdf3981e7229ab673a3f2961336354ce831df7)

[Axlund/f6fdf3981e7229ab673a3f2961336354ce831df7](https://www.semanticscholar.org/paper/Hydrocephalus-in-Dogs-and-Cats-Coates-Axlund/f6fdf3981e7229ab673a3f2961336354ce831df7)

De Lahunta, A. (1983). *Cerebrospinal fluid and hydrocephalu*. Philadelphia: Saunders.

Di Rocco, C., & Frassanito, P. (2019). Hydrocephalus: Generalities and Clinical Presentations.

En C. Di Rocco, D. Pang, & J. Rutka, *Textbook of Pediatric Neurosurgery* (pág. 46).

Springer, Cham. Obtenido de <https://doi->

[org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-319-31512-6\\_11-1](https://doi-)

Di Terlizzi, R., & Platt, S. (2006). The function, composition and analysis of cerebrospinal fluid

in companion animals: Part I – Function and composition. *The Veterinary Journal*, 172,

422–431. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.07.021>

Eidlitz-Markus, T., Shuper, A., & Constantini, S. (2003). Short-term subarachnoid space

drainage: a potential treatment for extraventricular hydrocephalus. *Childs Nerv Syst*, 19,

367–370. Obtenido de <https://doi->

[org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/s00381-003-0751-z](https://doi-)

Esparza-Rangel, E., Rodríguez-Sánchez, D., & Benavidez-Insignares, E. (2013). Síndrome

vestibular por accidente cerebrovascular asociado a hipotiroidismo secundario. *Spei*

*Domus*, 9(19), 57-63. Obtenido de

<https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/710>

Fletcher, T. (2013). *Spinal cord and meninges*. Miller's anatomy of the dog.

Ganong, W. (1992). *Fisiología Médica*. México: Macgraw – Hill Interamericana.

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Giacinti, J. (2006). Ventriculoperitoneal shunt for treatment of hydrocephalus in a French bulldog puppy. *Can Vet J*, 309-312. Obtenido de

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4751777/>

Giannasi, S., Kani, Y., Hsu, F.-C., & Rossmesl, J. (2020). Comparison of direct measurement of intracranial pressures and presumptive clinical and magnetic resonance imaging indicators of intracranial hypertension in dogs with brain tumors. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 34, 1514–1523. doi:DOI: 10.1111/jvim.15802

Gil, J. (2018). *Evolución clínica en Canis familiaris positivos al virus del distemper canino en fase subclínica tratados con suero hiperinmune en la ciudad de Trujillo - Perú*. Trujillo: Universidad Privada Anterior Orrego. Obtenido de [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5495/1/RE\\_MED.VETE\\_JOHAN.GIL\\_EVOLUCION.CL%C3%8DNICA.EN%20CANIS\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/5495/1/RE_MED.VETE_JOHAN.GIL_EVOLUCION.CL%C3%8DNICA.EN%20CANIS_DATOS.PDF)

Gil, V. (2008). *Anatomía del sistema nervioso en el perro y el gato* (Vol. 199). Bellaterra: Univ. Autònoma de Barcelona.

Gil, V., & Morales, C. (2012). Anatomía del sistema nervioso. En C. Morales, & P. Stevers, *Neurología Canina y Felina* (pág. 15). Multimédica Ediciones Veterinarias.

Gil, Vicente. (2010). *Anatomía descriptiva y anatomía clínica del sistema nervioso en el perro y el gato, y resonancia magnética. Biofísica e interpretación en la patología en el sistema nervioso central en veterinaria*. Balletera: Univ. Autònoma de Barcelona.

Gomes, S., Targett, M., & Lowrie, M. (2019). Congenital external hydrocephalus in a dog. *Journal of Small Animal Practice*, 4. Obtenido de

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jsap.13016>

Gradner, G., Kaefinger, R., & Dupré, G. (2019). Complications associated with

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

- ventriculoperitoneal shunts in dogs and cats with idiopathic hydrocephalus: A systematic review. *Journal of veterinary internal medicine*, 33(403), 403-412.  
doi:10.1111/jvim.15422
- Gupta, D., Singla, R., & Dash, C. (2017). Pathophysiology of Hydrocephalus. En A. Ammar, *Hydrocephalus* (págs. 35-52). Springer, Cham. doi:978-3-319-61304-8
- Hartman, A. (2009). CHAPTER 2 - Normal Anatomy of the Cerebrospinal Fluid Compartment. En A. Hartman, *Cerebrospinal Fluid in Clinical Practice* (págs. 5-10). Saunders.  
doi:https://doi.org/10.1016/B978-141602908-3.50005-4
- Hecht, S., & Adams, W. (2010). MRI of brain disease in veterinary patients. *Part 1: Basic principles and congenital brain disorders. Veterinary Clinic Small Animal*, 40, 21-38.
- Hecht, S., & Adams, W. (2010). MRI of brain disease in veterinary patients. Part 1: Basic principles and congenital brain disorders. *Veterinary Clinic Small Animal*, 40, 21-38.
- Johanson, C. (2008). *Choroid plexus-CSF circulatory dynamics: impact on brain growth, metabolism and repair*. New Jersey: Neuroscience in Medicine. The Humana Press.
- Kealy, J., McAllister, H., & Graham, J. (2011). Chapter five - The Skull and Vertebral Column. En J. Kevin, M. Hester, & J. Graham, *Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat* (págs. 447-541). Saunders. doi:https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-0150-0.10005-0.
- Köning, H., & Liebisch, H.-G. (2005). *Anatomía de los animales domesticos: : órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso*. Médica Panamericana.
- Lebret, A., Hodel, J., Rahmouni, A., Decq, P., & Petit, É. (2013). Cerebrospinal fluid volume analysis for hydrocephalus diagnosis and clinical research. *Computerized Medical*

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

*Imaging and Graphics*, 37, 224– 233.

doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.compmedimag.2013.03.005>

Li, J., Shen, Y., Miller, J., Egnor, M., Wagshul, M., Stewart, C., & McAllister, J. (2006).

Pathophysiology of communicating hydrocephalus in two novel animal models. *BioMed Central*, 3(1), 2. Obtenido de

<https://fluidsbarrierscns.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-8454-3-S1-S21>

Lindvall, M., & Owman, C. (1981). Autonomic Nerves in the Mammalian Choroid Plexus and

Their Influence on the Formation of Cerebrospinal Fluid. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 1, 245-266. doi:<https://doi.org/10.1038/jcbfm.1981.30>

Lorenzo, V., & Bernardini, M. (2007). *Neurología del perro y el gato*. Buenos Aires, Argentina:

Inter-Médica S.A.I.C.I.

Mandara, T., Pavone, S., & Vitellozzi, G. (2007). Internal Hydrocephalus and Associated

Periventricular Encephalitis in a Young Fox. *Vet Pathol*, 44, 713-716. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17846249/>

Martín-Láez, R., Valle-San Román, N., Rodríguez-Rodríguez, E., Marco-de Lucas, E., Blanco, J.

B., & Vázquez-Barquero, A. (2018). Current concepts on the pathophysiology of idiopathic chronic adult hydrocephalus: Are we facing another neurodegenerative

disease? *Neurología (English Edition)*, 33(7), 449-458. Obtenido de

<https://www.elsevier.es/en-revista-neurologia-english-edition--495-articulo-current-concepts-on-pathophysiology-idiopathic-S217358081830035X>

National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2010). *Hidrocefalia*. Obtenido de

National Institute of Neurological Disorders and Stroke:

[https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/la\\_hidrocefalia.htm](https://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/la_hidrocefalia.htm)

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Nazar, N., & Nazar, D. (1985). Hidrocefalia: patogenia y fisiopatología. *Revista Médica Hondur*, 53, 203-212.

Neurocirugía contemporánea. (2019). *Hidrocefalia*. Obtenido de Neurocirugía Contemporánea:  
<http://neurocirugiacontemporanea.com/doku.php?id=hidrocefalia>

Oreškovića, D., & Klaricab, M. (2010). The formation of cerebrospinal fluid: Nearly a hundred years of interpretations and misinterpretations. *Brain Research Reviews*, 64, 241-262.  
doi:10.1016/j.brainresrev.2010.04.006

Orozco, S., & Aranzazú, D. (2004). Diagnóstico clínico patológico de tres casos de hidrocefalia congénita en perros. *Veterinaria México*, 35(4), 379-387. Obtenido de  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2004/vm044j.pdf>

Palacios, J. (1987). Tratamiento de la hidrocefalia mediante un sistema derivativo de L.C.R.  
*Revista de AVEPA*, 7(3), 115-119.

Pinto, V. (2016). *Comparación del tamaño de los ventrículos cerebrales entre perros dolicocefalos y mesocéfalos mediante tomografía computarizada*. Valdivia: Universidad Austral de Chile. Obtenido de  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2016/fvp659c/doc/fvp659c.pdf>

Pizzo, M., & Thorne, R. (2017). Chapter 6 - The Extracellular and Perivascular Spaces of the Brain. En J. Badaut, & N. Plesnila, *Brain Edema From Molecular Mechanisms to Clinical Practice* (págs. 105-127). Academic Press. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803196-4.00006-0>

Poca, M., & Sahuquillo, J. (2005). Short-term medical management of hydrocephalus. *Ashley Publications*, 1525-1538. Obtenido de

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16086640/#:~:text=Carbonic%20anhydrase%20inhibitors%2C%20loop%20diuretic,in%20the%20treatment%20of%20hydrocephalus.>
- Praetorius, J. (2007). Water and solute secretion by the choroid plexus. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*, 154(1), 18. doi:10.1007/s00424-006-0170-6
- Przyborowska, P., Adamiak, Z., Jaskolska, M., & Zhalniarovich, Y. (2013). Hydrocephalus in dogs: a review. *Veterinarni Medicina*, 58, 73-80.
- Puche, A. (2008). Hidrocefalias – Síndrome de colapso ventricular. *Asociación española de pediatría*, 194-202. Obtenido de <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/26-hidrocefalia.pdf>
- Raurell, X., Centellas, C., & Feliz, G. (2018). Actualización en el diagnóstico del moquillo neurologico canino. *ARGOS*, 22-39. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Xavier\\_Raurell/publication/329894324\\_Actualizacion\\_en\\_el\\_diagnostico\\_del\\_moquillo\\_neurologico/links/5c20e27e458515a4c7f5ee17/Actualizacion-en-el-diagnostico-del-moquillo-neurologico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Xavier_Raurell/publication/329894324_Actualizacion_en_el_diagnostico_del_moquillo_neurologico/links/5c20e27e458515a4c7f5ee17/Actualizacion-en-el-diagnostico-del-moquillo-neurologico.pdf)
- Redzic, Z., Preston, J., Duncan, J., Chodobski, A., & Szmydynger-Chodobska, J. (2005). The choroid plexus–cerebrospinal fluid system: from development to aging. *Curr. Top. Dev. Biol.*, 71, 52.
- Rekate, H. (2018). Classification of Hydrocephalus. En G. Cinalli, M. Ozek, & S.-R. C, *Pediatric Hydrocephalus*. Springer, Cham. Obtenido de [https://link-springer-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-31889-9\\_45-1#citeas](https://link-springer-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-31889-9_45-1#citeas)
- Rosenberg, G. (2017). Chapter 4. Cerebrospinal Fluid: Formation, Absorption, Markers and Relationship to Blood-Brain. En L. Caplan, J. Biller, M. Leary, T. Ajith, & J. Zhang,

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

*Primer on Cerebrovascular Diseases (Second Edition)* (págs. 25-31). Academic Press.

doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803058-5.00004-7>

Roumila, K. (2020). *Brain 101: The Ventricles and CSF Flow*. Obtenido de

<https://www.hydroassoc.org/brain-101-the-ventricles-and-csf-flow/>

Rueda, Y., & León, W. (2016). Hidrocefalia en un paciente canino: Reporte de caso. *Repositorio*

*UDCA*, 18. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/634>

Sanders, D., Farias, F., Johnson, G., Chiang, V., Cook, J., O'Brien, D., . . . Katz, M. (2010). A

mutation in canine PPT1 causes early onset neuronal ceroid lipofuscinosis in a

Dachshund. *Molecular Genetics and Metabolism*, 100(4), 349-356.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.ymgme.2010.04.009>

Sasaoka, N., Nakamura, K., Osuga, T., Morita, T., Yokoyama, N., Morishita, K., . . . Takiguchi,

M. (2018). Transcranial Doppler Ultrasound Examination in Dogs with Suspected

Intracranial Hypertension Caused by Neurologic Diseases. *J Vet Intern Med*, 32, 314-323.

doi:10.1111 / jvim.14900

Schamall, R., & Cardoso, R. (2011). Cirugía de la hidrocefalia en perros: ¿la válvula es

realmente necesaria? *Revista Argentina de Neurología Veterinaria*, 2(1), 96-102.

Obtenido de

[https://www.researchgate.net/publication/340511991\\_Cirugia\\_de\\_la\\_hidrocefalia\\_en\\_perros\\_la\\_valvula\\_es\\_realmente\\_necesaria](https://www.researchgate.net/publication/340511991_Cirugia_de_la_hidrocefalia_en_perros_la_valvula_es_realmente_necesaria)

Schmidt, M., & Ondreka, N. (2019). Hydrocephalus in Animals. En G. Cinalli, M. Özek, & C.

Sainte-Rose, *Pediatric Hydrocephalus* (págs. 53-95). Springer, Cham. Obtenido de

[https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-319-27250-4\\_36](https://doi-org.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/10.1007/978-3-319-27250-4_36)



Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Speake, T., Whitwell, C., Kajita, H., Majid, A., & Brown, P. (2001). Mechanisms of CSF Secretion by the Choroid Plexus. *Microscopy research and technique*, 52, 49–59.

Obtenido de

[https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11135448/#:~:text=The%20epithelial%20cells%20of%20the,of%20H\(2\)O.](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11135448/#:~:text=The%20epithelial%20cells%20of%20the,of%20H(2)O.)

Spennato, P., Mirone, G., Cicala, D., Ruggiero, C., Di Martino, G., Basso de Caro, M., . . .

Cinalli, G. (2018). Pathophysiology and Treatment of Multiloculated Hydrocephalus. En G. Cinalli, M. Ozek, & C. Sainte-Rose, *Pediatric Hydrocephalus* (págs. 1-50). Springer.

Obtenido de [https://link-springer-](https://link-springer-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-31889-9_16-1#Sec14)

[com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-31889-9\\_16-1#Sec14](https://link-springer-com.unipamplona.basesdedatosezproxy.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-31889-9_16-1#Sec14)

Stratchko, L., Filatova, I., Agarwal, A., & Kanekar, S. (2016). The Ventricular System of the

Brain: Anatomy and Normal Variations. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 37(2), 72-83. doi:<http://dx.doi.org/10.1053/j.sult.2016.01.004>

Szmydynger-Chodobska, J., Chodobski, A., & Johanson, C. (1994). Postnatal developmental

changes in blood flow to choroid plexus and cerebral cortex of the rat. *Am J Physiol*, 266, R1488–R1492.

Tani, K., Taga, A., Itamot, K., Iwanaga, T., Une, S., Nakaichi, M., & Taura, Y. (2001).

Hydrocephalus and syringomyelia in a cat. *Journal of veterinary medical science*, 63(12), 1331-1334. Obtenido de

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/63/12/63\\_12\\_1331/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/63/12/63_12_1331/_article/-char/ja/)

Telano, L., & Baker, S. (2020). Physiology, Cerebral Spinal Fluid. *StatPearls*. Obtenido de

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519007/>

Trabajo de Grado en la Clínica Veterinaria Mascovet S.A.S

Thomas, W. (1999). Nonneoplastic disorders of the brain. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 14, 125-147.

Thomas, W. (2010). Hydrocephalus in Dogs and Cats. *Vet Clin Small Anim*, 40, 143-159.  
doi:doi:10.1016/j.cvsm.2009.09.008

Yamada, S., & Erin, K. (2016). Cerebrospinal fluid dynamics and the pathophysiology of hydrocephalus: new concepts. *In Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 37(2), 8.  
doi:http://dx.doi.org/10.1053/j.sult.2016.01.001