

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**MANUAL DE METODOLOGÍA DIAGNÓSTICA OFTALMOLÓGICA APLICADO A
LAS PEQUEÑAS ESPECIES.**

Prestadora de servicio social:
Tania Thierry Govea
Matrícula: 2152025700

Asesor: Dr. Alejandro Ávalos Rodríguez
No. Económico: 26809

Firma:  _____

Lugar de Realización: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Fecha de Inicio y Término:
Del 23 de Mayo de 2022 al 23 de Noviembre del 2022.

ÍNDICE:

RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN.....	6
CAPÍTULO I. DEFINICIÓN DE LA OFTALMOLÓGIA Y BREVE HISTORIA.....	7
3. MARCO TEÓRICO	7
3.1 Historia de la oftalmología.....	7
CAPÍTULO II. ANATOMÍA, FISIOLOGÍA OCULAR Y DE LOS ANEXOS OCULARES.....	8
3.2 Posición de los ojos en el perro y el gato.	8
3.3 Órbita	9
3.3.1 Huesos orbitarios y orificios orbitarios.	10
3.3.2 Fascias orbitarias.....	10
3.3.3 Músculos Extraoculares y su inervación.....	11
3.4 Anexos del globo ocular	12
3.4.1 Párpados	12
3.4.1.1 Piel.....	13
3.4.1.2 Músculos:.....	13
3.4.1.3 Capa tarsal:.....	15
3.4.1.4 Conjuntiva palpebral (interna)	15
3.4.2 Membrana nictitante o tercer párpado	15
3.4.3 Conjuntiva.....	16
3.4.4 Película lagrimal precorneal	16
3.4.5 Sistema naso-lagrimal	17
3.4.6 Excreción:.....	18
3.5 Globo ocular.....	19
3.5.1 Segmentos del ojo.....	19
3.5.2 Cámaras del ojo.....	20
3.6 Túnicas del ojo	20
3.6.1 Túnica fibrosa:	20
3.6.1.1 Córnea.	20
3.6.1.2 Esclerótica.....	22
3.6.2 Túnica vascular o úvea.....	23

3.6.2.1	Iris:	24
3.6.2.2	Cuerpo ciliar:	25
3.6.2.3	Coroides.....	26
3.6.3	Cristalino.....	26
3.6.4	Vítreo	28
3.6.5	Túnica nerviosa.	28
3.6.5.1	Retina.....	28
3.6.5.2	Nervio óptico.	30
3.6.5.3	Fondo de ojo	31
CAPITULO III. Metodología diagnóstica oftalmológica - Examen oftalmológico, métodos de diagnóstico e instrumentación.		
3.7	Historia clínica y anamnesis:.....	31
3.8	Examen clínico oftalmológico (Examen del globo ocular y sus anexos) ..	33
3.8.1	Examen inicial en habitación iluminada: Inspección a distancia de las estructuras oculares.....	33
3.8.1.1	Prueba de deambulación (con o sin obstáculos).....	33
3.8.1.2	Prueba de laberinto.....	34
3.8.1.3	Inspección a distancia de la órbita ocular, globo ocular y los anexos del ojo.	34
3.8.2	Evaluación con las “manos”:.....	37
3.8.2.1	Evaluación lagrimal	37
3.8.2.2	Retropulsión:	40
3.8.2.3	Toma de muestras como cultivos y citología córneo – conjuntivales o biopsia	40
3.8.2.4	Examen neurooftalmológico y pruebas de visión	42
3.8.3	Examen del segmento anterior.....	49
3.8.3.1	Tonometría.....	49
3.8.4	Inspección cercana con una fuente de luz adecuada y magnificación. 51	
3.8.4.1	Biomicroscopía con lámpara de hendidura u Oftalmoscopio directo (Fuente de luz directa).....	52
3.8.4.2	Efecto Tyndall/Flare	58
3.8.5	Examen del segmento posterior (Oftalmoscopia directa e indirecta para valoración del cristalino, vítreo y fondo ocular).....	60

3.8.5.1	Oftalmoscopia Monocular.....	60
3.8.5.2	Oftalmoscopia Binocular	64
3.8.6	Evaluación de la integridad corneal e integridad del sistema nasolagrimal mediante tinciones oftálmicas:.....	66
3.8.6.1	Tinción de fluoresceína	66
3.8.6.2	Tinción de Verde de Lisamina.....	69
3.8.6.3	Rosa de bengala	69
3.8.7	Pruebas adicionales y técnicas especiales:.....	69
3.8.7.1	Test de Ferning (Rolando I al IV) y Masmali:	69
3.8.7.2	Medición de la osmolaridad.....	71
3.8.7.3	Meibografía.	71
3.8.7.4	Ultrasonido / Ecografía ocular	72
3.8.7.5	Biomicroscopía ultrasónica (UBM)	72
3.8.7.6	Tomografía de coherencia óptica (OCT).....	73
3.8.7.7	Gonioscopía directa e indirecta.....	73
3.8.7.8	Electrorretinografía.....	74
3.8.7.9	Tomografía y resonancia magnética.	74
4.	OBJETIVO GENERAL:.....	75
4.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	75
5.	METODOLOGÍA UTILIZADA.....	75
6.	OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS.....	76
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	76
8.	CONCLUSIONES.....	76
9.	RECOMENDACIONES.....	77
10.	LITERATURA CITADA:.....	78

RESUMEN

En la actualidad la especialidad de oftalmología veterinaria no se le ha dado la importancia que debería, ya que difícilmente se imparte la enseñanza de anatomía y fisiología del globo ocular en las diferentes facultades de medicina veterinaria de México. De igual manera la especialidad de oftalmología veterinaria es poco difundida en México y alrededor del mundo, por lo que el objetivo de este trabajo fue desarrollar un manual práctico de diagnóstico oftalmológico describiendo la anatomía, fisiología ocular, historia clínica y la metodología diagnóstica oftalmológica.

En este trabajo se presenta de forma sistemática y ordenada las pruebas, el equipo y las técnicas que se deben emplear para poder realizar un buen examen oftalmológico con el fin de proporcionar una herramienta de consulta para la enseñanza y aprendizaje dirigido a los estudiantes, profesores y académicos de la Universidad Autónoma Metropolitana sobre las bases de la oftalmología veterinaria.

Para lograr este objetivo se realizó una revisión bibliográfica actualizada de diversas fuentes de información. El periodo de revisión bibliográfica fue del año 2008 al 2022.

Se pudo concluir que es de vital importancia el conocimiento de las bases de la oftalmología veterinaria, así como saber cómo realizar el examen oftalmológico completo. Por lo tanto, se requiere de estos conocimientos para que se pueda realizar un acertado diagnóstico y poder dar un tratamiento adecuado.

PALABRAS CLAVE: *Oftalmología veterinaria, globo ocular y metodología diagnóstica oftalmológica.*

1. INTRODUCCIÓN

“Los perros son mascotas muy populares en todas las áreas urbanas del mundo, y su relación con los humanos siempre ha sido muy estrecha” (Cortez et al., 2018). En México no existe un censo sobre mascotas o animales domésticos. Sin embargo, la Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Pequeñas Especies (AMMVEPE) estima que hay alrededor de 23 millones de perros y gatos (Gaceta del Senado, 2018).

En México, siete de cada 10 hogares tienen un animal de compañía. Las mascotas son un gasto fijo para seis de cada 10 familias mexicanas, cuyos integrantes destinan un promedio de entre 10% y 20% de sus ingresos a su manutención (cuidado animal, atención médica, alimentación, vacunación, esterilización y etc.) (Gaceta del Senado, 2018).

Ante estas estadísticas el veterinario dedicado al área de pequeñas especies necesita estar mejor preparado, por lo que es fundamental la actualización del clínico para poder brindar un buen servicio que beneficiara a los pacientes, propietarios, al médico veterinario y a la sociedad en general.

Actualmente, “en nuestro país el campo de la oftalmología en medicina veterinaria es una especialidad poco difundida” (Tista et al., 2020). Así que existen pocos médicos que imparten esta especialidad de tiempo completo por lo tanto existe una mayor demanda de pacientes con enfermedades oculares que requieren ser atendidos por los especialistas en oftalmología haciendo que incluso los propietarios tengan que esperar tiempo para obtener una cita de especialidad oftalmológica.

Por lo anterior, es esencial realizar un manual práctico con el objetivo de crear una herramienta que ayude a los estudiantes y docentes a comprender, conocer la anatomía, fisiología del ojo, la importancia de la historia clínica y un examen oftalmológico completo. Es necesario realizar una correcta historia clínica y examen oftalmológico completo con ayuda del equipo necesario, así como las pruebas complementarias, para así poder llegar a un correcto diagnóstico oftalmológico.

2. JUSTIFICACIÓN

Como consecuencia del crecimiento de las áreas urbanas, existe un aumento gradual de adquisición de animales de compañía, por lo tanto, se requiere una mayor demanda de los servicios del médico veterinario lo que ocasiona que este se encuentre mejor preparado y actualizado respecto a la medicina de perros y gatos.

“Actualmente en el área de oftalmología veterinaria es una especialidad poca difundida” (Tista et al., 2020), no está muy bien conocida en la comunidad médica (Del Río et al., 2010) y pocos médicos veterinarios llegan a implementar la especialidad en tiempo completo o de manera especializada. Esto hace que exista

mayor demanda de los servicios del médico veterinario oftalmólogo por parte de sociedad para la resolución de enfermedades oftálmicas, por lo tanto, es necesario realizar un manual donde describa la anatomía y fisiología de la órbita, globo ocular y sus anexos, además que describa la historia clínica, anamnesis y la metodología diagnóstica que comprende el examen oftalmológico completo (inspección a distancia, inspección con las “manos” e inspección cercana) mencionando todo el equipo o instrumentación que se necesitan para realizar un buen examen y así poder llegar a un diagnóstico preciso.

Este manual busca proporcionar una herramienta que sirva de apoyo bibliográfico o de enseñanza para la comunidad estudiantil y profesores de la carrera de medicina veterinaria y zootecnia de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco.

CAPÍTULO I. DEFINICIÓN DE LA OFTALMOLÓGIA Y BREVE HISTORIA

3. MARCO TEÓRICO

La oftalmología proviene del griego *ophthalmós* que significa 'ojo' y *-logía* que significa estudio o tratado. Así que la oftalmología se define como parte de la medicina que trata o estudia las enfermedades de los ojos (Real Academia Española, 2021), también estudia la cirugía del ojo; en concreto del globo ocular, su musculatura, el sistema lagrimal, los párpados y su tratamiento (Aciar, 2019).

3.1 Historia de la oftalmología

La historia de la oftalmología veterinaria es relativamente corta, abarca aproximadamente un siglo y medio. La especie más importante en la medicina veterinaria y de hecho en la oftalmología veterinaria temprana, era el caballo, un animal importante para la guerra, la agricultura y, a veces, para la alimentación.

Sin embargo, con la conclusión de la Primera Guerra Mundial y el desarrollo del automóvil, el valor y la importancia del caballo declinaron rápidamente; afortunadamente, otras especies, incluidos los animales pequeños, se volvieron importantes para la medicina veterinaria (Gelatt, 2008).

Además, la oftalmología veterinaria, así como los veterinarios interesados en la oftalmología, se beneficiaron enormemente de la capacitación y la experiencia de los primeros médicos oftalmólogos que a menudo veían esta nueva disciplina como oftalmología comparativa. Esta asociación sinérgica entre la oftalmología humana y veterinaria continúa hasta la fecha (Gelatt, 2008).

Se tiene registros que “Leonardo Da Vinci hizo observaciones anatómicas de equinos y otras especies, desde luego con interés especial en la oftalmología comparada: condujo muchas disecciones de cadáveres humanos y animales, y concluyó que la visión de animales nocturnos estaba relacionada con el tamaño del ojo y cerebro, puesto que el globo ocular más grande permitía que la pupila más

amplia captara más luz permitiendo así una mejor visión nocturna” (Schmidt M 2008, citada por Tista et al., 2020).

En 1850 se desarrolló el oftalmoscopio por Hermann Von Helmholtz, finalmente permitió el examen de los tejidos más profundos del ojo y el desarrollo de la oftalmología clínica tanto en oftalmología humana como veterinaria (Gelatt, 2008).

Los avances en la oftalmología veterinaria comenzaron formalmente a fines de la década de 1950 y principios de la de 1960, cuando se produjo la especialización en toda la medicina veterinaria. Las sociedades de oftalmología siguieron para facilitar el intercambio de información entre los veterinarios interesados y el progreso científico (Gelatt, 2008).

“En la actualidad abundan los libros de oftalmología veterinaria. Los avances científicos en tecnología, biología y medicina continúan influyendo y fomentando el progreso en la oftalmología veterinaria” (Gelatt, 2008).

El desarrollo actual de métodos no invasivos técnicas de imagen aplicadas desde las partes más externas del ojo, comenzando con ecografía incluyendo Doppler, hasta a las imágenes basadas en láser, han evolucionado enormemente los diagnósticos clínicos y facilitado nuestras evaluaciones de la evolución de los pacientes animales (Del Río et al., 2010).

CAPÍTULO II. ANATOMÍA, FISIOLÓGÍA OCULAR Y DE LOS ANEXOS OCULARES.

3.2 Posición de los ojos en el perro y el gato.

Los ojos de los mamíferos domésticos se proyectan más hacia afuera desde la superficie de la cara que los de los primates, incluido el ser humano. La posición de los ojos con respecto a la cabeza está relacionada con el ambiente del animal, sus hábitos y su método de alimentación (Dyce et al., 2012).

En carnívoros domésticos como el gato y el perro, los ejes orbitales se ubican rostro-lateralmente, aproximadamente a 10° y 20° de la línea media, como resultado, estos animales poseen una visión binocular mejorada (Gelatt et al., 2021) la cual permite concentrarse en los objetos cercanos, ayuda a percibir la profundidad (Dyce et al., 2012) y sirve para mejorar el comportamiento alimentario de un depredador (Gelatt et al., 2021).

En el caso del gato, los ojos y las órbitas son relativamente grandes y miran de modo más directo (“hacia fuera” o lateral) que, en los perros, lo que proporciona un campo más amplio de visión binocular (Dyce et al., 2012). Con un campo de visión frontal de 140° , con campos monoculares pequeños (cada uno de 30°) y un área ciega posterior relativamente grande de 160° (Gelatt et al., 2021).

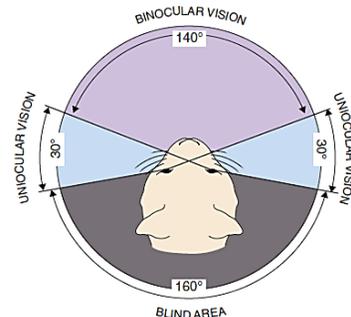


Imagen 1. Campo visual del gato (Gelatt et al., 2021).

En el caso de un perro mesocefálico tiene un campo visual binocular frontal modesto de 60° con campos visuales monoculares relativamente grandes, cada uno de 90° y un área ciega posterior de aproximadamente 120° (Gelatt et al., 2021).

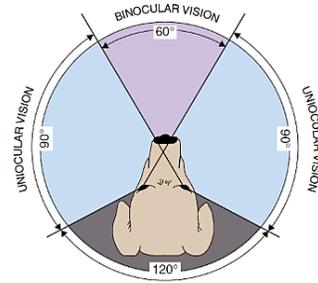


Imagen 2. Campo visual del perro (Gelatt et al., 2021).

3.3 Órbita

La órbita es una cavidad cónica en el cráneo (García et al., 2009).

La función principal de la órbita es la de proteger al globo ocular (Esteban Martín, 2022).

Tanto los perros como en los gatos tienen una órbita abierta o incompleta (Gelatt et al., 2021) en sus aspectos dorsolateral y ventral, estando delimitada a estos niveles por tejidos blandos (Natasha y James, 2016) se encuentra “parcialmente rodeada de hueso, este tipo de órbita les da la capacidad a los carnívoros de abrir ampliamente sus mandíbulas durante el consumo de presas” (Gelatt et al., 2021).

La órbita está muy influida por la raza del animal, de manera que en los animales dolicocefalos es profunda, mientras que en los braquicéfalos es más plana. La órbita determina la posición del ojo y esto, a su vez, va a influir de una forma definitiva sobre el campo visual (Laguna y Sanz., 2021).

La órbita tiene una base anterior donde se localiza el globo ocular, un vértice posterior donde tienen su origen los músculos extraoculares (García et al., 2009) y retrobulbares. La órbita contiene el nervio óptico, las glándulas lagrimales, la membrana nictitante (Turner, 2010), glándula salival cigomática, nervios, vasos sanguíneos, grasa retrobulbar (García et al., 2009) y fascias orbitarias (Laguna y Sanz., 2021).

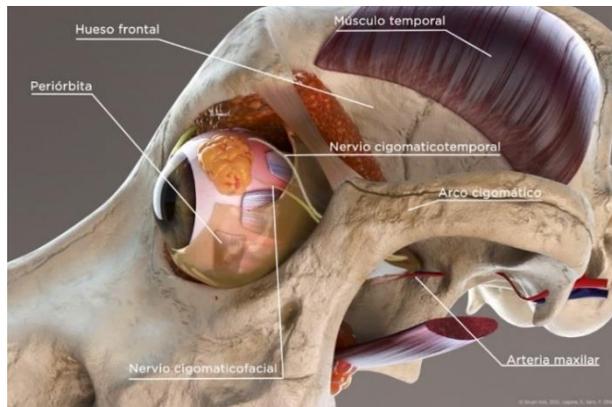


Imagen 3. Estructuras de la órbita ocular (Laguna y Sanz., 2021).

En el fondo de la órbita se encuentra una almohadilla grasa que permite al ojo cierto movimiento de retroceso en ella que, en la exploración, se denomina retroimpulsión ocular (Laguna y Sanz., 2021).

La cavidad orbitaria se divide en tres compartimentos orbitarios (intraconal, extraconal y extraendorbitario) y cuatro tejidos orbitarios (septum orbitario, endórbita, periórbita, y periostio orbitario) (Esteban Martín, 2022).

3.3.1 Huesos orbitarios y orificios orbitarios.

Los bordes de la órbita están formados en su mayor parte por los huesos frontal, lagrimal, cigomático, (Dyce et al., 2012) esfenoides, palatino y maxilar (García et al., 2009).

El hueso orbitario es incompleto del lado temporal y está cerrado por el ligamento orbital (García et al., 2009).

El piso de la órbita es incompleto, estando parcialmente formado por los huesos esfenoides y palatino (Gelatt et al., 2021).

En la órbita se encuentran la mayoría de los forámenes, agujeros a través de los que emerge una importante parte de la inervación e irrigación ocular (Laguna y Sanz., 2021).

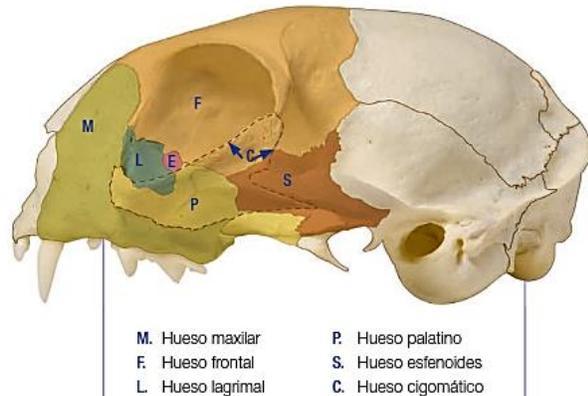


Imagen 4. Huesos de la órbita del gato (Natasha y James, 2016).

Las aberturas y agujeros presentes en las paredes de la cavidad orbitaria comprenden:

- **El canal óptico:** Conduce al nervio óptico y la arteria oftálmica interna.
- **La fisura orbitaria:** Da paso a los nervios oculomotor, troclear, abductor y oftálmico.
- **Los dos agujeros etmoidales:** Los agujeros etmoidales permiten el paso de divisiones del nervio etmoidal y de la arteria etmoidal.
- **Fosa del saco lagrimal:** la fosa del saco lagrimal contiene el ligero ensanchamiento en el origen del conducto nasolagrimal (Dyce et al., 2012).
- **Agujero alar anterior y agujero alar caudal.**
- **Agujero esfenopalatino** (Esteban Martín, 2022).

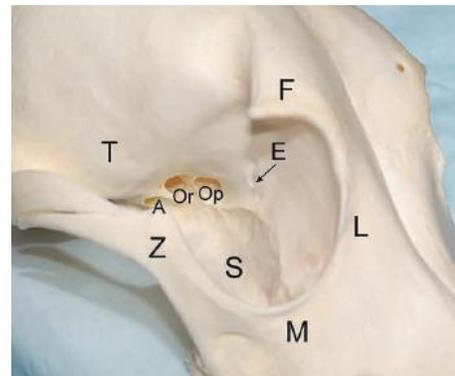


Imagen 5. Órbita canina.

-Huesos de la órbita: Frontal (F), lagrimal (L), maxilar (M), esfenoides (S), temporal (T), cigomático (Z).

-Agujeros orbitarios: Alar rostral (A), etmoidal (E), óptico (Op), fisura orbitaria (Or). (Gelatt et al., 2021).

Sólo el tercio medial de la pared de la órbita es óseo, y el resto es aportado por la periórbita (Dyce et al., 2012).

3.3.2 Fascias orbitarias

La fascia orbitaria consiste en un revestimiento de tejido conectivo delgado y resistente que envuelve todas las estructuras dentro de la órbita, incluida la propia fosa ósea (Laguna y Sanz., 2021).

Estas fascias forman lo que denominamos “cono óptico” (Laguna y Sanz., 2021). Las tres láminas de la fascia orbitaria están separadas por grasa orbitaria. La grasa

orbital llena el espacio muerto en la órbita y actúa como un colchón protector para el ojo (Gelatt et al., 2021).

Esta fascia consta de tres componentes anatómicos: la periórbita, la cápsula de Tenon o fascia bulbi y las vainas fasciales del músculo extraocular (Gelatt et al., 2021).

- **La periórbita:** Es una membrana fibrosa de forma cónica que recubre la órbita y al resto de estructuras orbitarias. La periórbita encierra el globo (Gelatt et al., 2021) y se adhiere a los huesos de la órbita, se convierte en el periostio (García et al., 2009). Es un periostio modificado que se vuelve más grueso sobre la órbita lateral y lateral-ventral, donde falta hueso (Martin et al., 2019).

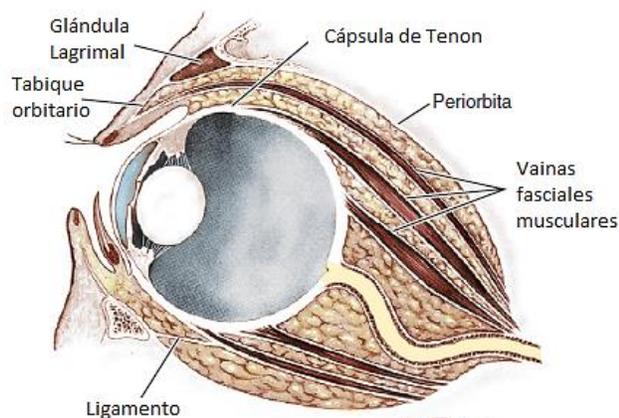


Imagen 6. Divisiones de la periórbita (Maggs et al., 2013).

- **Las vainas fasciales del músculo extraocular:** Son membranas densas y fibrosas. Estas vainas son continuas de la cápsula de Tenon. En el perro las fascias musculares constan de tres capas: Una capa gruesa-superficial, una capa intermedia y una profunda que separa los músculos rectos de los músculos retractores del globo ocular (Gelatt et al., 2021).
- **La cápsula de Tenon o fascia bulbi:** Es tejido conectivo en el aspecto externo de la esclerótica. La cápsula de Tenon se une a la esclerótica cerca de la unión córneo-escleral (el limbo) (Gelatt et al., 2021).

En cuanto al tabique orbitario está formado por tejido conectivo que se continúa con la vaina fascial periorbitaria y se extiende a partir de ella en dirección anterior. Este tejido conforma el borde anterior de la órbita y separa las estructuras oculares de los párpados (Natasha y James, 2016).

3.3.3 Músculos Extraoculares y su inervación.

Los músculos extraoculares son los responsables de los movimientos oculares, junto con el músculo retrobulbar, forman una estructura con forma de cono, cuyo vértice apunta al agujero óptico. Son músculos estriados (Turner, 2010).

En los perros y en los gatos existen siete músculos extraoculares: Cuatro rectos (dorsal, ventral, medial y temporal), dos oblicuos (superior e inferior), y un retractor del bulbo o retractor del globo ocular (García et al., 2009).

Cada músculo se encuentra inervado por los siguientes pares craneales:

- **El par craneal oculomotor (III):** Inerva al músculo oblicuo inferior o ventral, recto medial, recto dorsal, y al músculo recto ventral.
- **El par craneal troclear (IV):** Inerva al músculo oblicuo superior o dorsal.
- **El par craneal abducens (VI):** Inerva al músculo recto lateral y al músculo retractor bulbar (García et al., 2009).

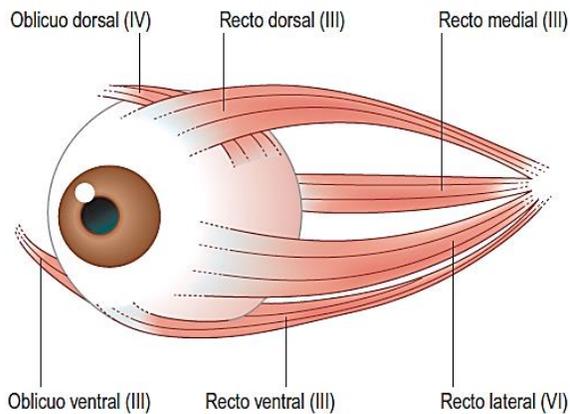


Imagen 8. Esquema de los músculos extraoculares, la inervación de cada uno se expone entre paréntesis (Turner, 2010).

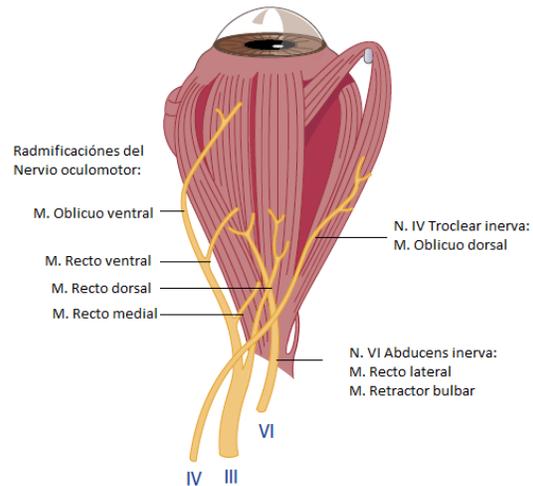


Imagen 7. Vista dorsal de los músculos extraoculares y su inervación de un perro (Martin et al., 2019).

Estos músculos emergen de alrededor del foramen óptico, excepto el músculo ventral oblicuo (García et al., 2009).

Los músculos masticadores también contribuyen a delimitar la cavidad orbitaria con el músculo temporal a nivel dorsal y el músculo masetero a nivel medial y ventral al arco cigomático (Natasha y James, 2016). El músculo temporal constituye el techo orbitario (Esteban Martín, 2022) y el músculo pterigoideo y masetero conforman el suelo de la órbita (Turner, 2010).

3.4 Anexos del globo ocular

Los anexos oculares son todas aquellas estructuras de soporte del globo ocular, que lo rodean y facilitan su función (Laguna y Sanz, 2021), entre ellos se encuentran los párpados, el tercer párpado y la conjuntiva (Tardón, 2017).

3.4.1 Párpados

Los párpados son pliegues musculocutáneos (Laguna y Sanz, 2021) que protegen los ojos de la luz, producen parte de la película lagrimal extendiéndola por la córnea, eliminan los desechos de la

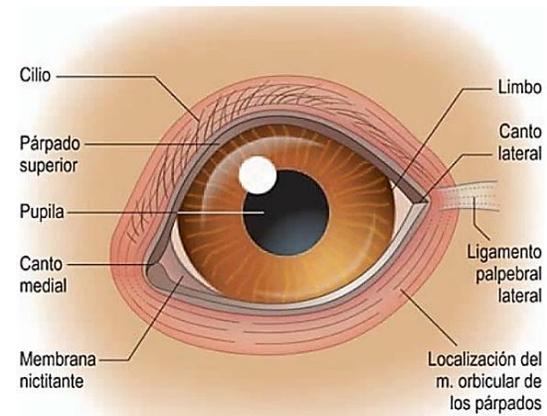


Imagen 9. Esquema de la estructura palpebral normal y sus anexos en el perro (Turner, 2010).

por la córnea, eliminan los desechos de la córnea y las superficies conjuntivales.

Los párpados también dirigen la película lagrimal hacia el sistema de drenaje nasolagrimal (Gelatt et al., 2021).

En el perro el párpado superior es más móvil y esta inervado por el nervio oculomotor, a diferencia de otros músculos palpebrales, inervados por el nervio facial. La sensibilidad de los párpados se canaliza a través del nervio trigémino (Laguna y Sanz, 2021).

La irrigación de los párpados está dada por las ramas de la arteria lagrimal, cigomática (oftálmica) y facial. La conjuntiva palpebral está irrigada por las arterias palpebral y ciliar anterior (Sisson S, 1978 citado por Tista et al., 2020).

Los párpados están formados por cuatro capas: Piel (externa), músculo orbicularis, capa tarsal y estromal; y conjuntiva palpebral (interna) (García et al., 2009)

3.4.1.1 Piel

- **Cilias:** Los párpados presentan en su borde pelo especializado o cilias (García et al., 2009). En el perro, el párpado superior tiene de dos a cuatro filas de pestañas (cilias) y están ausentes en el párpado inferior. En el gato, ninguno de los párpados tiene cilios (Gelatt et al., 2021).
- **Glándulas de Zeiss:** Son glándulas sebáceas de producción holocrina (Tista Olmos et al., 2020) que están asociadas con las raíces de las cilias (García et al., 2009).
- **Glándulas de Moll:** Tienen función apócrina sudorípara modificada (García et al., 2009).

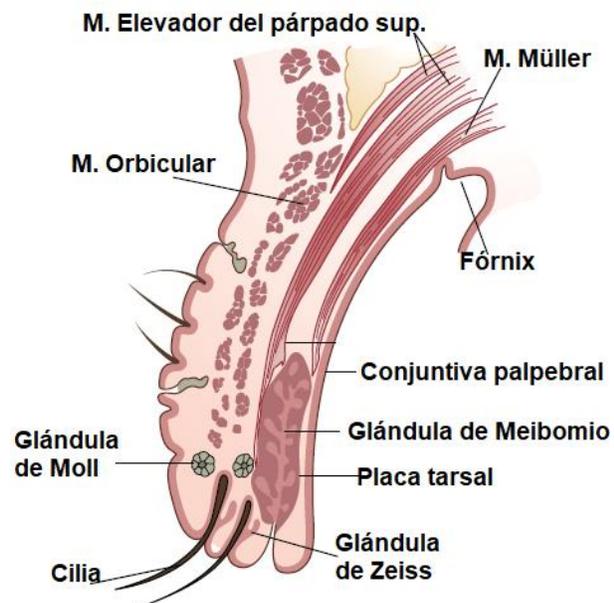


Imagen 10. Características histológicas del párpado superior del perro (Martin et al., 2019).

3.4.1.2 Músculos:

Los párpados contienen músculos lisos y estriados, así como una rica vascularización e inervación (Turner, 2010). En el caso de las fibras musculares del párpado superior están compuestas por músculo estriado y en el párpado inferior presenta músculo estriado derivado del recto ventral (García et al., 2009).

Los párpados superior e inferior se unen para formar los cantos lateral y medial. Los ligamentos palpebrales medial (nasal) y lateral (temporal) que unen cada canto a la pared orbitaria impiden que esta fisura adopte una forma circular (Gelatt et al., 2021).

- **Músculo orbicular y músculo elevador del párpado superior:** El cierre de los párpados se produce por la contracción del músculo orbicular (*orbicularis oculi*), que se encuentra situado en la zona anterior del tarso de ambos párpados (Laguna y Sanz, 2021) y la apertura de los párpados se logra mediante la relajación de este músculo junto con la contracción del músculo elevador del párpado superior (inervado por el par craneal oculomotor III) (Gelatt et al., 2021). La acción habitualmente rápida del músculo orbicular es importante para la protección del globo ocular y para la distribución de la película lagrimal (Turner, 2010). El par craneal facial (VII) inerva al músculo orbicular (Gelatt et al., 2021).
- **Músculo frontal:** contribuye a elevar el párpado superior (Ruiz A, 1997 citado por Tista et al., 2020)
- **Músculo retractor angular:** El músculo retractor *angularis oculi lateralis* es un músculo facial superficial que tira lateralmente del canto lateral, actuando, así como un ligamento. La inervación motora es del nervio craneal VII (Martin et al., 2019). En el perro, el ligamento lateral es reemplazado esencialmente por el músculo retractor del ángulo de los ojos y su tendón (Gelatt et al., 2021).
- **El músculo de Müller:** Es un músculo liso que se inserta en los párpados y el tercer párpado y los mantiene tónicamente retraídos (Martin et al., 2019) tiene inervación simpática (Natasha y James, 2016).
- **El músculo Malar:** Esta inervado por la rama bucal dorsal del nervio facial, es el responsable del párpado inferior (Natasha y James, 2016). La inervación motora es del nervio craneal VII (Martin et al., 2019).

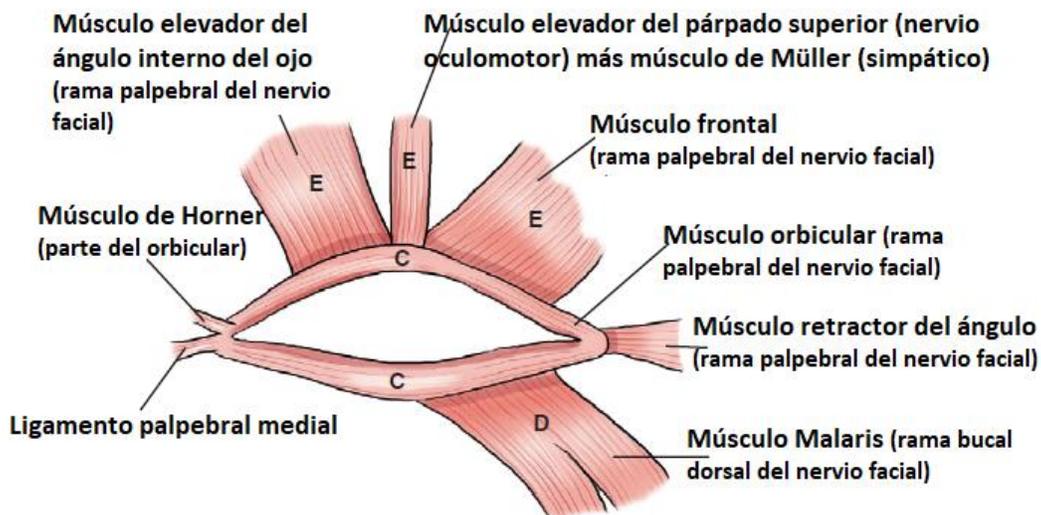


Imagen 11. Acción e inervación de los músculos de los párpados. C, Contrae la fisura palpebral (cierra los párpados superior e inferior); D, deprime el párpado inferior; E, eleva el párpado superior (Maggs et al., 2013)

3.4.1.3 Capa tarsal:

En el interior de los párpados se encuentra el tarso (Turner, 2010). El tarso está formado por tejido conectivo denso (colágeno), localizado entre el músculo orbicular palpebral y la conjuntiva palpebral. Por debajo de este, en el contorno de los párpados se encuentran las glándulas de Meibomio (García et al., 2009).

El tarso de cada párpado contiene sobre 30 glándulas de Meibomio que secretan un líquido rico en lípidos y cuya apertura forma un surco visible a lo largo del borde palpebral llamado "línea gris" (Natasha y James, 2016).

- **Las glándulas de Meibomio o tarsales:** Tienen una porción lipídica (Laguna y Sanz, 2021) y oleosa que permiten lubricar esta área para repeler partículas extrañas (Petrick S, 2000 citado por Tista et al., 2020). Sus orificios de excreción se pueden observar con un sistema óptico de magnificación (Laguna y Sanz, 2021).

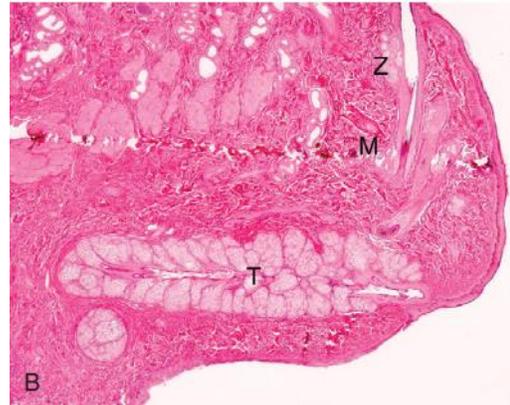


Imagen 12. Corte histológico transversal del párpado canino normal. Las glándulas lagrimales accesorias del margen del párpado incluyen las glándulas tarsales o de Meibomio (T), las glándulas de Moll (M) y las glándulas de Zeiss (Z) (Dr. Richard R. tomado de Maggs et al., 2013).

3.4.1.4 Conjuntiva palpebral (interna)

Es la capa más interna del párpado y en ella existen numerosas células globosas, responsables de la producción del moco precorneal (García et al., 2009).

3.4.2 Membrana nictitante o tercer párpado

Se encuentra localizada en la zona medial y ventral al ojo (Laguna y Sanz, 2021), está compuesta por un cartílago en forma de T (Natasha y James, 2016). Este cartílago se relaciona en su base con una glándula lagrimal (produce entre 30 y un 50% de la fase acuosa de la lágrima) y esta recubierto de la conjuntiva tanto en la cara bulbar como en la cara palpebral. Se encuentra inervado por el nervio abducens (Laguna y Sanz, 2021).

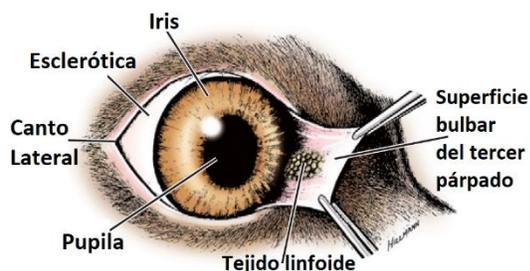


Imagen 13. Diagrama del tercer párpado volteado manualmente para mostrar folículos linfoides normales en la superficie bulbar (Modificado de Evans HE: Miller's, 1993 por Maggs et al., 2013).

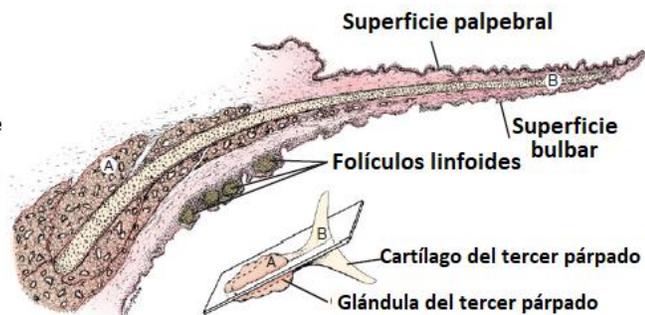


Imagen 14. Sección transversal del tercer párpado. A, Glándula del tercer párpado. B, Cartílago del tercer párpado (Modificado de Evans HE: Miller's, 1993 por Maggs et al., 2013).

3.4.3 Conjuntiva

Es una membrana mucosa que tapiza la cara interna de los párpados, (Laguna y Sanz, 2021). Cubre las superficies interna y externa de la membrana nictitante y la parte anterior de la esclerótica (Natasha y James, 2016).

Empieza en el limbo palpebral, se extiende profundamente hacia la órbita para crear el fórnix conjuntival, en el invierte la dirección y se extiende sobre el globo ocular hasta el limbo esclerocorneal (Zapata y Sande 2020).

La conjuntiva está formada por tres porciones: La conjuntiva palpebral, que forma la cara más interna del párpado; el fórnix, un pliegue que une la conjuntiva palpebral y bulbar; y la conjuntiva bulbar (García et al, 2009).

Histológicamente, está constituida por epitelio, estroma y vasos sanguíneos (García et al., 2019). El epitelio columnar no queratinizado superficial protege al ojo de las agresiones externas y posee células caliciformes (Natasha y James, 2016), encargadas de la producción de la fracción mucínica de la película lágrimal. Este moco configura la fase proteica de la lágrima, cuya misión es que la lágrima quede adherida al ojo (Laguna y Sanz., 2021). Bajo el epitelio se encuentra el estroma que se compone de dos capas: una capa adenoide superficial y una capa fibrosa profunda. La capa superficial contiene numerosos folículos linfoides que forman el tejido linfoide asociado a la conjuntiva. Este tejido proporciona una protección inmunitaria integral frente a los agentes infecciosos, complementando así el papel defensivo de la conjuntiva (Natasha y James, 2016).

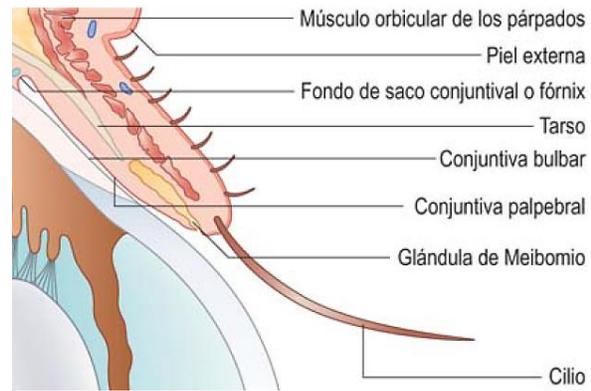


Imagen 15. Anatomía del párpado superior (Turner, 2010)

3.4.4 Película lagrimal precorneal

Desempeña un papel fundamental en la inmunidad y actividad microbiana de la superficie ocular (Zapata y Sande, 2020). Tiene como función lubricar, remover material extraño, controlar el crecimiento bacteriano de la córnea y la conjuntiva; así como proveer de nutrientes a la córnea (García et al., 2009). Nutrientes como oxígeno, inmunoglobulinas, células de defensa, sustancias antimicrobianas. La película lagrimal ayuda a transportar los productos metabólicos desde la superficie ocular, también mantiene una superficie lisa para la refracción de la luz (Esteban Martin et al, 2022).

Está formada por tres capas:

- **Lipídica:**

Producida por las glándulas tarsales o de Meibomio, que evita la evaporación excesiva de la lágrima y disminuye su tensión superficial (Laguna y Sanz, 2021). Esta capa aporta estabilidad (Zapata y Sande, 2020).

- **Acuosa:** Producida por la glándula lagrimal principal y de la membrana nictitante, es la que vehicula los nutrientes como el oxígeno, traslada a los microorganismos fuera de la superficie ocular y actúa sobre ellos merced a las sustancias antibacterianas que contiene como la lactoferrina y la lisizima (Laguna y Sanz., 2021). La glándula lagrimal está ubicada por debajo del proceso supraorbitario del hueso frontal (García et al., 2009) es la responsable de la mayoría de la producción basal de la porción lagrimal acuosa. En los ojos con deficiencia de lágrima, normalmente es el componente acuoso el que es deficiente (Peterson et al., 2012 citado por Otálora y Montoya, 2021).
- **Mucínica (fase proteica):** Producida por las células caliciformes, va a “anclar” la lágrima al epitelio de la córnea, ya que es lipofílico (Laguna y Sanz, 2021). La mucina deriva de las células de la superficie epitelial probablemente juega un papel crucial en el mantenimiento de la integridad estructural de la película lagrimal (Peterson et al., 2012 citado por Otálora y Montoya, 2021). Se han descrito células globosas, separadas (secretoras) y un glucocálix (unión a membrana) en el perro. (Hicks et al., 1997 citado por Otálora y Montoya, 2021).

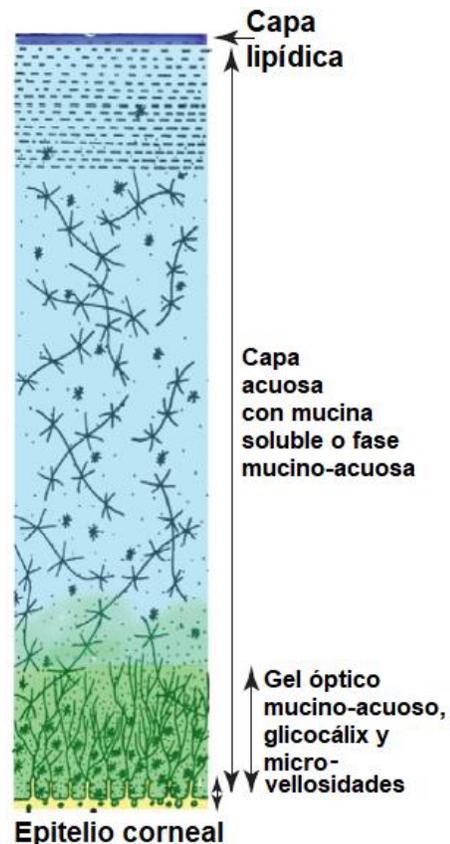


Imagen 16. Esquema de la película lagrimal precorneal (Modificado de Bron AJ et al, 2004 por Maggs et al., 2013).

3.4.5 Sistema naso-lagrimal

Se encarga de secretar, distribuir, y eliminar la lágrima de la superficie ocular. Consta de una lágrima principal ubicada en la región superotemporal (glándula lagrimal), la glándula de la membrana nictitante y algunas glándulas accesorias (Laguna y Sanz., 2021) que incluyen las tarsales o de meibomio, las de moll y las de Zeiss; se localizan cerca de los márgenes palpebrales y contribuyen a la formación de la película lagrimal precorneal. También se encuentra los puntos nasales, canalículos lagrimales, saco lagrimal y conducto nasolagrimal (García et al., 2009).



Imagen 17. Componentes del sistema naso-lagrimal: Glándula lagrimal temporal superior y la glándula inferior del tercer párpado (púrpuras); glándulas de Meibomio (amarillo); Canalículos lagrimales, saco lagrimal y conducto lagrimal (verde) (Maggs et al., 2013).

3.4.6 Excreción:

La lágrima es distribuida por los párpados y la membrana nictitante sobre la superficie ocular, la lágrima se drena a través de los puntos lagrimales, que están localizados en la conjuntiva palpebral a unos 5 mm del canto medial. Los canalicúlos dorsal y ventral se unen, formando el saco lagrimal. El conducto nasolagrimal va a llevar la lágrima a la cavidad nasal, donde drena. En algunos perros el conducto nasolagrimal puede llegar a la boca (Laguna y Sanz, 2021).

- **El punto lagrimal:**

De los puntos lagrimales surgen los canalicúlos lagrimales tanto superior como inferior, que corren por el borde palpebral y se dirigen medialmente por la periórbita, donde se unen para formar el saco lagrimal (Peterson et al., 2012 citado por Otálora y Montoya, 2021).

- **El saco lagrimal:**

Situado en una depresión (fosa lagrimal). El saco esta poco desarrollado en caninos y felinos, siendo no más que una pequeña dilatación en el punto de confluencia de los canalicúlos (Peterson et al., 2012 citado por Otálora y Montoya, 2021).

Drenaje lagrimal: Durante el parpadeo, la contracción del músculo orbicular causa la oclusión de los puntos lagrimales, lo que fuerza a las a lágrimas a dirigirse al saco lagrimal y al conducto nasolagrimal (Peterson et al., 2012 citado por Otálora y Montoya, 2021).

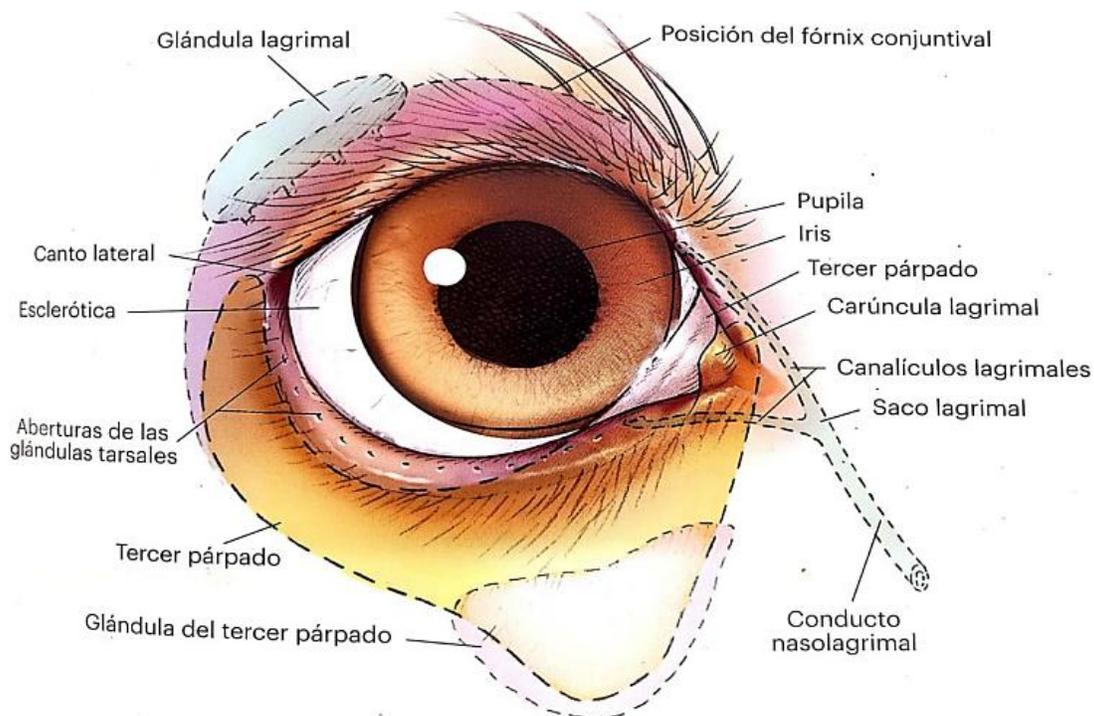


Imagen 18. Diagrama del ojo y sistema lagrimal (McCracken y Kainer, 2017)

3.5 Globo ocular.

La función del ojo es, principalmente, enfocar la imagen en la retina y regular la cantidad de luz que llega a la misma (Laguna y Sanz, 2021).

La forma del globo ocular (bulbo del ojo) de los mamíferos domésticos es casi esférica (Dyce et al., 2012).

El punto más destacado de la córnea lo constituye el polo anterior, y el punto más elevado de la superficie posterior es el polo posterior del globo ocular (Dyce et al., 2012).

El polo posterior se localiza usualmente dorsal y medial a la cabeza del nervio óptico (García et al., 2009). La línea recta imaginaria que pasa a través de ambos polos es el eje óptico (Dyce et al., 2012). El ecuador es otra línea imaginaria alrededor del globo ocular que, al igual que su homólogo de la Tierra, es equidistante entre los polos. Un meridiano es una de las muchas líneas que van de uno a otro polo y que intersectan el ecuador en ángulo recto (Dyce et al., 2012).

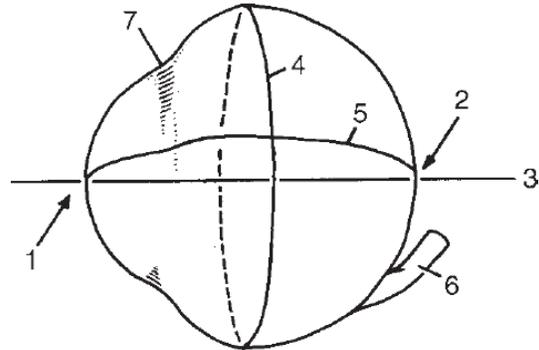


Imagen 19. Vista medial del globo ocular derecho. 1. Polo anterior; 2. Polo posterior; 3. Eje óptico; 4. Ecuador; 5. Meridiano; 6. Nervio óptico; 7. Limbo (Dyce et al., 2012)

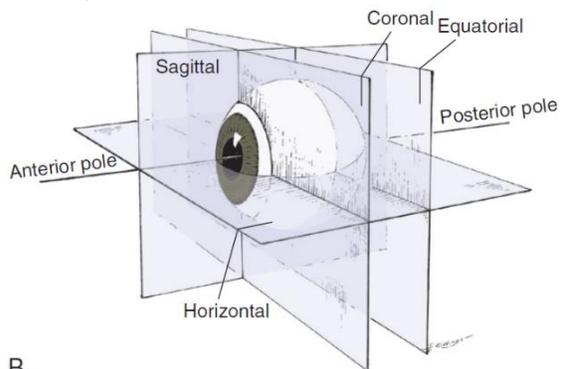


Imagen 20. Planos de referencia estándar (Maggs et al., 2013)

3.5.1 Segmentos del ojo

El ojo se divide en segmento anterior y segmento posterior.

- **Segmento anterior:** El segmento anterior incluye la córnea, iris, cristalino y humor acuoso (Tardón, 2017). El humor acuoso ocupa el segmento anterior del ojo, formado por la cámara anterior y la cámara posterior (García et al., 2009). El humor acuoso funciona para transmitir y refractan la luz a la retina, proporciona una presión interna que mantiene el globo distendido, (Gelatt et al., 2021) nutre las estructuras a las que baña. El humor acuoso se origina en el cuerpo ciliar y se drena en el ángulo iridocorneal (Laguna y Sanz, 2021).

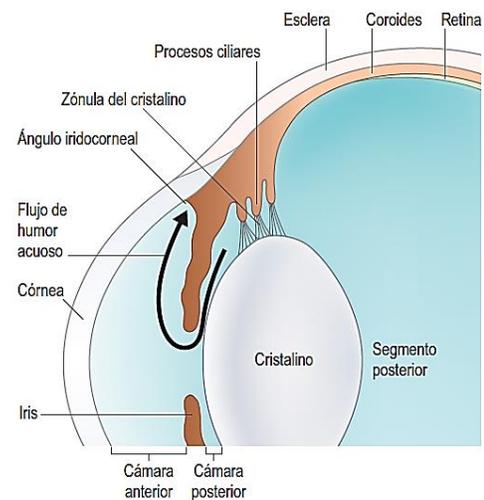


Imagen 21. Vía de producción y drenaje del humor acuoso (Turner, 2010).

- **Segmento posterior:** El segmento posterior presenta el humor vítreo, que es rico en colágeno y ayuda a dar forma al ojo y a mantener la retina en su lugar (Laguna y Sanz., 2021). El humor vítreo ocupa casi el 80% del volumen total del globo ocular (Tardón, 2017).

3.5.2 Cámaras del ojo

El globo ocular también se puede dividir por una cámara anterior y una cámara posterior. La parte anatómica del ojo llamada iris divide el compartimento ocular anterior en cámaras anterior y posterior, que se comunican a través de la pupila (Gelatt et al., 2021).

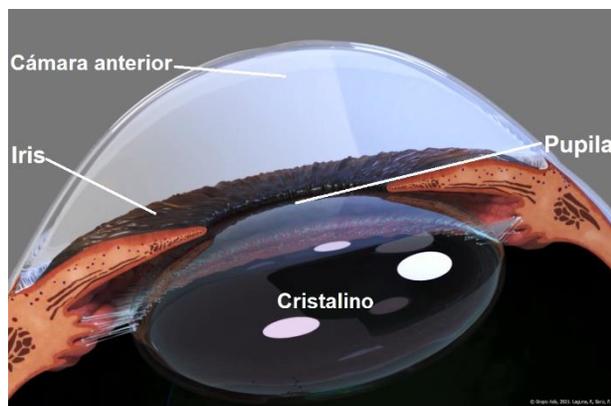


Imagen 22. Esquema mostrando la cámara anterior del ojo (Esquema modificado de Laguna y Sanz, 2021).

3.6 Túnicas del ojo

El globo ocular anatómicamente está dividido en tres capas o túnicas (túnica fibrosa, túnica vascular o úvea y túnica nerviosa):

3.6.1 Túnica fibrosa:

Está formada por la córnea y la esclerótica, las cuales se unen al limbo corneal. (Dyce et al., 2012). Es una capa rica de colágeno, que aporta estructura al ojo y se muestra transparente en su parte anterior dejando así el paso a la luz.

En el polo posterior (esclerótica), permite el paso del nervio óptico a través de la lámina cribosa (histológicamente forma de “colador”) (Laguna y Sanz., 2021).

3.6.1.1 Córnea.

Se caracteriza por ser transparente, avascular, lisa y brillante, no debe presentar pigmento (Laguna y Sanz., 2021) y no es queratinizada (Gelatt et al., 2021). Contribuye al soporte del contenido intraocular (Esteban Martín, 2022).

Es horizontalmente elíptica, con un radio variable de curvatura.

Presenta una quinta parte de la túnica fibrosa del ojo y abarca casi toda la abertura palpebral.

Constituye el lente de refracción más poderoso del ojo ya que proporciona 70% del total de refracción (García et al., 2009).

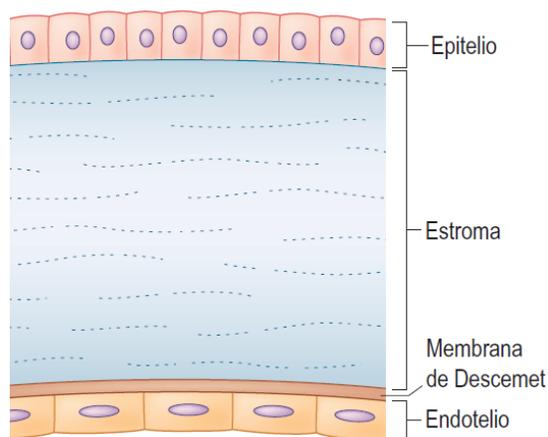


Imagen 23. Corte transversal de la córnea normal (Turner, 2010).

Al ser avascular, los nutrientes y el oxígeno son aportados por difusión externa desde la película lagrimal precorneal e internamente el endotelio se nutre del humor acuoso. La córnea también se nutre de la esclerótica y los vasos sanguíneos limbares. La glucosa, es suministrada mayormente por el humor acuoso, mientras que la película lagrimal precorneal y los vasos sanguíneos limbares aportan mínimas cantidades (García et al., 2009).

La cornea colabora en la adherencia e integridad de la película lagrimal precorneal y mantiene una hidratación constante mediante la distribución de las fibras de colágeno y el mecanismo del bombeo endotelial (Esteban Martín, 2022).

La córnea está inervada por los nervios ciliares largos, que se derivan de la rama oftálmica del nervio trigémino (Gelatt et al., 2021). Los nervios corneales entran a la córnea procedentes de la esclera (García et al., 2009). En las capas más superficiales de la córnea (epitelio) están inervadas principalmente por receptores del dolor, mientras que en el estroma se encuentran más receptores de presión. Esto explica por qué una lesión superficial de la córnea suele ser más dolorosa que una herida más profunda (Gelatt et al., 2021).

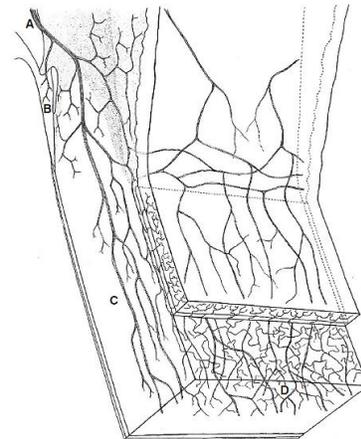


Imagen 24. Inervación del limbo y la córnea. El nervio ciliar largo (A) malla trabecular (B) córnea profunda (C) estroma anterior (D) y el epitelio. (Modificado de Hogan, M. J et al, 1971 por Gelatt et al., 2021).

La córnea consta de cuatro capas (Epitelio, estroma, membrana de descemet y endotelio):

- **Epitelio:** Es hidrófobo (Esteban Martín, 2022). Es un epitelio escamoso estratificado no queratinizado (Gelatt et al., 2021). Presenta células basales, células alares (intermedias), células escamosas, que se renuevan continuamente y una membrana basal. Estas células no presentan queratina, lo que favorece la transparencia (Laguna y Sanz., 2021). Las células epiteliales se encuentran inervadas y estas terminaciones nerviosas están desvainadas entre los epitelios (Gelatt et al., 2021). Los linfocitos ocasionales están presentes en el epitelio basal y en las capas superficiales. Debajo del epitelio hay una membrana basal (Gelatt et al., 2021). El epitelio toma el oxígeno de la película lagrimal precorneal y vasos sanguíneos limbares (García et al., 2009).

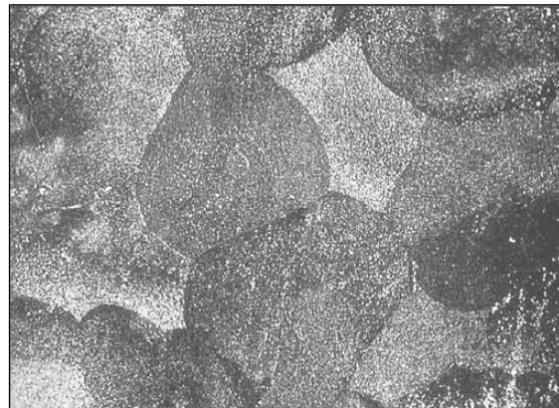


Imagen 25. Microscopía electrónica de barrido del epitelio corneal felino que ilustra las células poliédricas claras y oscuras asociadas con el número de microplichas en la superficie (x480) (Martin et al., 2019).

- **Estroma:** Es hidrofílico (Esteban Martín, 2022). El estroma ocupa el 90% del grosor de la córnea (Gelatt et al., 2021). Está formado por fibras de colágeno y queratocitos, unos fibroblastos especializados en mantener la córnea transparente. El colágeno corneal se encuentra dispuesto en laminillas, orientadas ortogonalmente y a una distancia fija las unas a las otras permitiendo la transmisión de luz. El estroma es rico en glucosaminoglucanos (GAG's) que también ayudan a su transparencia (Laguna y Sanz, 2021).

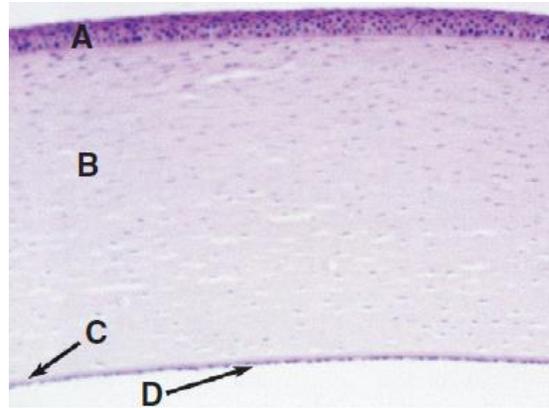


Imagen 26. Fotomicrografía de la córnea felina. A. Epitelio. B. Estroma. C. Membrana de Descemet. D. Endotelio (Magg et al., 2013).

- **Membrana de descemet:** Hidrófoba (Esteban Martín, 2022). Es la membrana basal del endotelio corneal (Laguna y Sanz, 2021). Compuesta por fibras de colágena tipo IV (García et al., 2009). Es una capa elástica que va aumentando de grosor a lo largo de la vida animal (Laguna y Sanz, 2021).
- **Endotelio:** Es la capa metabólicamente más activa. Es una capa monocelular de células cuboidales que se encarga de deshidratar la córnea, favoreciendo su transparencia (Laguna y Sanz, 2021), ya que posee una bomba sodio que evita la penetración del humor acuoso (García et al., 2009). Esta población de células no tiene capacidad de reproducirse y sufren una merma en su número largo de vida. Las células que quedan van rellenando los huecos que dejan las que se pierden, haciéndose más grandes (Laguna y Sanz, 2021).

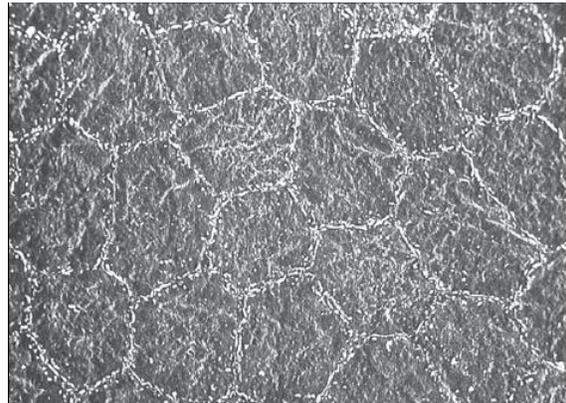


Imagen 27. Microscopía electrónica de barrido del endotelio corneal de caballo con la característica de forma hexagonal de la mayoría de las células (x1200) (Martin et al., 2019).

3.6.1.2 Esclerótica.

Es la parte posterior de la túnica fibrosa. Compuesta por un entramado grueso de fibras colágenas y elásticas generalmente de color blanco, aunque con un tono azulado (Dyce et al., 2012). Ocupa aproximadamente 5/6 del total del globo ocular (García et al., 2009) y mantiene la forma globosa del ojo. Contribuye a la evacuación del humor acuoso y a la circulación sanguínea del globo ocular gracias a la gran red vascular que posee (Esteban Martín, 2022).

La esclerótica, se fusiona con la córnea periférica y la conjuntiva bulbar para formar una zona de transición (Gelatt et al., 2021) entre la córnea y la esclero-conjuntiva (García et al., 2009) llamada el limbo (Gelatt et al., 2021) o limbo esclero-corneal (García et al., 2009).

La esclerótica se muestra dividida en tres capas:

- Epiesclera (superficial): Capa fibrosa muy vascularizada y elástica (Laguna y Sanz., 2021). Se encuentra entre la esclerótica y la conjuntiva, se adhiere a la cápsula de Tenon (Gelatt et al., 2021).
- Estroma escleral (media): Compuesto de colágeno desordenado y de fibroblastos.
- Lámina fusca (profunda): zona en la que las capas más externas de la coroides y el cuerpo ciliar se enganchan en la esclerótica.

El estroma y la lámina fusca se encuentran en contacto con las estructuras uveales (coroides y cuerpo ciliar) (Laguna y Sanz, 2021).

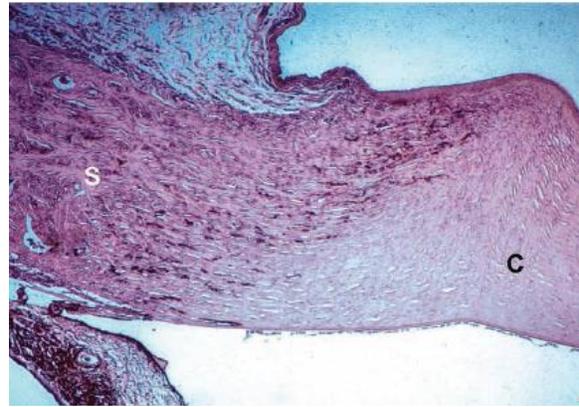


Imagen 28. Microfotografías de limbo canino. El tejido conectivo irregular de la esclerótica (S) se fusiona con el tejido conectivo altamente organizado de la córnea (C). (Aumento original, 250x.) (Gelatt et al., 2021).

3.6.2 Túnica vascular o úvea.

La úvea es una capa muy vascularizada (Laguna y Sanz., 2021) y pigmentada (Gelatt et al., 2021). Formada por el iris, el cuerpo ciliar y la coroides (Laguna y Sanz, 2021). Contiene vasos sanguíneos y músculo liso (Dyce et al., 2012).

La túnica vascular sostiene el cristalino, regula su forma y ajusta el tamaño de la pupila, por medio del músculo liso del cuerpo ciliar y del iris, también se encarga de la nutrición del globo (Dyce et al., 2012) y eliminar los productos de desecho (Gelatt et al., 2021).

Se localiza la barrera inmunitaria que aísla el espacio intraocular de la circulación sistémica y del sistema inmunitario. Existe una barrera hematoacuosa, localizada en la úvea anterior, y una hematorretiniana, en el segmento posterior (Dyce et al., 2012).

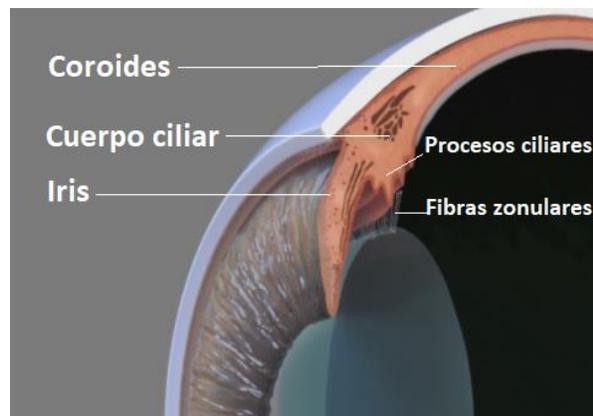


Imagen 29. Esquema de la túnica vascular o úvea (Esquema modificado de Laguna y Sanz, 2021).

3.6.2.1 Iris:

Es la capa coloreada visible dentro del ojo (Turner, 2010). Está adherido en su periferia a la esclerótica (por el ligamento pectinado) y al cuerpo ciliar; la apertura que se localiza en su centro es la pupila. (Dyce et al., 2012).

Se encuentra suspendido entre la córnea y el cristalino (Dyce et al., 2012). Así que el iris se extiende centralmente desde el cuerpo ciliar para cubrir la superficie anterior del cristalino (Gelatt et al., 2021).

El iris es el diafragma muscular que controla la entrada de la luz dentro del ojo (Laguna y Sanz, 2021).

Entre las funciones del iris se encuentran: Secreción del humor acuoso, permite la acomodación del cristalino gracias a la tensión de las fibras zonulares, contribuye a la evacuación del humor acuoso por el ángulo iridocorneal y a través de la ruta uveoescleral, se encarga de nutrir la retina y colabora en la defensa inmunitaria del ojo (Esteban Martín, 2022). El abastecimiento de sangre es su función principal (Dyce et al., 2012)

El iris se encuentra formado por una parte anterior con el estroma (Turner, 2010) y los músculos, dilatador de la pupila (ordenado radialmente) y esfínter de la pupila (se sujeta cerca del borde pupilar). Estos músculos cierran o abren la pupila en función de la luz que entra en el ojo, ajustándola con la luz del ambiente (Laguna y Sanz, 2021).

Presenta dos arterias ciliares largas que entran por los lados nasal y temporal (Laguna y Sanz, 2021), estas arterias se unen para formar el círculo arterial mayor, visible en la mayoría de los animales como un anillo ondulante en el seno del estroma anterior del iris (Turner, 2010).

El iris consta de tres capas:

- Lámina epitelial anterior que se continua a través del ángulo iridocorneal y se une al epitelio posterior de la córnea.
- Capa media de estroma de tejido conectivo que contiene los dos músculos lisos (Dyce et al, 2012) Además de fibras musculares y melanocitos, el estroma contiene numerosos vasos sanguíneos, terminaciones nerviosas, fibroblastos y fibras de colágeno (Turner, 2010).
- Capa posterior de epitelio pigmentado o porción irídica de la retina, que es la prolongación hacia adelante de la capa pigmentada de la retina, esta capa está estrechamente relacionada con el músculo dilatador de la pupila (Dyce et al., 2012).

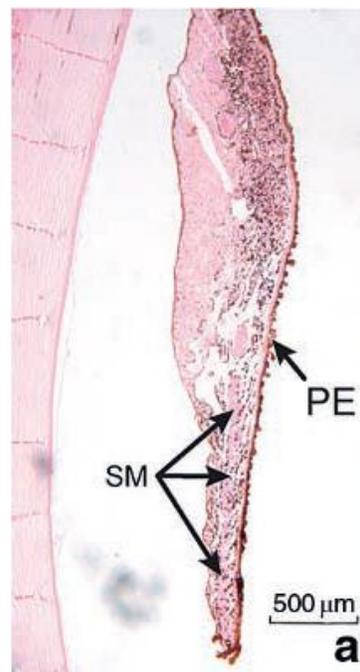


Imagen 30. Corte histológico transversal del iris de perro. Ubicación del músculo esfínter (SM). Epitelio posterior (PE) (Aumento original, 200×.) (Gelatt et al., 2021).

El color del iris depende del número de células pigmentadas (melanocitos) presentes en el estroma conjuntivo y del tipo de pigmento de las células. Si las células pigmentadas (de melanina) están muy juntas y apretadas, el iris es de color marrón oscuro; con menos células el iris es más claro y amarillento y con mínimo de células pigmentadas el iris se observa azulado. En los albinos el pigmento está también ausente de la porción irídica de la retina (Dyce et al, 2012).

3.6.2.2 Cuerpo ciliar:

Es una estructura muy pigmentada que nutre y elimina los desechos de la córnea y el cristalino (Gelatt et al., 2021). Es el responsable de la producción y eliminación del humor acuoso. Controla la acomodación del cristalino, dirigida a conseguir el correcto enfoque (Laguna y Sanz, 2021).

Esta localizado tras del iris, está formado por una serie de pliegues (*pars plicata*) o procesos ciliares, en la parte anterior y en la parte posterior (*pars plana*) (Laguna y Sanz, 2021).

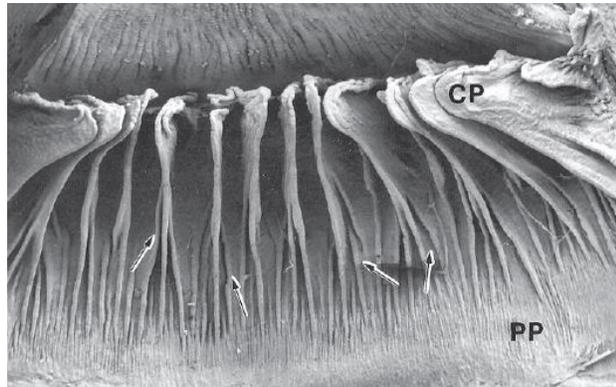


Imagen 31. Superficie interna del cuerpo ciliar de un perro tratado con α -quimotripsina para eliminar las zónulas lenticulares. Procesos ciliares (CP), que dan lugar a pliegues secundarios más pequeños (flechas pequeñas). Los cuales se aplanan y desaparecen en la región llamada pars plana (PP), que termina en la retina contigua, formando una línea conocida como ora ciliaris-retinae (puntas de flecha). (Aumento original, 18x.) (Gelatt et al., 2021).

El cuerpo ciliar está formado por un epitelio doble y presenta un músculo en su base (músculo liso) (Laguna y Sanz., 2021).

El músculo ciliar, liso actúa en la acomodación, que hace referencia a la capacidad del ojo de enfocar objetos próximos o distantes (Dyce et al., 2012).

Las contracciones del músculo del cuerpo ciliar alteran la tensión de las zónulas, haciendo cambiar de forma el cristalino en virtud de sus características elásticas (García et al., 2009).

El cuerpo ciliar y sus procesos proveen sustento a las zónulas lenticulares (García et al., 2009) ya que los procesos del cuerpo ciliar están unidos a las zónulas lenticulares (Gelatt et al., 2021).

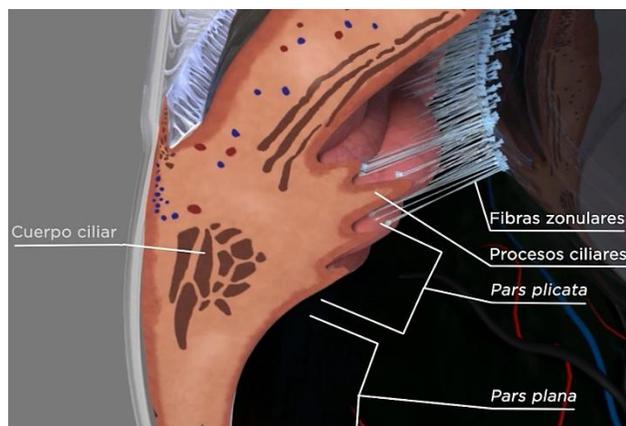


Imagen 32. Esquema de la túnica vascular o úvea (Laguna y Sanz, 2021).

Las zónulas son bandas fibrosas muy finas, que sostienen la porción externa del cristalino y lo sujetan en su lugar (García et al., 2009).

El humor acuoso se produce en el epitelio no pigmentado del cuerpo ciliar, pasa desde la cámara posterior a la cámara anterior a través de la pupila y su evacuación tiene lugar por el ángulo iridocorneal, a nivel de la hendidura ciliar hacia la red trabecular uveal. De esta última, el humor acuoso pasa hacia los plexos venosos intraesclerales (Esteban Martín, 2022).

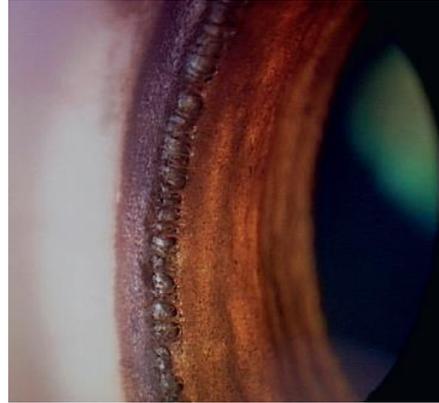


Imagen 33. La vista gonioscópica del cuerpo ciliar anterior muestra los ligamentos pectinados, que unen la base anterior del iris al limbo (Gelatt, 2021).

3.6.2.3 Coroides

La coroides es la parte posterior de la capa uveal que constituye el estrato intermedio del ojo (Turner, 2010). De dentro hacia afuera, la coroides está compuesta por la capa coriocapilar, el tapetum y el estroma, que contiene vasos sanguíneos de calibre mediano a grande (Natasha y James, 2016).

Contiene una densa red de vasos sanguíneos inmersos en un tejido conectivo profusamente pigmentado. Esta red vascular es alimentada por las arterias ciliares posteriores y se drena por las venas vorticosas (Dyce et al., 2012).

Constituye la barrera hemato-ocular, esta barrera separa el ojo de la circulación general para protegerlo de la filtración de las proteínas y macromoléculas en el humor acuoso y humor vítreo. La coriocapilar es la capa de vasos finos más próxima al epitelio pigmentario retiniano y que aporta nutrientes a la retina (Turner, 2010).

En la parte dorsal de la coroides se encuentra una capa de forma triangular (tapetum) cuya función es la de reflejar la luz, produciendo una doble estimulación de las células fotorreceptoras de la retina. El tapetum puede presentar diferentes colores y tamaños, según la raza del perro, e incluso estar ausente de forma fisiológica (Laguna y Sanz., 2021).

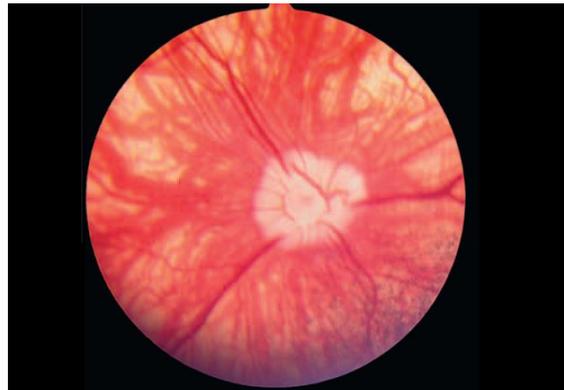


Imagen 34. Fondo normal en un Collie azul merlo (Turner, 2010).

3.6.3 Cristalino.

Es una lente biconvexa, avascular, transparente, refractiva, no pigmentada, que se localiza de tras del iris (García et al., 2009). Su principal función es ayudar a acomodar la imagen y enfocar la imagen en la retina (Laguna y Sanz., 2021).

El cristalino se mantiene en su lugar mediante ligamentos muy finos llamados zónulas o fibras de la zónula, que están “anclados” a los procesos ciliares (Tardón 2017) y apoyada en la fosa patelar del vítreo (Laguna y Sanz., 2021).

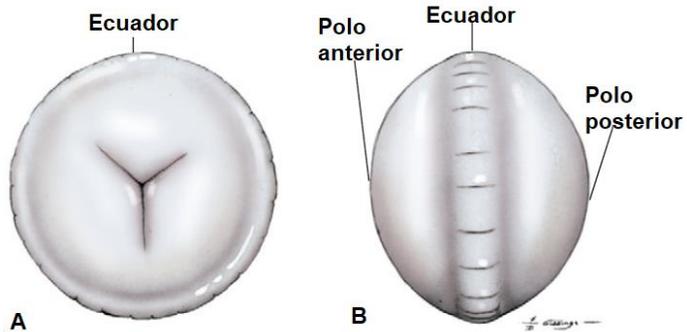


Imagen 35. Esquema del cristalino de perro. A, Vista anterior de la Y anterior vertical sutura y margen ecuatorial. B, Vista lateral de los polos y el ecuador (Maggs, et al., 2013).

El cristalino divide al ojo en segmento anterior y segmento posterior. Está compuesto por núcleo, corteza y cápsula (García et al., 2009).

El cristalino se encuentra rodeado por una cápsula y presenta un epitelio, que está localizado bajo la cápsula anterior. Las fibras del cristalino tienen una disposición concéntrica, partiendo de un núcleo central y formando la corteza (cortex). Estas fibras se producen durante toda la vida del animal y van siendo empujadas hacia el núcleo del cristalino (Laguna y Sanz., 2021). Como en la mayoría de las membranas basales, el principal componente de la cápsula del cristalino es el colágeno tipo IV (Gelatt et al., 2021).

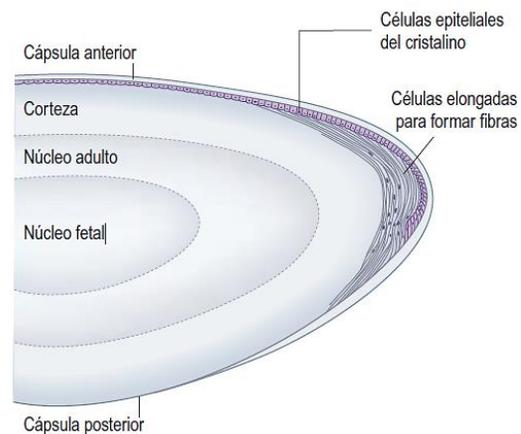


Imagen 36. Anatomía del cristalino (Turner, 2010).

El epitelio anterior, es el revestimiento de la cápsula anterior es una monocapa de células epiteliales del cristalino que producen continuamente nueva membrana basal (es decir, material de la cápsula). Los núcleos se pierden a medida que las fibras del cristalino maduran y se desplazan centralmente (Gelatt et al., 2021).

En el cristalino existen fibras que se alargan hacia los polos anterior y posterior, formando una celda en forma de “U”. Estas se encuentran con fibras del lado opuesto para formar las suturas anterior y posterior del cristalino. Las suturas suelen formar un patrón en forma de Y cerca del centro del cristalino (Gelatt et al., 2021).

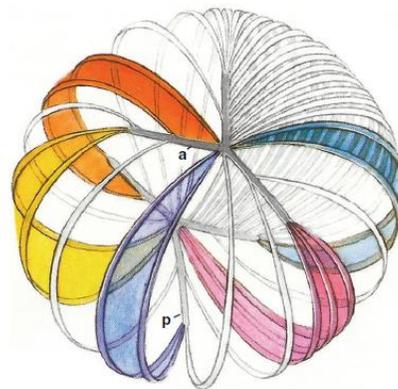


Imagen 37. Esquema del cristalino embrionario (núcleo) muestra la sutura en Y anterior (a), la sutura en Y posterior (p) (Modificado de Hogan, et al., 1971 por Gelatt et al., 2021).

3.6.4 Vítreo

El humor vítreo es un hidrogel elástico que ocupa el segmento posterior del globo ocular. Está formado en un 99% de agua y el 1% restante se compone de fibras de colágeno, hialocitos (células residentes del vítreo) y ácido hialurónico. Es transparente para permitir la transmisión de luz y actúa como soporte del globo ocular y de los tejidos intraoculares. El vítreo anterior mantiene el cristalino dentro de su fosa patelar y el vítreo posterior ayuda a mantener el estrecho contacto entre la retina neurosensorial y el epitelio pigmentario de la retina. La base del vítreo está unida a la región del cuerpo ciliar (Natasha y James, 2016).

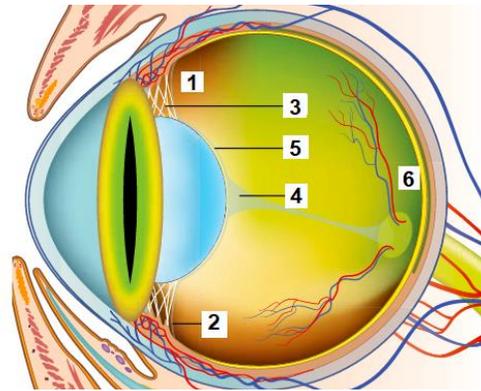


Imagen 38. Esquema de la localización y anatomía del vítreo: 1, Base del vítreo 2, Capa anterior del vítreo 3, Fibras zonulares del cristalino 4, Canal de Cloquet 5, Ligamento hialoideo de la cápsula 6, Vitreo posterior (Modificado de Natasha y James, 2016).

3.6.5 Túnica nerviosa.

Constituida en mayor medida de tejido nervioso y que es la capa que más directamente tiene que ver con la visión, esto es, la conversión de los estímulos visuales en impulsos nerviosos que puedan ser interpretados por el cerebro (Dyce, et al., 2012).

3.6.5.1 Retina.

La retina es la capa más interna del globo ocular, donde tiene lugar la fototransducción, es decir, la transformación de la luz en una señal eléctrica, posteriormente, esa información será transmitida al sistema nervioso a través del nervio óptico. Todas las características de la imagen (brillo, orientación, profundidad, etc.) son posteriormente interpretadas por la corteza visual (Laguna y Sanz., 2021).

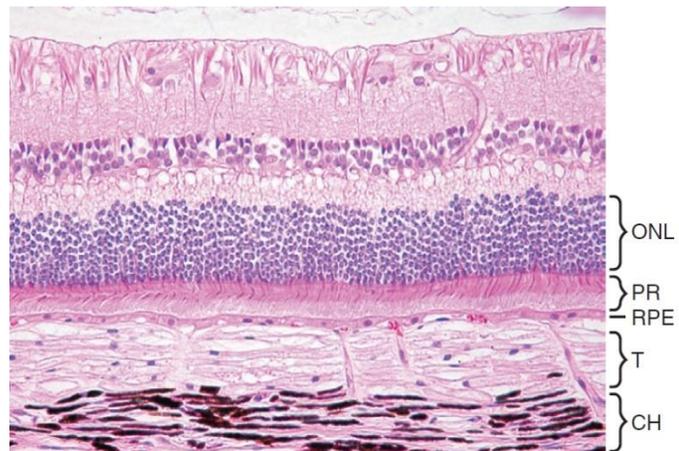


Imagen 39. Retina canina normal. Densidad de la capa nuclear externa (ONL) y los fotorreceptores largos y delgados (PR) que entran en contacto con la superficie de las discretas células cuboidales que representan la retina. Epitelio pigmentario (RPE). El tapetum (T) y la coroides pigmentada (CH) (Maggs et al, 2013).

La retina desde el punto histológico puede dividirse en:

- **La neuroretina:**

En la neuroretina parte el impulso nervioso provocado por los fotones y se encuentra formado por nueve capas (Tardón, 2017), las cuales son: membrana limitante, capa de fibras nerviosas, capa de células ganglionares, capa plexiforme interna, capa nuclear interna, capa plexiforme externa, capa nuclear externa, membrana limitante externa, capa de conos y bastones) (Esteban Martín, 2022).

- **Epitelio pigmentario:**

Es la capa más externa de la retina, no sensorial (Natasha y James, 2016), cuya función es el metabolismo de los fotorreceptores (Tardón 2017). Se localiza justo adyacente a la coroides (Natasha y James, 2016).

Así que la retina consta de 10 capas, de las cuales, la más importante es la formada por los fotorreceptores (conos y bastones), las células bipolares y las células ganglionares (Laguna y Sanz., 2021).

- **Los conos** permiten la visión de color y son sensibles a mayores intensidades de luz (fotópicos) (Laguna y Sanz., 2021). En el caso de los conos, cada cono conecta con una célula bipolar simple y esta célula bipolar conecta con una única célula ganglionar (Tardón,2017).

- **Los bastones** permiten distinguir el negro, el blanco y distintos grises. Se activan en la oscuridad (Tardón, 2017), trabajan con menor intensidad de luz (escotópicos) y son los encargados de la detección del movimiento (Laguna y Sanz., 2021). Los bastones sinaptan con una célula bipolar simple y muchas de estas células bipolares pueden hacer sinapsis con una célula ganglionar, dando una porción de 100 bastones conectando con una célula ganglionar (Tardón, 2017).

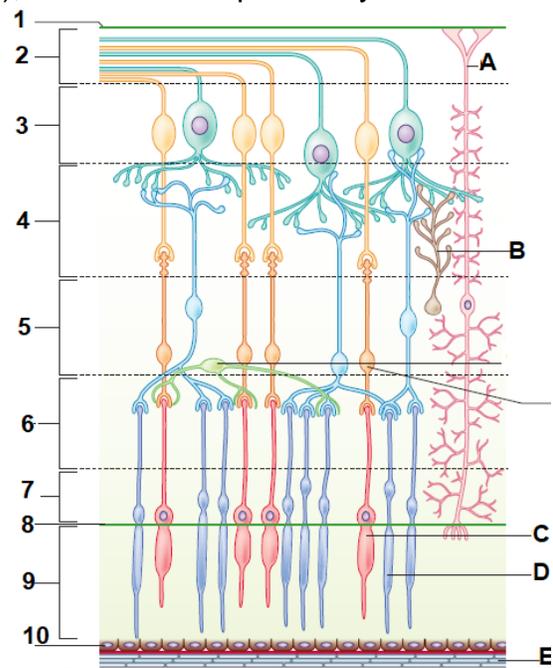


Imagen 40. Capas de la retina: 1, Membrana limitante interna; 2, Capa de fibras del nervio óptico; 3, Capa de células ganglionares; 4, Capa plexiforme interna; 5, Capa nuclear interna; 6, Capa plexiforme externa; 7, Capa nuclear externa; 8, Membrana limitante externa; 9, Capa de fotorreceptores; 10, epitelio pigmentario retiniano. A, Célula de Müller; B, Célula amacrina; C, Célula horizontal; D, Cono E, Bastón; (Imagen modificada de Turner, 2010).

Los fotones de luz estimulan los fotorreceptores para convertir la energía química en energía eléctrica en un proceso denominado fototransducción (Natasha y James, 2016). Así que los fotorreceptores contienen fotopigmentos que reaccionan con la

luz y producen un potencial de acción (se alteran los canales de sodio de la membrana e hiperpolariza estas células). Los fotorreceptores transmiten su impulso a las células bipolares, que a su vez lo transmiten a las células ganglionares, (Laguna y Sanz., 2021) donde también existen dos clases de interneuronas: Las células horizontales y las células amacrinas (Tardón, 2017). Los axones de las células ganglionares forman la capa de fibras nerviosas, atravesando la lámina cribosa, salen del ojo formando el nervio óptico (Laguna y Sanz., 2021), la información “pasa del nervio óptico al cerebro para su procesamiento visual” (Natasha y James, 2016).

Además de las células bipolares, la capa nuclear interna también alberga los cuerpos celulares de las células amacrinas y horizontales que modulan las señales eléctricas, así como las células de Müller que tienen una función de apoyo y contribuyen a la formación de las membranas limitantes externa e interna de la retina (Natasha y James, 2016).

3.6.5.2 Nervio óptico.

El nervio óptico está compuesto de axones de las glándulas ganglionares de la retina, astrocitos y oligodendrocitos que actúan como soporte del tejido (García et al., 2009). En los perros, cada axón es mielinizado por los oligodendrocitos en todo el nervio óptico, incluyendo el disco óptico, en los gatos la mielinización comienza posterior a la lámina cribosa (Gelatt et al., 2021). El nervio óptico atraviesa la lámina cribosa, pasa a través del cono formado por los músculos extraoculares, y se introduce en el agujero (foramen) óptico de la órbita para formar el quiasma óptico al unirse con el nervio óptico contralateral (Laguna y Sanz., 2021). En el quiasma óptico las fibras sufren un entrecruzamiento donde las fibras ingresan en las cintillas ópticas (derecha e izquierda) (Esteban Martín, 2022). En el caso del perro, un 25% de las fibras se mantienen en el mismo lado y el otro 75% se cruzan (Laguna y Sanz., 2021).

En el quiasma óptico es donde la mayoría de las neuronas forman sinapsis con una parte del cerebro llamada núcleo geniculado lateral (Tardón, 2017) o cuerpo geniculado lateral en el tálamo, allí un 20% de las fibras van a dirigirse a diferentes núcleos del tronco del encéfalo para transmitir la señal de distintos reflejos, como los pupilares. El resto de las fibras se van a proyectar a la corteza visual para dar la visión (Laguna y Sanz., 2021).

Alrededor del nervio óptico existen arterias ciliares largas y arterias ciliares cortas (se observan en posición 3 y 9 de un reloj cuando el globo es visto posteriormente) (García et al., 2009).

3.6.5.3 Fondo de ojo

El fondo de ojo se puede definir como la región posterior del ojo que se observa a través de la pupila durante la oftalmoscopia. El fondo de ojo incluye la retina, el nervio óptico y la coroides, aunque también puede incluir la esclerótica en aquellos animales donde pueda ser visualizada (Natasha y James, 2016).

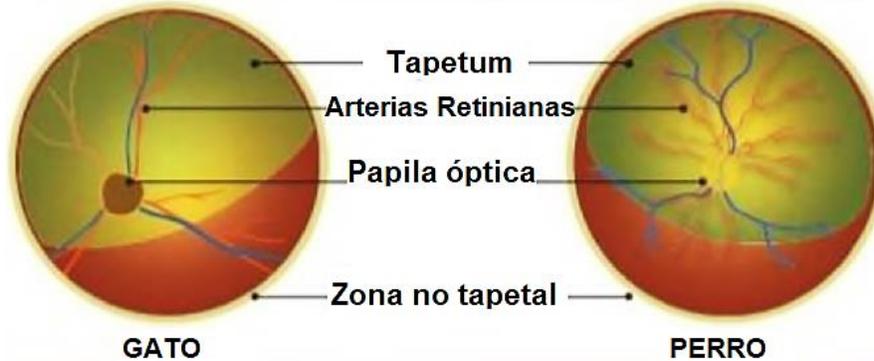


Imagen 41. Fondo de ojo del gato y del perro. (Mínguez M, 2018).

CAPITULO III. Metodología diagnóstica oftalmológica - Examen oftalmológico, métodos de diagnóstico e instrumentación.

3.7 Historia clínica y anamnesis:

Antes de cualquier examen oftalmológico, se debe obtener un historial clínico completo (Martin et al., 2019), cuando se combina una historia completa con los hallazgos clínicos, respaldará el manejo adecuado del caso (Gelatt et al., 2021). Se debe preguntar al propietario todo sobre la mascota (Esteban Martín, 2022).

Se debe de incluir información sobre el entorno del animal (Martin et al 2019), dónde vive, en que zona (ciudad o en el campo, si cerca hay ganado, charcas o embalses), preguntar el hábitat donde vive ya que según el hábitat del animal se puede pensar en una determinada afección, e incluso la estación del año dado que puede hacer sospechar de un agente causal. Se debe conocer si convive con otros animales de su misma especie, o de otra diferente, así como si estos están sanos o si presentan alguna enfermedad puesto que la convivencia de animales sanos y enfermos puede ser una fuente de transmisión de enfermedades infecciosas, como la leucemia o la inmunodeficiencia, las cuales pueden dar a lesiones oculares (Esteban Martín, 2022).

De igual manera saber la dieta, tratamientos, medicaciones anteriores, historial de vacunación (Martin et al., 2019), desparasitaciones, enfermedades pasadas, si ha sido sometido a alguna intervención quirúrgica, cambio en sus hábitos alimenticios. Anotar si existe polidipsia, poliuria o polifagia, etc., así como irregularidades en su sistema reproductor (Esteban Martín, 2022).

Aunque muchos diagnósticos oftálmicos son diagnósticos anatómicos, basados en la inspección visual directa y aumentados por síndromes conocidos relacionados con la raza, la edad (Martin et al., 2019) y la especie como el secuestro corneal en el gato (Gelatt et al., 2021), el color de su capa y el tipo de pelaje (Esteban Martín, 2022). En ocasiones, el sexo y (Martín et al., 2019) estado sexual (Sanz, 2017) son datos importantes, ya que muchos síndromes oculares se heredan o al menos tienen una predisposición racial. Muchas enfermedades sistémicas pueden manifestarse en el ojo y sus anexos como el primer y, a veces, único síntoma clínico como por ejemplo la retinopatía hipertensiva, diabetes mellitus, linfoma y etc (Martin et al., 2019).



Imagen 42. Afección ocular por predisposición racial. Pastor alemán con afección de ambas membranas nictitantes (plasmoma) y con inicio de queratitis superficial crónica (PANNUS) (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Una vez obtenida la historia clínica, realizaremos una anamnesis lo más completa y detallada posible acerca del problema por el cual acude a nuestra consulta oftalmológica: El propietario nos debe explicar detenidamente cuándo se presentó el problema y cómo fue su evolución hasta su llegada a la clínica. Si fue repentino o fue empeorando progresivamente, si afectó a un solo ojo o a los dos, y en el caso de que afectara a los dos, si empezó en los dos a la vez o primero en uno y luego pasó al otro. Anotar cambios en el color de las estructuras oculares, secreciones existentes, variaciones en el tamaño o en la posición, signos de malestar ocular o general, dificultades para comer, beber, si observaron problemas para moverse o si choca con obstáculos, así como también cambios en el comportamiento. Averiguar la posible relación de la afección ocular con traumatismos, con la exposición del animal a sustancias tóxicas, irritantes, o descargas eléctricas. Conocer si ha recibido alguna medicación tópica o sistémica, y si es así, cuál y durante cuánto tiempo (Esteban Martín, 2022).

Una vez realizada la anamnesis, someteremos al animal a una exploración física lo más completa posible. No se debe olvidar que el globo ocular y sus anexos están unidos a un paciente y que muchas afecciones sistémicas pueden dar lugar a alteraciones en diferentes estructuras oculares. (Esteban Martín, 2022). Así que no se debe subestimar el papel de la enfermedad concurrente o las quejas secundarias, porque muchas enfermedades oftálmicas son manifestaciones de enfermedades sistémicas (como la catarata diabética, coriorretinitis micótica, retinopatía hipertensiva y otras) (Gelatt et al., 2021).

Las principales quejas del propietario generalmente incluyen secreción ocular, cambio en la apariencia del ojo (tamaño, color, pupila) o visión reducida o ceguera (Gelatt et al., 2021), dolor, opacidad o película sobre el ojo, cambios pupilares como anisocoria y exoftalmos/ojos agrandados (Martin et al., 2019).

Estas quejas forman la base del enfoque orientado a problemas de la oftalmología (Martin et al, 2019).



Imagen 43. *ptisis bulbi con queratitis pigmentaria y entropión en ojo izquierdo, queratitis pigmentaria y entropión en ojo derecho (Sanabria Carpi Margarita, 2022).*

3.8 Examen clínico oftalmológico (Examen del globo ocular y sus anexos)

El examen oftalmológico debe realizarse en forma sistemática y metódica, cuyos pasos se transformen en una rutina, con el objetivo de impedir pasar por alto u omitir un hallazgo o signo, que puede ser de importancia durante la localización anatómica de la lesión, así como también, establecer la causa y estimar el pronóstico visual (Tardón, 2017). Se examina al animal, inicialmente de forma general para ir al detalle más tarde (Sanz, 2017).

3.8.1 Examen inicial en habitación iluminada: Inspección a distancia de las estructuras oculares.

Se debe de realizar un examen a distancia, aproximadamente a un metro del animal y en una habitación iluminada (Esteban Martín, 2022), poniendo especial atención en los aspectos macroscópicos (Sanz, 2017).

3.8.1.1 Prueba de deambulación (con o sin obstáculos)

Se evalúa el deambular del paciente en un ambiente desconocido o nuevo para él, con o sin obstáculos, para observar si existen tropiezos en su deambular.

Los signos de disminución o pérdida de la visión que se observan habitualmente son un deambular temeroso o con paso alto y cuidadoso, renuencia a moverse, chocar con objetos o simplemente un “mirada fija” (Tardón, 2017).

También se evalúan los posibles movimientos o giros anormales de la cabeza. Esto se hace en una habitación iluminada, o en la calle, para evaluar la visión fotópica (conos), y después en semioscuridad para evaluar la visión escotópica (bastones) (Esteban Martín, 2022).



Imagen 44. *Colocación de obstáculos en una habitación (Grozdanic et al., 2008).*

3.8.1.2 Prueba de laberinto

La prueba de laberinto consiste en colocar unos obstáculos sencillos para observar cómo se maneja el animal con ellos. Se debe hacer en condiciones de obscuridad y con luz normal (Laguna y Sanz., 2021).



Imagen 45. Prueba de laberinto en un perro de raza Yorkshire terrier (Guzmán Gudiño José, 2022).

3.8.1.3 Inspección a distancia de la órbita ocular, globo ocular y los anexos del ojo.

Se deben evaluar ambos ojos, sin tocar aun al paciente, se evalúa la simetría de los ojos, conformación de los párpados y órbita, ya que la manipulación del animal puede ocasionar la alteración de la conformación de estas estructuras (García et al., 2009). También se deberá evaluar el tamaño y posición del globo ocular, además de la forma y tamaño pupilar (Tardón, 2017).

Descripción	Imagen /Descripción.
<p>Órbita y los tejidos perioculares: De la órbita se evalúa la simetría, la relación órbita-ojo y las deformaciones o agrandamientos que puedan estar presentes, la velocidad del parpadeo, los signos de dolor ocular y el tipo y cantidad de secreciones (García et al., 2009).</p> <p>Simetría o la asimetría de los globos oculares:</p>	 <p>Imagen 46. Proptosis del globo ocular derecho en un chihuahueño (Sanabria Carpi Margarita, 2022).</p>

El tamaño y la posición de los globos oculares: Podemos encontrar un paciente con un ojo más pequeño que el otro (por microftalmia o por *phthisis bulbi*), o por el contrario más grande (bftalmía); incluso siendo del mismo tamaño, pero uno más hacia afuera que el otro (exoftalmia) o más hacia adentro (enoftalmia) (Esteban Martín, 2022).



Imagen 47. *Pthisis bulbi* en ojo izquierdo (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Descargas oculares: Hace referencia a la presencia de secreciones y exudados, unilaterales o bilaterales (Esteban Martín, 2022).



Imagen 48. Descarga ocular (secreción mucopurulenta) en un gato con entropión (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Decoloración o pigmentación: Las anomalías corneales, conjuntivales y esclerales. Cambios de color de un ojo con respecto a otro (Esteban Martín, 2022).



Imagen 49. Pigmentación corneal y entropión del canto nasal en un pug (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

forma y la posición de los párpados:

Las aberturas palpebrales distintas, inversiones o eversions del borde palpebral, caída del párpado superior (ptosis), etc. (Esteban Martín, 2022). Se recomienda la observación desde arriba de la cabeza del animal, ya que ayuda a estimar la posición del globo (García et al., 2009).



Imagen 50. Entropión en párpado superior e inferior (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

La posición y tamaño de la membrana nictitante

Procidencias unilaterales o bilaterales (Esteban Martín, 2022).



Imagen 51. Prolapso de la glándula de la membrana nictitante o protrusión de la glándula del tercer párpado (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

El estado de las pupilas

La abertura pupilar puede ser simétrica o asimétrica (anisocoria) (Esteban Martín, 2022).



Imagen 52. Anisocoria en un gato (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Tabla 1. Inspección a distancia de la órbita ocular, globo ocular y los anexos del ojo (Adaptada de Esteban Martín 2022 y García et al., 2009)

3.8.2 Evaluación con las “manos”:

3.8.2.1 Evaluación lagrimal

La medición de la producción de lágrimas es un paso importante para evaluar la salud de la superficie ocular en perros y otras especies (Bolzanni et al., 2020).

3.8.2.1.1 Test de Schirmer:

La prueba lagrimal de Schirmer está indicada en todos los pacientes con enfermedad ocular externa (García et al., 2009).

Es un Test cuantitativo, donde se mide la fase acuosa de la película lagrimal. Este test siempre se debe realizar antes de lavar el ojo o de aplicar cualquier colirio, retirando previamente los restos de moco o secreciones secas del borde palpebral (Esteban Martín, 2022).



Imagen 53. Tira de papel para el Test de Schirmer de la marca Tear Flo™ (Sanabria Carpi Maraqrta, 2022).

Esta prueba requiere 60 segundos de duración, por lo que proporciona información valiosa sobre los diferentes componentes del lagrimeo (basal, reflejo) y la vía neural responsable del lagrimeo (Williams D, 2005 citado por Bolzanni et al., 2020). La tira de Schirmer estimula los nervios aferentes corneales y conjuntivales (Dartt D, 2009 citado por Bolzanni et al., 2020) a través de los nervios ciliares largos (rama oftálmica del nervio trigémino) (Bolzanni et al., 2020) que dan como resultado la estimulación o activación de los nervios eferentes parasimpáticos y simpáticos que inervan la glándula lagrimal (Dartt D, 2009 citado por Bolzanni et al., 2020) y como consecuencia se produce la secreción lagrimal de la glándula lagrimal y la glándula del tercer párpado (Bolzanni et al., 2020).

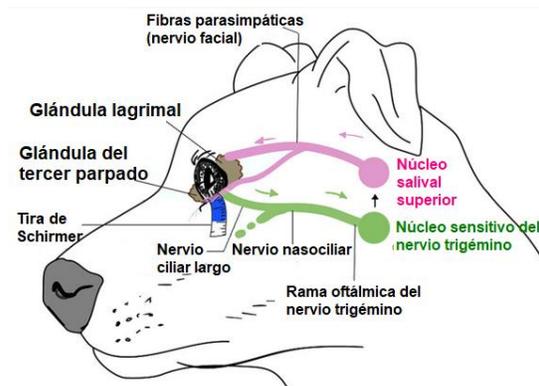


Imagen 54. Esquema de reflejo de lagrimeo después de la prueba de Schirmer (Esquema modificada de Bolzanni et al, 2020)

• Test de Schirmer I

Se coloca una tira de papel absorbente de 40 mm de largo y 5 mm de ancho en el saco conjuntival inferior (Esteban Martín, 2022), aproximadamente entre el tercio medio y tercio lateral del párpado inferior (García et al., 2009). Se cierran los párpados durante 1 minuto. Pasado el minuto, retiramos la tira y medimos la zona del papel mojada por la secreción lagrimal (Esteban Martín, 2022). Es importante asegurar que la tira toque la córnea para que la medición sea confiable (García et al., 2009).

Los valores normales en la prueba de Schirmer I son:

- En el perro se encuentran entre 15 a 25 mm/ minuto
- En el gato son de 11 a 23 mm/ min.
- Los valores que se consideran sospechosos o QCS subclínica:
 - Para perro se encuentra de 10 a 15 mm/min
 - Para el gato de 7 a 11 mm/min, así que estos valores sugieren un déficit en la producción de lágrima.
- Los valores diagnósticos de QCS:
 - Para perro es menor de 10 mm/min
 - Para gato es menor de 11 mm/min (García et al., 2009).

● Test de Schirmer II

Aquí se suprime la secreción refleja instilando unas gotas de anestésico previamente, midiéndose la secreción basal (Esteban Martín, 2022). Los valores obtenidos en el test de Schirmer II con más bajos que el test de Schirmer I.

- Para perro se encuentra entre $6, 2 \pm 3,1$ mm/min (Gelatt et al., 1975, citado por Gelatt et al., 2021), $9,52 \pm 4,55$ mm/min (Saito & Kotani, 2001, citado por Gelatt, 2021)
- Para gato se encuentra entre $13,2 \pm 3,4$ mm/min (McLaughlin et al., 1988, citado por Gelatt, 2021).

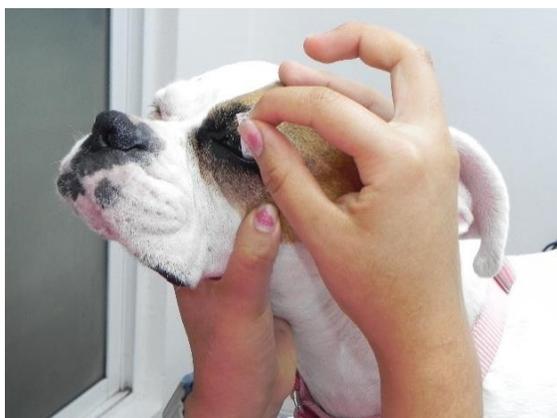


Imagen 56. Colocación de la tira de papel para el Test de Schirmer I.



Imagen 55. Evaluación del Test de Schirmer en un perro, se observa cómo se va mojando la tira de papel (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.2.1.2 Rojo fenol

Se realiza con una tira de algodón impregnada en este alcohol, de color amarillo anaranjado, que pasa a rojo en contacto con la lágrima (Esteban Martín, 2022). La tira se coloca en el fondo de saco conjuntival inferior lateral (Bolzanni et al., 2020). Con este test medimos durante 15 segundos la secreción lagrimal basal. La secreción refleja prácticamente no existe, debido al mínimo contacto de la tira de algodón con la superficie corneal (Esteban Martín, 2022).

La porción mojada del hilo se mide con una regla (Bolzanni et al., 2020). La longitud del cambio de color en milímetros se lee desde el final del hilo (no desde el doblez) (Gelatt et al., 2021). El intervalo normal en el perro es 29 -39mm /15 segundos y en el gato 19 – 28 mm/ 15 segundos (Esteban Martín, 2022).

Esta prueba es apropiada para especies no domesticas (Gelatt et al., 2021)



Imagen 57. Prueba de hilo rojo de fenol (Bolzanni et al., 2020).

3.8.2.1.3 Tira endodóntica

La prueba endodóntica se realiza con punta de un papel absorbente específico para esta prueba. Se inserta una punta de papel en el fórnix conjuntival inferior durante 15 segundos.

La porción humedecida de la punta de papel se mide con una regla y los resultados se registran en mm/15 segundos (Bolzanni et al., 2020).

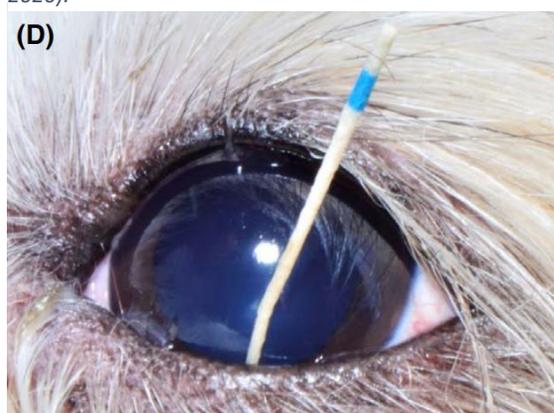


Imagen 58. Prueba de tira endodóntica (Bolzanni et al., 2020).

3.8.2.1.4 Meniscometría de tira.

Esta prueba se usa para para la medición cuantitativa del volumen lagrimal (Miyasaka et al., 2019). Para esta prueba se necesita una tira de meniscometría (i-Tear® Test; I-Med Pharma Inc), la tira se coloca en contacto con el menisco lagrimal inferior central (sin anestesia) durante 5 segundos, asegurando que la posición del párpado permanezca neutral (es decir, sin eversión manual) y evitando el contacto



Imagen 59. Prueba de meniscometría (Miyasaka et al., 2019)

con la superficie córneo-conjuntival (Miyasaka et al., 2019 citado por Bolzanni et al., 2020). Las lágrimas se absorben por acción capilar en el canal central de la tira y las mediciones se registran en mm/5 segundos. Esta prueba proporciona una herramienta mínimamente invasiva. (Miyasaka et al., 2019). Los valores normales al usar la tira de meniscometría de I-Tear® test es de 8, pero cualquier valor debajo de 8 se considera deficiente (I-Tear® -© I-MED Animal Health, s.f).

3.8.2.2 Retropulsión:

En esta técnica los ojos son empujados hacia la parte posterior de la órbita y ambos se mueven en la misma dirección al mismo tiempo y con la misma velocidad (García y Brooks., 2021).

Esta prueba tiene relación con la tonometría por palpación, la cual se describe más adelante.



imagen 60. Evaluación de la presión intraocular con la técnica de retropulsión.

3.8.2.3 Toma de muestras como cultivos y citología córneo – conjuntivales o biopsia

Se recomienda ante una sospecha de un proceso inflamatorio, infeccioso o neoplásico, en el caso de una falta de respuesta al tratamiento, (Esteban Martín, 2022) padecimientos crónicos, condiciones severas corneo-conjuntivales (García et al., 2009) o en el paciente que presente secreción ocular (Zapata y Sande, 2020)

Para la obtención de estas muestras y dependiendo de la prueba que se realice podemos emplear: hisopos húmedos, tijeras, bastoncillos, la parte roma de una hoja de bisturí, trépanos, (Esteban Martín, 2022) espátula de Kimura esterilizada, cepillo para citología y etc. Utilizando alguno de estos elementos, se frota sobre la superficie de la córnea o conjuntiva (García et al., 2009). Cuando se tome muestra para cultivos, citología o biopsia no se debe añadir al ojo ningún colorante, antibiótico o similar ya que podría enmascarar el resultado (Esteban Martín, 2022).



imagen 61. Toma de muestra con el cepillo citobrush para cultivo conjuntival (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Antes de la toma de muestras conjuntivales se recomienda la administración de anestesia en la superficie ocular con una gota de proparacaina (Zapata y Sande 2020). En ambas regiones de la superficie ocular es muy importante, antes de hacer el raspado, eliminar previamente el exceso de secreciones, o de suciedad, y no tocar los márgenes palpebrales para no recoger células de los mismos. De esta forma evitaremos incluir en nuestra preparación células, o restos, que nos pueden dar un resultado posterior erróneo (Fernández y Esteban, 2010).

La muestra podrá ser destinada a: Cultivos microbiológicos (bacterias y hongos), PCR, citología conjuntival o córnea y biopsias (Esteban Martín, 2022).

Las estructuras externas del ojo que habitualmente se puede valorar a través del estudio citológico incluyen la mucosa conjuntival en toda su superficie (conjuntiva palpebral y conjuntiva bulbar), además de la membrana nictitante, la córnea y los párpados, como zona periorcular (Fernández y Esteban, 2010).

- **Citología corneal:**

En la córnea es preferible utilizar la espátula de kimura o también la parte posterior de la hoja del bisturí que es (Fernández y Esteban, 2010) la parte sin filo de la punta de una hoja de bisturí para remover gentilmente las células epiteliales. La citología corneal es útil en casos con queratitis ulcerativa severa o no responsiva, abscesos y masas corneales. Antes de realizar este procedimiento, se instila un anestésico tópico (García et al., 2009).

- **Raspado conjuntival:**

Se expone la conjuntiva palpebral del párpado inferior, con un cepillo estéril (Citobrush), la parte posterior del bisturí o hisopo se realiza fricción sobre la conjuntiva palpebral y bulbar (Zapata y Sande, 2020) para obtener células bacilares (García et al., 2009). El material obtenido se coloca sobre un portaobjetos y se deja secar al aire libre. Luego se realiza la tinción de May-Grünwald-Giemsa, Diff Quick, T15, entre otras (Zapata y Sande, 2020).

- **Raspado en párpados:**

Se puede realizar un raspado, una impronta o una aspiración con aguja fina. Se determinará el uso del método, según el tipo de lesión: exudativa difusa, una blefaritis o una neoformación localizada (Fernández y Esteban, 2010).



imagen 62. Raspado conjuntival en un perro (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 63. Raspado conjuntival en un gato (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.2.4 Examen neurooftalmológico y pruebas de visión

El examen neurooftálmico incluye la parte del examen de los nervios craneales asociada con la visión (Kathern, 2017) y tiene como objetivo el evaluar la función visual (respuesta a la amenaza y reflejo de deslumbramiento), respuesta sensitiva (reflejos palpebral y corneal) y la actividad fotomotora (reflejos pupilares) (Tardón, 2017).

La parte más importante de una evaluación neurooftálmica es un examen neurológico preciso. Una vez evaluado el paciente, se identifican las anomalías neurooftálmicas (Kathern, 2017).

3.8.2.4.1 Respuesta de amenaza

Su evaluación se realiza en cada ojo por separado, (Tardón, 2017) se aproxima repentinamente la palma de la mano hacia un ojo, con el otro tapado, y se espera un parpadeo y la retirada de la cabeza por parte del animal (Esteban Martín, 2022).

Se debe evitar hacer ruido o desplazar aire, para así no estimular la córnea. La respuesta normal será el cierre de los párpados y/o la retirada de la cabeza (Tardón, 2017).



imagen 64. Evaluación de la visión del paciente a través del movimiento de la mano hacia un ojo mientras el otro se encuentra tapado.

La respuesta de amenaza es aprendida, por lo que no está completamente desarrollada hasta las 14 semanas en el perro (Launa y Sanz, 2021).

Esta respuesta adquirida ayuda para descartar lesiones a nivel cortical (Esteban Martín, 2022) y se evalúa en forma unilateral la vía visual (Tardón, 2017).

El estímulo aferente se produce en la retina y posteriormente va al nervio óptico, quiasma, tractos ópticos, cuerpo geniculado lateral y emite radiaciones ópticas en la corteza visual. Mediante fibras de asociación va a la corteza motora, sufre una decusación en el puente y luego llega al cerebro. Las fibras eferentes van a los núcleos del nervio facial (par craneal VII) que inerva el músculo orbicular (Laguna y Sanz, 2021).

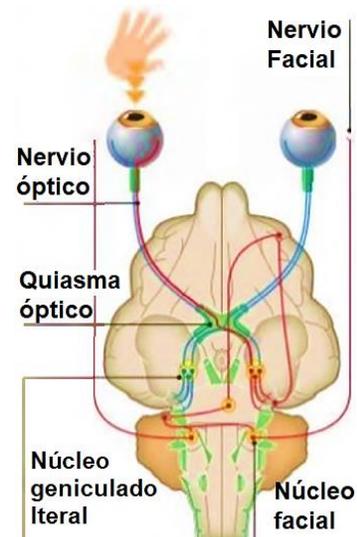


Imagen 65. Esquema de los núcleos y vías nerviosas que participan en el reflejo de amenaza (Esquema modificado de Mínguez M, 2018).

3.8.2.4.2 Reflejo palpebral

Se realiza tocando suavemente el canto palpebral medial y lateral, cuya respuesta normales el cierre inmediato del párpado. La vía sensitiva (aférente) evaluada es la proporcionada por el nervio trigémino (V), mientras que la vía motora (eferente) corresponde al nervio facial (VII). Es importante durante su evaluación determinar el completo cierre palpebral, sobre todo en los animales en los cuales presentan macroftalmia o exoftalmia (Tardón, 2017).



Imagen 66. Evaluación del reflejo palpebral.

3.8.2.4.3 Reflejo de deslumbramiento (Dazzle)

Consiste en estimular la retina con una luz muy intensa, que, lo que produce es un estrechamiento bilateral de la fisura palpebral (Martín et al., 2019)

Para evaluar este reflejo se debe de sujetar suavemente la cabeza del animal y en ambiente poco iluminado (Sanz, 2017) se dirige una luz potente hacia el ojo (Esteban Martín, 2022) como una linterna halógena o un transiluminador Finoff (Kathern, 2017) y se debe esperar un parpadeo por parte del animal (Esteban Martín, 2022). Es importante no rozar los pelos de la cara y las pestañas con la punta del equipo para no provocar el reflejo palpebral (Sanz, 2017).



Imagen 67. Evaluación de la visión del paciente a través de una luz brillante.

En este caso no se trata de una reacción, ya que no pasa por la corteza, es un reflejo subcortical.

La vía aferente se encuentra compuesta por: La retina, nervio óptico, quiasma, tracto óptico, núcleo geniculado lateral y subcorteza visual y la vía eferente (inervación motora palpebral) (Tardón, 2017). En este reflejo el nervio facial produce contracción del músculo orbicular de los párpados (Esteban Martín, 2022).

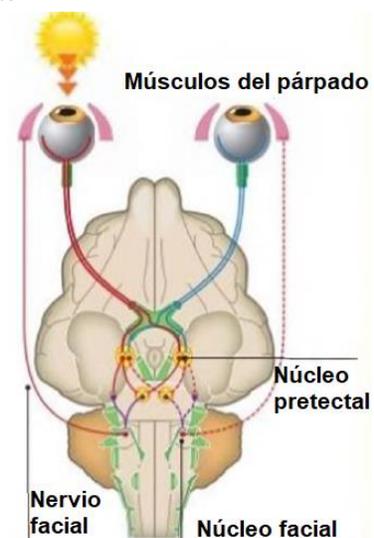


Imagen 68. Esquema del reflejo de deslumbramiento (Esquema modificado de Mínguez M, 2018).

Este reflejo adquiere importancia en la evaluación de la visión en los ojos (Tardón 2017) pero como es un reflejo subcortical (no implica que el animal pueda ver) (Laguna y Sanz, 2021).

Una respuesta de deslumbramiento positiva ayuda a establecer la integridad del sistema visual inferior cuando no se puede evaluar la visión como en el caso de que el paciente tenga cataratas (Martín et al., 2019). El reflejo de deslumbramiento es positivo en animales con opacidad de los medios (queratitis marcada, cataratas) pero en los que la retina es funcional (Laguna y Sanz, 2021)

3.8.2.4.4 Reflejos pupilares

Los reflejos pupilares orientan sobre la existencia de lesiones en iris, en la retina, en las vías visuales o en los centros de integración de la imagen en el sistema nervioso central (Sanz, 2017). Aquí también “se pueden evaluar el tamaño y simetría de las pupilas” (García et al., 2009).

Los reflejos pupilares se evalúan con luz brillante y directa a una distancia de 60-90 cm en un cuarto oscuro, antes de aplicar midriático (Tardón, 2017).

Se recomienda utilizar una linterna halógena o un transiluminador de Finoff para la evaluación de los reflejos pupilares ya que las linternas tradicionales son débiles y tienen una luz difusa, que no es tan efectiva (Kathern, 2017).

Se puede obtener un resultado falso negativo manteniendo la luz demasiado lejos del ojo o usando una luz demasiado débil (Kathern, 2017). En condiciones de sol intenso, es posible que la pupila ya esté contraída; por lo tanto, puede ser necesario trasladarse a un entorno más oscuro (Kathern, 2017) o un ambiente con luz tenue (Tardón, 2017) y así poder realizar la evaluación de estos reflejos.



Imagen 69. Técnica de retroiluminación y evaluación de los reflejos pupilares con una luz brillante



Imagen 70. Transiluminador de Finoff

Estos reflejos evalúan la actividad de los pigmentos fotosensibles: Rodopsina contenida en las células fotorreceptoras de la retina (conos y bastones) y melanopsina contenida en células ganglionares de la retina, cuyos axones conforman el nervio óptico (Tardón, 2017).

La transmisión del estímulo tiene lugar por dos vías. Una es la vía retinotectal y la otra es la vía retinocortical. La primera de ellas vehicula la motilidad del iris y la segunda la función visual (Esteban Martín, 2022).

De acuerdo al ojo estimulado, es posible reconocer dos tipos de reflejos pupilares: directo e indirecto (Tardón, 2017).

3.8.2.4.5 Reflejo pupilar directo

Se anota el tamaño de la pupila de cada ojo antes de realizar el reflejo pupilar directo, luego se aplica una luz brillante a un ojo y se anota la velocidad y el grado de constricción de la pupila en el ojo directamente estimulado (Maggs et al., 2013). Para considerar una respuesta normal, se debe observar un cierre pupilar $\leq 4\text{mm}$ (Tardón, 2017). Un reflejo fotomotor pupilar se considera óptimo cuando al iluminar un ojo la pupila se contrae de forma rápida, constante y completa (Esteban Martín, 2022)



Imagen 71. Evaluación del reflejo pupilar directo (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

En este reflejo las vías evaluadas aferentes son retina, nervio óptico, (Tardón, 2017) quiasma óptico tractos ópticos, cerebro medio (núcleo de Enderinger-Westphal) (García et al., 2009), mientras que las vías eferentes son nervio oculomotor (Tardón, 2022) ganglio ciliar (Esteban Martín, 2022) y músculo constrictor pupilar (Tardón, 2017).

El reflejo es subcortical y debe considerarse como una evaluación de la retina y de los tractos ópticos, no de la visión, (García et al., 2009) ya que un paciente ciego debido a una lesión retinal severa, como lo es un desprendimiento de retina (total o parcial) o una lesión en vías nerviosas superiores al quiasma óptico puede presentar reflejos pupilares normales (Tardón, 2017).

3.8.2.4.6 Reflejo pupilar indirecto o consensual.

Es también denominado reflejo pupilar consensual (Tardón, 2017). Después de haber estimulado el reflejo pupilar directo “se comprueba rápidamente la pupila contralateral (estimulada indirectamente o consensualmente) y debe contraerse en relación con su estado de reposo, pero un poco más grande que la que se logra durante la contracción máxima de la pupila directamente estimulada” (Maggs et al.,

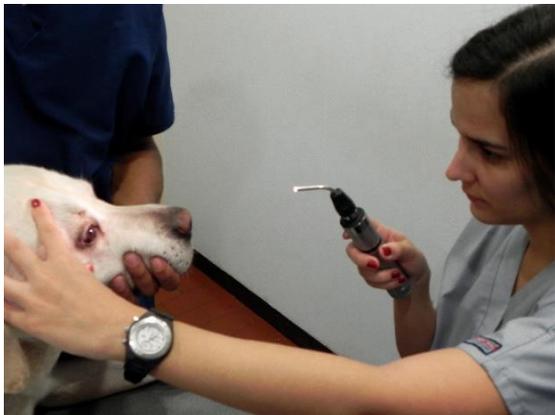


Imagen 72. Evaluación del reflejo pupilar indirecto o consensual (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

2013). La miosis del reflejo consensuado suele ser más lento (Esteban Martin, 2022).

Este reflejo pupilar indirecto evalúa las vías aferentes de la retina y nervio óptico del ojo estimulado, quiasma óptico y las vías eferentes del nervio oculomotor y músculo constrictor pupilar del ojo no estimulado (contralateral) (Tardón, 2017).

El reflejo puede verse influenciado por la iluminación de la sala (semioscuridad), por el estado psíquico del animal, por su edad o por fármacos (Esteban Martin, 2022).

3.8.2.4.7 Respuesta a la luz roja / azul o reflejo foto pupilar cromático.

El reflejo de luz pupilar cromático es particularmente útil en el diagnóstico de enfermedades de la retina y del nervio óptico (Martin et al., 2019) ya que presentan una moderada sensibilidad y una alta especificidad en la detección de desprendimiento o degeneración de retina, cuya interpretación permite establecer diagnósticos diferenciales que deben ser confirmados o descartados por medio de los reflejos de deslumbramiento, respuestas de amenaza y la realización de un electroretinograma (Tardón, 2017).

El test cromático “consiste en la evaluación de los reflejos pupilares directos con luz roja y azul” (Tardón, 2017) con el empleo de un dispositivo que genera un haz de luz intensa (200 kcd/m^2), con capacidad de emitir a distintas longitudes de onda. La luz roja se corresponde a una magnitud de onda de 630 nm y la luz azul con 480 nm (Esteban Martin, 2022).



Imagen 73. Dispositivo Melan-100 para realizar el test cromático. (Martín et al., 2019)

Se debe evaluar el diámetro pupilar y se deben descartar para este examen los pacientes con atrofia de iris, uveítis o en tratamiento con fármacos que afecten al movimiento de iris (midriáticos o mióticos) (Esteban Martin, 2022).

- **Respuesta a la luz azul:**

Teniendo en cuenta que las células ganglionares de la retina contienen melanopsina, fotorpigmento sensible a la luz azul, es esperable que la pupila se contraiga con estímulos de 480 nm en condiciones normales (Esteban Martín, 2022). La melanopsina es un pigmento fotosensible a base de vitamina A ubicado en una subpoblación específica de células ganglionares de la retina que puede impulsar respuestas de Reflejo de luz de la pupila (PLR).

La luz roja de 630 nm de longitud de onda no se superpone con la sensibilidad espectral de la melanopsina y no puede activar la melanopsina (Grozdanic et al., 2008)

- **Respuesta a la luz roja:**

La luz roja permite la evaluación de la retina por estimulación selectiva de la rodopsina (Tardón, 2017). Así que ayudará a identificar anomalías en la capa de fotorreceptores retinianos.

La interpretación de estos reflejos aportará una serie de datos acerca del funcionamiento de las capas más externas de la retina (fotorreceptores), de las capas más internas y del nervio óptico (Esteban Martín, 2022).

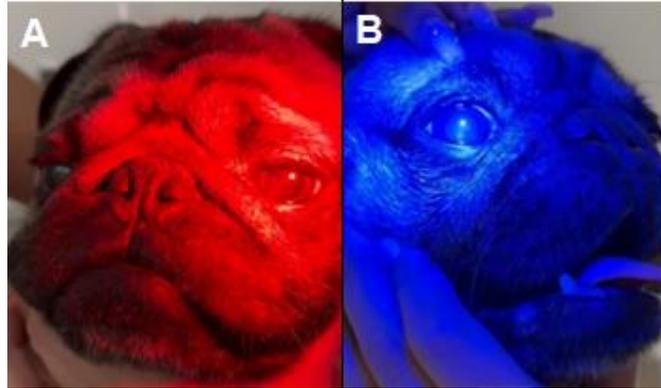


Imagen 74. Evaluación del reflejo foto pupilar cromático en un Pug. A. Con la luz roja B. Con la luz azul (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.2.4.8 Reflejo corneal

Es un examen cualitativo. Se toca la córnea con un hilo fino, una hebra de algodón o un estesiómetro y se espera que el animal cierre el párpado ya que se estimula el nervio trigémino y la respuesta será el cierre del párpado gracias a la función del nervio facial. Así que la vía aferente es la rama oftálmica del nervio trigémino (V) y la vía eferente el nervio facial (VII) (Esteban Martín, 2022).

Es importante que el paciente no vea el hilo (Esteban Martín, 2022).



Imagen 75. Evaluación del reflejo corneal.



Imagen 76. Estesiometría para evaluar la sensibilidad corneal. Estesiómetro Cochet-Bonnet (Bolzanni et al, 2020).

3.8.2.4.9 Reflejos tónicos de los ojos:

También se deben de evaluar la funcionalidad de los músculos extraoculares y los nervios craneales involucrados, por medio de la observación de los reflejos tónicos de los ojos. Cuando se mueve la cabeza del paciente hacia arriba y hacia abajo, hacia la derecha y la izquierda, ocurre normalmente un nistagmo optocinético. La habilidad del animal para seguir el movimiento de un objeto como un rayo de luz o la mano, sin mover la cabeza, también ayuda a evaluar la función de los músculos extraoculares. Con estas pruebas se determina la integridad de los nervios craneales III, IV, VI y los respectivos músculos que inervan (García et al., 2009). La coordinación en los movimientos depende del sistema vestibular y de la conexión con estos pares craneales (Esteban Martín, 2022).



Imagen 77 Estrabismo posicional ventral en el ojo derecho en un Golden Retriever, (Sanabria Carpi Margarita, 2023)

3.8.2.4.10 Test de la bola de algodón o punteros láser.

Consiste en dejar caer una bola de algodón a unos 20 cm de la cara del animal (frente a él y a cada lado). El paciente debe seguir la caída del algodón con la cabeza (Esteban Martín, 2022). La ausencia de respuesta a estos métodos en un paciente sin alteración de la visión puede atribuirse al desinterés o alteraciones del estado de ánimo mental o nivel de conciencia (Tardón, 2022).



Imagen 78. Test de la bola de algodón (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Para evaluar la función visual de un gato con el test de la bola de algodón suele ser poco exitoso, por la falta de atención del paciente. En los gatos, puede funcionar el empleo de un puntero láser, en lugar de la bola de algodón (Esteban Martín, 2022).

3.8.2.4.11 Test de la reacción postural al posicionamiento visual

También llamada respuesta de ubicación visual se evalúa en casos en los que la respuesta de amenaza no es concluyente (Maggs et al., 2013).

El animal se suspende en el aire y se mueve hacia una mesa. Un animal visual extenderá sus extremidades anteriores hacia la superficie que se aproxima (Maggs et al., 2013).

En caso de que no vea la mesa la levantará después de chocar contra ella. Aquí se podrá evaluar las rutas visuales hasta la corteza cerebral, así como su relación con los centros motores que van hacia las extremidades anteriores (Esteban Martín, 2022), así que este reflejo se compone de información visual aferente y una respuesta motora eferente (Maggs et al., 2013).



Imagen 79. Test de la reacción postural al posicionamiento visual o respuesta de ubicación visual (Maggs et al., 2013)

3.8.3 Examen del segmento anterior.

Durante su inspección, es fundamental establecer la normal transparencia de los medios oculares que componen al segmento anterior (córnea, humor acuoso y cristalino) (Tardón, 2017).

3.8.3.1 Tonometría

Los tonómetros son un instrumento importante para medir la presión intraocular (PIO) en el diagnóstico de glaucoma o uveítis (Passareli et al., 2021). La tonometría es la medición de la presión intraocular (PIO). Los valores normales poseen un rango de 15 a 20 mmHg (Tardón 2017). Consiste en medir la resistencia de la capa externa del ojo al deformarse por una fuerza externa conocida, a fin de estimar la presión o resistencia interna ofrecida. Existen varias técnicas (Esteban Martín, 2022):



Imagen 80. Glaucoma en ojo izquierdo de un Cocker Spaniel con catarata y edema corneal en ojo izquierdo (OS) (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.3.1.1 Tonometría por palpación (Retropulsión).

Permite únicamente descubrir una tensión patológica muy baja o alta. Se colocan ambos dedos índices sobre el párpado superior y se presiona el globo ocular de forma intermitente. Se puede apreciar diferencias de presión de un ojo respecto al otro (Esteban Martín, 2022).

3.8.3.1.2 Tonometría por indentación

Se realiza con el tonómetro de Schiøtz. Se mide en un punto dado la profundidad de la presión corneal producida por la gravedad de un peso (pistón) (Esteban Martín, 2022). Este tonómetro tiene un costo bajo a comparación de los demás, pero es más difícil de manejar y no es adecuado para todos los animales (Martín et al., 2019).

Se debe aplicar previamente unas gotas de anestésico tópico sobre la córnea, esperar unos minutos y colocar la cabeza del animal en posición vertical, y sin tocar los párpados se aplica el tonómetro sobre el centro de la córnea. El pistón se desliza a través del cilindro y del orificio del pie hundiéndose la córnea. El sistema de “palanca amplificadora” en contacto con el pistón acciona una aguja indicando un valor sobre la escala (Esteban Martín, 2022).

El tonómetro consta de tres pesos (5.5g; 7.5g y 10g) y con cada uno de ellos se realizan varias mediciones (Esteban Martín, 2022). Con la pesa 5.5g, los valores de la tabla están entre 3 y 7 representan la PIO normal en perros y de 2 a 6 en gatos (García et al., 2009). La PIO se consigue hallando la media de los valores obtenidos en una tabla de conversión. Los valores normales oscilan entre 15-27 mm de Hg (Esteban Martín, 2022).



Imagen 81. Tonómetro de Schiøtz (Maggs et al., 2013)

3.8.3.1.3 Tonometría de aplanación

La tonometría de aplanación se basa en el principio de que la fuerza requerida para aplanar un área dada de una esfera es igual a la presión dentro de la esfera (Ley de Imbert-Fick) (Maggs, 2008 citado por Passarelli et al., 2021).

La presión se registra electrónicamente al aplanar una pequeña porción en la superficie de la córnea (área central) este tonómetro nos calcula una presión intraocular media, de cuatro valores tomados como válidos. La punta del tonómetro se protege con una funda de látex para evitar la transmisión de enfermedades infecciosas. Es el más preciso, pero también es el más caro (Tonopen XL®) (Esteban Martín, 2022).



Imagen 82. Tonometría de aplanación – Tonopen XL® (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.3.1.4 Tonometría de rebote

Mediante la creación de un campo magnético, el TonoVet® lanza una pequeña sonda imantada que al contactar con la córnea rebota de vuelta al dispositivo generando un campo eléctrico que es usado para estimar la PIO (Esteban Martín, 2022). La sonda utilizada es desechable, evitando la contaminación microbiológica, y las mediciones se realizan sin anestesia tópica, por lo que es una buena alternativa para el examen ocular (Passareli et al., 2021). Así que es una buena alternativa para animales de difícil manejo y en pacientes con globos oculares muy pequeños (Esteban Martín, 2022). La tonometría de rebote se tolera bien y provoca un estrés y una incomodidad mínimos. Se comercializa bajo el nombre de TonoVet® y más recientemente, se ha desarrollado TonoVet Plus® (Passareli et al., 2021).



Imagen 83. Evaluación de la presión intraocular mediante la tonometría de rebote.

3.8.3.1.5 Tonometría en la actualidad:

En la actualidad, en el mercado existe un tonómetro desechable de fácil acceso (IOPvet® de SB MED), que puede brindar una idea estimada de la presión intraocular. Se recomienda que antes de su uso se debe utilizar anestesia tópica. Este tonómetro mide la presión intraocular en milímetros de mercurio y en su medidor está dividido por 3 colores: El color verde (presión normal, de 10 a 15 mmHg), el color amarillo (presión elevada de 20 a 30 mmHg y requiere una inspección mayor) y el color rojo (presión alta de >30 y requiere atención urgente).



Imagen 84. Evaluación de la presión intraocular con el tonómetro IOPvet®

3.8.4 Inspección cercana con una fuente de luz adecuada y magnificación.

El examen del globo ocular y sus anexos se evalúan de forma minuciosa (García et al., 2009). Se deberá establecer una inspección secuencial, desde las estructuras más externas (párpados), a las más internas (cristalino). Considerando primero la inspección del ojo no afectado, en caso de lesiones unilaterales, para poder obtener una imagen espejo y reconocer las características normales del paciente.

Para llevar a cabo el examen se requiere de una iluminación puntual, asociada a un método de magnificación (lupas) de forma ideal el uso de lámpara de hendidura (Tardón, 2017).

3.8.4.1 Biomicroscopía con lámpara de hendidura u Oftalmoscopio directo (Fuente de luz directa).

Consta de un sistema óptico de observación y de un sistema de iluminación (Esteban Martín, 2022). La lámpara de hendidura permite bascular la fuente de luz con respecto al observador y además filtrar la luz en una fina línea. Estas dos características hacen que se pueda examinar la forma y la profundidad de las lesiones del segmento anterior (Laguna y Sanz., 2021).



Imagen 85. Inspección de la superficie ocular y segmento anterior del ojo con lámpara de hendidura portátil.

La lámpara de hendidura permite describir con mayor precisión los procesos patológicos para orientar mejor el diagnóstico, el pronóstico y el tratamiento (Maggs et al., 2013).

El biomicroscopio con lámpara de hendidura es la herramienta de diagnóstico más versátil para el oftalmólogo veterinario, ya que gracias a ella se puede realizar un examen tridimensional ampliado de los anexos (Berliner, 1943 citado por Gelatt, 2021) como los párpados y la conjuntiva, también se utiliza para explorar la córnea, iris, cámara anterior, cámara posterior y cristalino (Esteban Martín, 2022). Con ciertas modificaciones ópticas se logra el estudio del cuerpo vítreo y de la retina (Esteban Martín, 2022).



Imagen 86. Lámpara de hendidura Keeler PSL® con aumento de 10x o 16x (Gelatt et al., 2021)

Para poder realizar la inspección con el uso de la biomicroscopía con lámpara de hendidura se necesita de un orden lógico:

3.8.4.1.1 Párpados y márgenes palpebrales:

Se revisan los párpados para detectar anomalías en su posición y función (García et al., 2009).

Se debe observar los márgenes palpebrales que deben de tener una perfecta unión con la superficie de la córnea y no debe existir la presencia de pestañas u otros cilios que toquen la córnea, además no es normal observar la conjuntiva palpebral, excepto una pequeña porción de conjuntiva bulbar lateral además no es normal

observar la conjuntiva palpebral, excepto una pequeña porción de conjuntiva bulbar lateral (Tardón, 2022). También se debe de evaluar los orificios de las glándulas de Meibomio (Maggs et al., 2013). Se puede advertir de la presencia de lagofthalmos, ptosis, triquiasis, ectropión, entropión, blefaritis, neoplasias, (García et al., 2009) trastornos en las glándulas de meibomio (chalazion) (Maggs et al., 2013).

En el caso de los gatos se pueden encontrar presencia de léntigo y en pocas ocasiones se observa la presencia de ditiquiasis o pestañas las cuales son anormales en ellos (Tardón, 2022).



Imagen 88. Neoplasia (Epitelioma) en el canto temporal o zona lateral ventral; tumor (Adenoma) en margen palpebral superior y meibomitis caracterizada por la presencia de secreción blanquecina en los orificios de la salida de las glándulas de Meibomio (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 87. Distiquiasis en párpado superior, en la imagen se observa como salen varios pelos del orificio secretor de las glándulas de meibomio y rozan la esclerótica (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Cilias: Las cilias aberrantes o distiquiasis pueden emerger de los espacios entre los ductos de las glándulas de Meibomio, o de los orificios de los ductos. Las cilias ectópicas emergen de la conjuntiva palpebral y son, por lo general, del mismo color que el pelaje del animal. Pueden pasar desapercibidas si no se realiza un examen cuidadoso (García et al., 2009).



Imagen 89. Cilia ectópica en la conjuntiva palpebral ventral (José Ignacio Sanabria – MV DCLOVE)

3.8.4.1.2 Conjuntiva palpebral, fórnix y conjuntiva bulbar.

Se debe de examinar la conjuntiva que recubre los párpados (conjuntiva palpebral), el fórnix y la conjuntiva bulbar (Maggs et al., 2013). La conjuntiva se examina por eversión manual de los párpados superior e inferior, en ocasiones se necesita poner un poco de anestesia local en la conjuntiva superior para ser examinada cuidadosamente (García et al., 2003).

En el caso de los gatos no debe de observarse la conjuntiva excepto en la zona del canto lateral. La conjuntiva bulbar de los gatos es trasparente sobre la esclerótica, puede estar pigmentada en algunos casos en el gato. En el gato los hallazgos anormales observados se deben a la inflamación de la conjuntiva, ocasionada principalmente por enfermedades infecciosas y se caracterizan por la presencia de edema conjuntival (quemosis), hiperemia conjuntival y conjuntivitis folicular (Tardón, 2022).

- **Inspección de la conjuntiva palpebral.**

Pueden observarse anomalías como folículos linfoides excesivos, vascularidad incrementada, cuerpos extraños, cilia ectópica, glándulas tarsales obstruidas, hemorragias, laceraciones, crecimientos anormales (García et al., 2009), Irregularidades, engrosamiento o masas en la superficie, cambio de color como ictericia y anemia (Maggs et al., 2013).

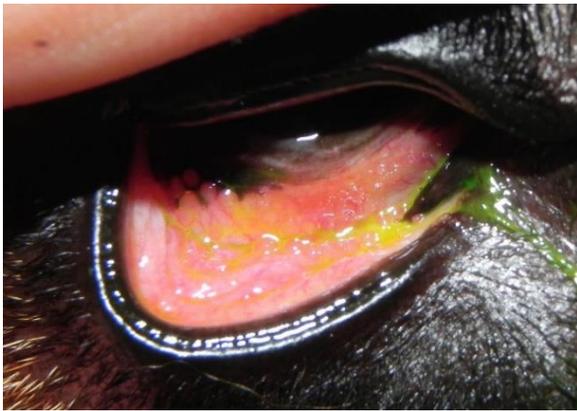


Imagen 90. Conjuntivitis folicular (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 91. Neoplasia (Adenoma de Meibomio quístico) con Chalazión asociado en borde del párpado superior y en la conjuntiva palpebral (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.4.1.3 Membrana nictitante

Se requiere anestesia tópica para la evaluación del aspecto bulbar. El examen se hace aplicando presión al globo ocular, la cual causa protrusión de la membrana nictitante (García et al., 2009).

“La membrana nictitante se encuentra cubierto por conjuntiva, tanto en su cara palpebral” (Tardón, 2022) como bulbar, por lo tanto, “todas las alteraciones conjuntivales producen cambios en el tercer párpado” (Tardón, 2022).

Si se sospecha un cuerpo extraño o una masa alojado en la cara posterior o bulbar del tercer párpado puede examinarse con un par de pinzas (Maggs et al., 2013) atraumáticas ya que se jala hacia medial permitiendo la visualización de la superficie bulbar y el fórnix (García et al., 2009) Este último paso debe omitirse si existe una lesión corneal o escleral profunda o penetrante (Maggs et al., 2013). Se puede encontrar eversión del cartílago de la membrana nictitante, prolapso de la glándula, cuerpos extraños, conjuntivitis folicular, agrandamiento de la glándula secretora,

agrandamiento del tejido linfoide bulbar (García et al., 2009), neoplasia, plasmoma, traumatismo, cambio de color como melanosis, despigmentación, hiperemia, anemia e ictericia (Maggs et al., 2013).

Es importante considerar la inervación simpática de la membrana nictitante, la cual puede alterar su posición en los casos de lesiones de inervación simpática ocular (Síndrome de Claude Bernard Horner) (Tardón, 2022).



Imagen 92. Eversión del cartilago de la Membrana Nictitante con conjuntivitis folicular linfoide (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 93. Protrusión de la glándula del tercer párpado con conjuntivitis folicular linfoide (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.4.1.4 Esclera

Se evalúa desde el limbo hasta cerca del ecuador (García et al., 2009) La esclera debe revisarse para notar cambios en color (hemorrágica, inyección episcleral, ictericia, tumor melanocítico), cambios en el grosor (adelgazamiento) (Maggs et al., 2013) masas anormales y heridas o laceraciones (García et al., 2009).

Con glaucoma comúnmente ocurre agrandamiento y congestión de las venas episclerales. Ocurre hiperemia de los vasos episclerales en asociación con condiciones inflamatorias (García et al., 2009).

La esclera se ve afectada como consecuencia de exoftalmos, buftalmos, ptisis bulbi, microftalmos y etc. (Maggs et al., 2013).



Imagen 95. Episcleritis y vascularización corneal (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 94. Congestión episcleral y buftalmia en ojo izquierdo secundaria a Glaucoma en un Basset hound (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.4.1.5 Córnea

Al explorar la córnea se debe de tener en cuenta sus cuatro características: Lisa, brillante, transparente, y avascular (Laguna y Sanz, 2021). Además, debe de ser húmeda, sin pigmento, y con un contorno suave (García et al., 2009). La pérdida de alguna de estas características, se considera que la córnea presenta una anomalía (Tardón, 2022).

La localización de las lesiones corneales, dentro de las capas de la córnea, puede hacerse dirigiendo una fuente de luz desde el aspecto lateral, e inspeccionando la córnea desde su superficie anterior; sin embargo, la lámpara de hendidura para biomicroscopía es un método más seguro (García et al., 2009). En la córnea podemos clasificar la lesión según su profundidad: en epitelial, estromal anterior, medial o profunda y descemética (Laguna y Sanz, 2021).

La córnea debe de examinarse con cuidado en busca de: pérdida de transparencia como edema o infiltración (García et al., 2009), fibrosis, melanosis (Maggs et al., 2013), vascularización, infiltrado celular, acumulación de lípidos o minerales, vascularización, neoplasia, precipitados queráticos (Maggs et al., 2019), pigmentación, resequedad, crecimientos, cuerpos extraños, laceraciones, cambios en el contorno y ulceración (García et al., 2009).

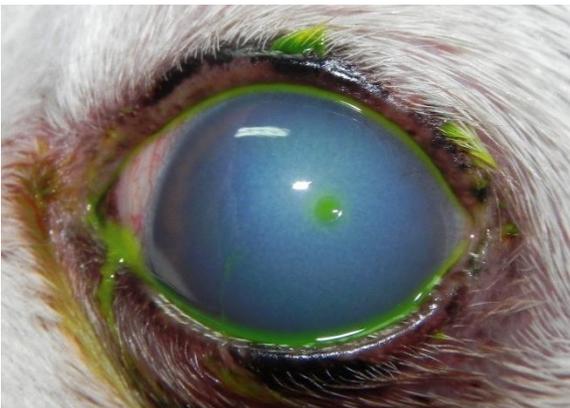


Imagen 96. Úlcera corneal estromal secundaria a distrofia endotelial y edema generalizado en córnea (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 97. Queratoconjuntivitis Seca. En la imagen se observa descarga mucopurulenta, edema generalizado superficial, vascularización corneal y falta de brillo (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.4.1.6 Cámara anterior:

La inspección de la cámara anterior se realiza con iluminación directa del ojo con una luz puntual o con un transiluminador, también se recomienda la lámpara de hendidura o una linterna (Tardón, 2022). Se evalúa desde los aspectos anterior, lateral y dorsal. Se debe observar la profundidad y transparencia normal de ésta, pudiéndose encontrar niveles elevados de proteínas, sangre, quistes del iris, parásitos y cuerpos extraños (García et al., 2009).

Se debe comparar la profundidad de la cámara anterior en ambos ojos, ya que al haber variación en la profundidad de la cámara de un ojo con respecto al otro se puede sospechar de luxación de cristalino (García et al., 2009).

Una cámara anterior normal se caracteriza por un humor acuoso libre de partículas visibles. Los hallazgos anormales frecuentemente observados son la presencia de turbidez o Tyndall, precipitados queráticos, pus (hipopión) y/o sangre (hifema) todos signos característicos de una uveítis anterior (Tardón, 2022).



Imagen 98. Hipopión y úlcera corneal profunda (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 99. Hifema (Sanabria Carpi Margarita, 2022)

3.8.4.1.7 Cristalino.

El cristalino es visible a través de la pupila. Para una exploración completa del cristalino es recomendable la inducción de midriasis farmacológica en el ojo, pero en caso de sospechar de glaucoma está contraindicado la utilización de un midriático (Laguna y Sanz, 2021). La mayor característica del cristalino es su absoluta transparencia. Los hallazgos anormales son cambios en la posición y la presencia de opacidades como las cataratas (Tardón 2022), también se puede encontrar iridodonesis, facodonesis, luxación de cristalino, cambios de coloración y pérdida de transparencia (Laguna y Sanz, 2021).



Imagen 100. Subluxación del cristalino con creciente afáquico y midriasis (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

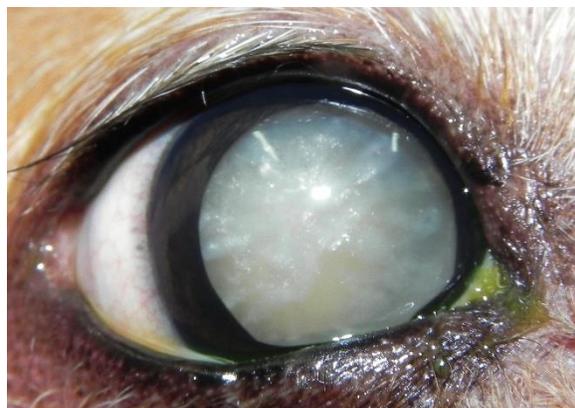


Imagen 101. Catarata hipermadura (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.4.1.8 Iris y pupila

Se evalúa el color, forma, tamaño de la pupila, superficie y movimiento. Se puede observar tres zonas de diferente color, que corresponden al margen pupilar, al collarite del iris y a la base del iris (García et al., 2009).

La pupila debe ser evaluada interpretando su tamaño respecto a la luz ambiente o la utilizada para su observación, realizando una comparación de tamaño entre ambos ojos y su respuesta a los estímulos luminosos.

Los hallazgos anormales observados en el iris son cambio de color de iris, neoplasias y etc. mientras que la pupila puede perder su forma (discordia), presentar una contracción pupilar (miosis) o una dilatación pupilar (midriasis) (Tardón, 2022). En casos de iritis aguda, el iris puede estar congestionado e inflamado con pérdida de detalle y su apariencia se puede volver más oscura con la cronicidad del problema (Tardón, 2022).



Imagen 102. Atrofia de Iris con sinequia posterior secundaria a uveítis facolítica (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 103. Sinequias posteriores en ambos ojos y asimetría por glaucoma (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.4.2 Efecto Tyndall/Flare

Cuando se produce un proceso inflamatorio intraocular (uveítis) se generan cambios en la cámara anterior (Tardón, 2022). El efecto Tyndall es el aumento de proteínas en el humor acuoso, cuando es visto con una fuente de luz focal, da la apariencia de luz que pasa a través de humo, esto se conoce clínicamente como “flama acuosa” (García et al, 2009).



Imagen 104. Exploración de la cámara anterior con biomicroscopía con lámpara de hendidura (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

a “flama acuosa” está compuesta por exudados contruidos por proteínas, células como leucocitos, linfocitos, células plasmáticas y fibrina. La presencia de flama acuosa indica que existe uveítis (García et al., 2009) ya que con la ruptura de la barrera hematoacuosa ocasionando el aumento de la permeabilidad vascular de la úvea anterior, el transpaso de mediadores celulares y humorales que incrementa la inflamación (Tardón, 2022) y a su vez provoca un aumento en la concentración de proteínas del humor acuoso. Este aumento de concentración de las proteínas provoca una pérdida de la transparencia del humor acuoso lo que se traduce en la presentación de dispersión de la luz al momento de ser iluminada la cámara anterior. Manifestándose por la presencia de Tyndall, fibrina, precipitados queráticos, hipopión y/o hifema. (Tardón 2022).



Imagen 105. Examen de la cámara anterior con lámpara de hendidura. Efecto Tyndall/Flare (José Ignacio Sanabria-MV DCLOVE).



Imagen 106. Precipitados queráticos en el ojo de un gato (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Clasificación	Signos en cámara anterior
Tyndall leve	Solo se observa la presencia de trazas o cambios sutiles del humor acuoso
Tyndall moderado	Pérdida de transparencia que permite observar los detalles del iris y del cristalino.
Tyndall Severo	No se observan los detalles de iris y cristalino. Humor acuoso turbio
Fibrina - Tyndall Intenso	Se observa una malla de fibrina o coágulo de proteínas en cámara anterior
Precipitados queráticos	Depósitos en el endotelio corneal de células inflamatorias y proteínas
Hipopión	Presencia de pus en cámara anterior
Hifema	Presencia de sangre en cámara anterior

Tabla 2: Clasificación del contenido en la cámara anterior. (Adaptada de Tardón 2017 y Tardón 2022)

3.8.5 Examen del segmento posterior (Oftalmoscopia directa e indirecta para valoración del cristalino, vítreo y fondo ocular).

Para el examen de las estructuras que componen el segmento posterior y en particular el fondo del ojo es necesario el uso de un oftalmoscopio. Se realizan dos técnicas en el examen oftalmoscópico, la directa y la indirecta, ambas técnicas son complementarias entre sí (Tardón 2017).

3.8.5.1 Oftalmoscopia Monocular

3.8.5.1.1 Oftalmoscopio directo monocular

El método se denomina “directo” porque el lente condensador no se interpone entre el oftalmoscopio y el ojo del paciente, como sucede en la indirecta. La persona que realiza el examen tiene una imagen óptica directa del ojo del paciente. La imagen del fondo es real, magnificada de 17 a 19 veces en el perro y en el gato. Al examinar el ojo derecho del paciente, debe usarse el ojo derecho del examinador, y viceversa (García et al, 2009).

El oftalmoscopio directo permite ver aumentadas todas las estructuras oculares y se puede explorar los párpados, conjuntiva, córnea, iris, cristalino y estructuras del fondo ocular (Sanz, 2017).

El oftalmoscopio directo está compuesto por una empuñadura y un cabezal. En el cabezal se encuentra el ocular de observación (Tardón, 2017) y una protuberancia en forma de media luna que rodea el orificio a través del que mira el observador, en la parte contraria del cabezal se encuentra la fuente de iluminación (Sanz, 2017). Asociado a lo anterior se encuentra el sistema de diafragmas, filtros, así como también el disco de lentes ópticos de observación (Disco de rekoss) que contienen lentes de dioptrías positivas de hasta +40 de números de color verde o negro y de dioptrías negativas, hasta -25, con números rojos. Estos

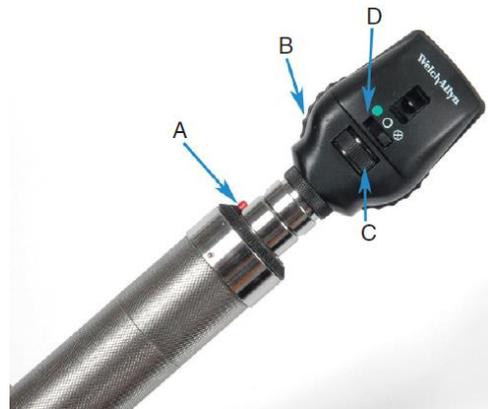


Imagen 107. El oftalmoscopio directo. Controles para la intensidad de la luz (A), las lentes de enfoque (B), el tamaño y la forma de la apertura de la luz (C) y los filtros (D). (Maggs et al., 2013)

lentes son utilizados para establecer diferentes puntos focales de acuerdo a la distancia que se localice el oftalmoscopio del vértice de la córnea (Tardón, 2017). Para ver la retina, generalmente se usan lentes de -3 a 0, mientras que para la córnea se emplean unas lentes de +20 (Esteban Martín, 2022).

Se debe girar el disco rekkos en sentido de las dioptrías positivas hasta conseguir una imagen nítida y así poder examinar la retina, el humor vítreo, cristalino, iris, cámara anterior, córnea (Tardón. 2017).

Los diafragmas y filtros están ubicados en un disco de selección. Los diafragmas que poseen algunos oftalmoscopios son: hendidura, semicírculo, círculos de diferentes diámetros y estrella de fijación foveal (Tardón, 2017)

- **La luz de hendidura del oftalmoscopio:** Limita el haz de luz, siendo utilizada tanto en el examen del fondo del ojo, como el segmento anterior (Tardón 2017). También permite apreciar el relieve de las lesiones (Esteban Martín, 2022).
- **Los círculos de diferentes diámetros:** Se utilizan de acuerdo al diámetro de dilatación pupilar (mayor diámetro pupilar, mayor diámetro de luz).
- **El diafragma de medio círculo:** Es usado con la intención de disminuir el reflejo pupilar. Sirve para estudiar detalles retinianos sutiles que se aprecian mejor en el área de transición entre la retina iluminada y no iluminada (Tardón, 2017).
- **Rejilla:** Sirve para medir el tamaño de la lesión (Esteban Marín, 2022).

Los filtros disponibles en los oftalmoscopios son el filtro azul o luz de cobalto y el filtro verde o luz aneritro (libre de pigmentos rojos).

- **Filtro azul:** El filtro azul estimula la fluorescencia del test de la fluoresceína.
- **Filtro verde:** El filtro verde, puede ser aplicado a todos los diafragmas de un oftalmoscopio, su función es permitir una mejor apreciación de los vasos sanguíneos al momento de evaluar el fondo de ojo, los que se verán bien delimitados de color negro. También ayuda a delimitar las hemorragias, las que se observarán como manchas negras difusas en el fondo de ojo (Tardón, 2017).

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño y precio reducidos • Fácil manejo • Permite ver todas las estructuras oculares. • La imagen de la retina no está invertida 	<ul style="list-style-type: none"> • La penetración de un medio nebuloso o parcialmente cristalizado es limitada. • Debido a la magnificación, existe un muy pequeño campo de visión. • Dificultad para compensar errores refractarios y movimientos del ojo. • La distancia del médico y paciente es muy corta y por lo mismo riesgosa con ciertos animales. • Visión monocular.

Tabla 3: ventajas y limitaciones en la oftalmoscopia directa (monocular) (Adaptada de Sanz, 2017 y García et al., 2009)

3.8.5.1.1 Técnica de oftalmoscopia directa:

Para iniciar el examen oftalmoscópico directo se necesita de una habitación en semioscuridad (Esteban Martín, 2022).

Para iniciar la evaluación con el oftalmoscopio directo éste se debe calibrar en 0 dioptrías, a continuación, se localiza el reflejo tapetal desde una distancia de 30 a 60 centímetros y después se debe acercarse a una distancia de 2 o 4 centímetros del ojo del paciente, se procede a enfocar el fondo del ojo, ajustando las lentes entre +3 y -3 dioptrías para obtener la mejor imagen posible (García et al., 2009).



Imagen 108. Técnica de oftalmoscopia directa a una distancia de 50 – 60 cm del ojo a evaluar.

También se puede evaluar la simetría de las pupilas, su forma, su reactividad y el reflejo del fondo ocular mediante el fenómeno denominado retroiluminación (Sanz, 2017).

Es recomendable realizar la dilatación pupilar del ojo para su evaluación. El midriático de elección para el examen del cristalino y del fondo de ojo es tropicamida al 0.5%-1% debido a su corta duración. Si se aplica una gota de tropicamida se obtiene la dilatación pupilar al cabo de 20 a 45 min por un periodo variable de 4 a 6 horas (Tardón, 2017).

3.8.5.1.1.2 Fondo de ojo

Con la oftalmología directa la extensión visualizada del fondo del ojo es aproximadamente 2 veces el diámetro del disco óptico (García et al., 2009).

Para evaluar el fondo de ojo, se debe de realizar a través de la inspección del globo ocular en el disco de Rekoss en dioptría 0 a una distancia de 50 a 60 cm del ojo a evaluar, esta técnica permite observar el reflejo tapetal (reflejo de la luz en el fondo de ojo), posteriormente el observador se posiciona a una distancia de 2 a 3 cm para ver una imagen del fondo de ojo. Se procede a recorrer todo el fondo de ojo para identificar las características normales o anormales de éste (Tardón, 2017).



Imagen 110. Evaluación del fondo del ojo con el uso de la técnica de la oftalmoscopia directa.

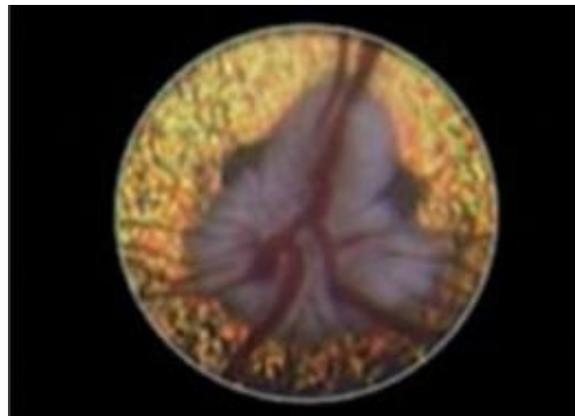


Imagen 109. Retina de perro observada con el oftalmoscopio directo convencional (Sanz, 2017)

3.8.5.1.2 Oftalmoscopia monocular directa (PanOptic®)

PanOptic® (Laboratorio Welch Allyn) se trata de un equipo del que se destacan las siguientes cualidades:

- Es fácil de usar, apenas necesita entrenamiento, lo que lo hace muy recomendable para explorar la retina, aunque no se tenga experiencia.
- No necesita que la pupila se encuentre en midriasis (Sanz, 2017)
- La intensidad de la luz del equipo es baja, pues está diseñado para examinar la retina sin necesidad de dilatar la pupila (con luz intensa, la miosis refleja no permitirá una exploración adecuada).

Tiene aperturas de foco/ filtros de color y de ajuste de enfoque de la imagen. Contiene una “copa” de goma en el extremo que se dirige hacia el paciente (apoyada en la órbita periférica), gracias a esto se consigue crear un “espacio oscuro” que permite una cierta midriasis, además de evitar reflejos provenientes de la iluminación existente en la habitación (Sanz, 2017).

3.8.5.1.2.1 Fondo de ojo

Permite tener una visión de campo de la retina de unos 25° veces más amplia que la que se consigue con los oftalmoscopios directos clásicos (Sanz, 2017).



Imagen 112. Exploración ocular con la oftalmoscopia monocular directa. Se observa cómo se sujeta la cabeza y se abren los párpados con la mano libre (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

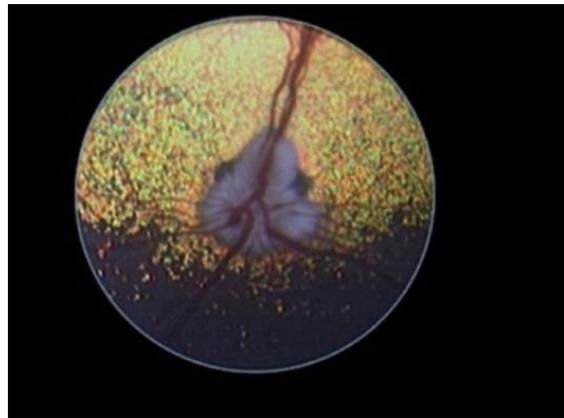


Imagen 111. Retina de perro observada con PanOptic® (Sanz, 2017)

3.8.5.1.3 Oftalmoscopia indirecta monocular

La oftalmoscopia indirecta, en contraste con la oftalmoscopia directa, le permite al médico ver una porción más grande del fondo (campo de visión más grande) al mismo tiempo y hacerlo desde una distancia de trabajo mayor y más segura del paciente (Gelatt et al., 2021).

Entre el ojo del observador y el ojo del paciente y se forma una imagen virtual invertida entre la lente y el observador (Maggs et al., 2013).

La oftalmoscopia indirecta utiliza una lente indirecta y una fuente de luz para visualizar el fondo, que representa parte del segmento posterior del ojo (McMullen et al., 2013 y Spatola et al., 2015 citados por Kanemaki et al., 2017).

Así que se basa en la emisión de un haz de luz luminoso sobre el fondo del ojo del paciente.

El sistema monocular consta, por un lado, de una fuente de luz (transiluminador de Finoff), y por otro de una lente de +20 D (Esteban Martín, 2022).



Imagen 113. Oftalmoscopia indirecta monocular.

3.8.5.2 Oftalmoscopia Binocular

3.8.5.2.1 Oftalmoscopio indirecto binocular

Este examen se puede realizar con la ayuda de una fuente de luz y una lupa de magnificación ocular o con un oftalmoscopio binocular indirecto cefálico (García et al., 2009) permitiendo usar ambos ojos para el examen y crea una percepción de profundidad para interpretar mejor las lesiones elevadas y deprimidas dentro del fondo (Maggs et al., 2013).

Esta técnica también deja libres ambas manos del examinador; luego se puede usar una mano para colocar la cabeza y los párpados del paciente a una distancia de un brazo del examinador, y la otra para colocar la lente y controlar aún más los párpados del paciente (Maggs et al., 2013).



Imagen 114. Oftalmoscopia indirecta binocular. Entre el ojo del paciente y el casco del observador se coloca una lente convergente que nos permite evaluar el fondo del ojo.

El oftalmoscopio indirecto produce una imagen virtual invertida, que puede confundir la localización de la lesión (García et al., 2009).

El uso de la oftalmoscopia indirecta representa ventajas y limitaciones en comparación de a las otras técnicas:

Ventajas.	limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Permite una visión estereoscópica. • Permite un cierto distanciamiento del animal. • Penetración de un medio nebuloso (que ofrece gran campo de visión). • Facilita la compensación de errores refractarios y movimientos del ojo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de práctica. • La imagen obtenida se encuentra invertida • Precisa de una midriasis de medicamentos (tropicamida) • Es más costosa. • Menor magnificación para el estudio de áreas específicas.

Tabla 4: Ventajas y limitaciones en el uso de la oftalmoscopia indirecta binocular (Adaptada de Esteban Martín, 2022 y de García et al., 2009).

3.8.5.2.1 Fondo de ojo.

El área del fondo de ojo observada es más grande que la visualizada con el oftalmoscopio directo y depende de la graduación de la lente utilizada. En este estudio las lentes de 20 dioptrías son las más recomendadas (García et al., 2009)

La lupa o la lentilla convergente independiente puede ser de +20 dioptrías, que da un aumento de 4 a 5 veces la imagen real, o de +90 dioptrías permitiendo un menor aumento, pero con mayor campo de observación (Esteban Martín, 2022).



Imagen 115. Retina de perro observada con un Oftalmoscopio indirecto binocular (Gelatt et al., 2021)

3.8.5.2.2 Biomicroscopio/ lámpara de hendidura

Es un microscopio binocular que da una imagen recta con unos aumentos que dependen del tipo de aparato (de 5 a 40X) (Esteban Martín, 2022).

El sistema de iluminación está colocado de tal forma que la luz del microscopio focaliza en el mismo punto. La fuente de luz va montada sobre un brazo móvil que permite variar su ángulo de incidencia de 0 a 90° con respecto al microscopio (Esteban Martín, 2022).



Imagen 116. Exploración ocular con la lámpara de hendidura (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.5.2.3 Evaluación mediante smartphone indirecto

Recientemente, se han obtenido registros de los hallazgos del fondo de ojo utilizando un teléfono móvil y lentes de oftalmoscopia indirecta en humanos y conejos. (Haddock et al., 2013 citado por Kanemaki et al., 2017).

Se recomienda que antes de realizar la smartphonocopia se debe de dilatar las pupilas con fenilefrina al 0.5% y tropicamida al 0.5% (Kanemaki et al., 2017).



Imagen 117. Visualización del fondo del ojo de un perro con el uso del smartphone indirecto (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

Para realizar este procedimiento se precisa un teléfono inteligente, en el que la cámara y la luz LED sean coaxiales, y una lente de oftalmoscopia indirecta. Las lentes recomendadas son de 20 o 28 D, las cuales permiten un campo menor de visión, pero con gran magnificación. La cámara del teléfono inteligente debe estar en modo vídeo con la luz activada. La distancia a la que se debe colocar la lente de la pupila del paciente y la distancia del móvil a la lente es de aproximadamente 5 y 30 cm, respectivamente.

Existen aplicaciones tanto para Android como para iOS que facilitan el procedimiento: para disminuir la intensidad de la luz LED (filmic pro) y para seleccionar las mejores imágenes del vídeo realizado (movie2image) (Hernández et al., 2020).

3.8.6 Evaluación de la integridad corneal e integridad del sistema nasolagrimal mediante tinciones oftálmicas:

Las tinciones son de gran importancia en la exploración de la córnea (Laguna y Sanz, 2021). Se utilizan para establecer alteraciones de la lágrima y/o superficie ocular. (Tardón, 2022).

3.8.6.1 Tinción de fluoresceína

Sirve para establecer la integridad del epitelio corneal (determinar la presencia de úlceras corneales) y la presencia de una perforación corneal (test de Seidel), además es utilizada para establecer las vías de drenaje de los conductos nasolagrimal (test de Jones) (Tardón, 2017).

La fluorescencia es un colorante hidrofílico y por lo tanto no tiñe la córnea sana, ya que el epitelio corneal es hidrófobo. Cuando este epitelio pierde su continuidad, la fluoresceína penetra el estroma, que es hidrofílico, y lo tiñe de verde. Este efecto se aprecia mejor si empleamos una luz cobalto.

En lesiones corneales profundas, el centro del defecto puede no captar el colorante, lo que indica que la membrana de Descemet (hidrófoba) está protruyendo. En este caso tenemos un descemetocele (Esteban Martín, 2022).



Imagen 118. Aplicación de fluoresceína en la conjuntiva bulbar dorsal



Imagen 119. Tinción de Fluoresceína positiva, edema corneal generalizada y úlcera estromal en un perro (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.6.1.1 Test de Jones

Es para la evaluación de la permeabilidad del sistema lagrimal. Cuando instilamos una gota de fluoresceína sobre el globo ocular, esta se diluye con la lágrima y al cabo de unos segundos aparecerá por la fosa nasal. En este caso la fluoresceína aparece por las fosas nasales después de recorrer los canalículos, sacos lagrimales y conductos lagrimonasales (Esteban Martín, 2022). La tinción con frecuencia aparece en las narinas después de 3 a 5 minutos. En los perros braquicefálicos no es confiable, ya que la tinción puede eliminarse más fácilmente hacia la nasofaringe (García et al., 2009).



Imagen 121. Presencia de fluoresceína en narinas como prueba de la viabilidad del conducto nasolagrimal (Sanabria Carpi Margarita, 2022).



Imagen 120. Presencia de fluoresceína en narina izquierda (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.6.1.2 Test de Seidel

Esta prueba es para detectar la fuga de humor acuoso a través de la córnea (Gelatt et al., 2021), así que “está indicado en aquellos casos en los que se sospecha de una salida de humor acuoso desde la cámara anterior al exterior” (Esteban Martín, 2022).

Si existe dicho escape, apreciaremos una fluorescencia desde el punto de filtración, en forma de “riachuelo” (Esteban Martín, 2022).

Se aplica fluoresceína a la córnea sin lavado posterior (Gelatt et al., 2021).

Cuando existe un Seidel positivo, generalmente aparece como un área oscura, que representa una ola de salida de humor acuoso, que aumenta rápidamente de tamaño y fluye hacia abajo sobre la córnea a medida que continúa la fuga, empujando la solución de fluoresceína desaparece como una banda verde que avanza (Gelatt et al., 2021).



Imagen 122. Prueba de Seidel positiva representa una herida con fuga en la córnea a las 12 en punto (Gelatt et al., 2021)

3.8.6.1.3 Break Up Time (But) o tiempo de rotura del film lagrimal.

Es un estudio cualitativo de la película lagrimal precorneal, es para medir la adherencia de la película lagrimal a las células epiteliales de la córnea (Esteban Martín, 2022). Evalúa la integridad de la capa de mucina de la película lagrimal (García et al., 2009).

Para realizar esta prueba “se aplica fluoresceína y se le permite al paciente parpadear, posteriormente se mantienen los párpados abiertos hasta que la fluoresceína comienza a disociarse” (García y Brooks., 2021) y con una luz azul cobalto y la ayuda de la lámpara de hendidura se mide el tiempo que tarda en aparecer una mancha negra (que aparecerá donde la película lagrimal se ha roto) (Esteban Martín, 2022),

El tiempo normal de rotura es de 15 a 20 segundos en el perro y más de 25 segundos en el gato (García et al., 2009). Si la película lagrimal se rompe antes, estamos ante una deficiencia cualitativa de la producción de lágrimas (Esteban

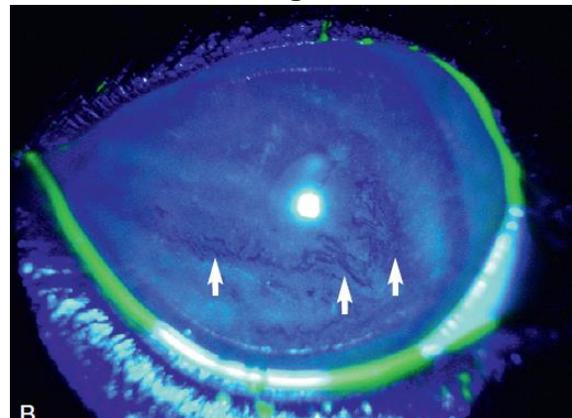


Imagen 123. La capa lipídica se ha adelgazado, la capa acuosa ha desaparecido de forma lineal (flechas blancas) y se ha acumulado en la parte inferior; se ve como una capa ligeramente más gruesa de tinte verde cerca del borde del párpado. (Maggs et al., 2013).

Martín, 2022) o se interpreta como un déficit mucínico, que ocasiona pérdida de adherencia de la lágrima al epitelio de la córnea (García et al., 2009).

3.8.6.2 Tinción de Verde de Lisamina

Tanto la tinción de verde de Lisamina como el rosa de bengala “poseen la misma función de teñir las células degeneradas de la superficie ocular, debilitadas, no cubiertas de mucina y la presencia de filamentos de mucina de la película lagrimal” (Tardón, 2022).

Se aplica una gota sobre la conjuntiva bulbar y lavamos abundantemente con suero para retirar el exceso de colorante (Esteban Martín 2022).



Imagen 124. Tinción de verde de lisamina positivo en un perro (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

3.8.6.3 Rosa de bengala

El rosa de bengala se une a las células degeneradas y queratinizadas de la córnea y de la conjuntiva, así como al moco (Esteban Martín, 2022).

Esta tinción se retiene en la córnea y conjuntiva cuando existe queratoconjuntivitis seca, queratitis pigmentaria, queratitis por exposición, queratitis viral, etc. (García et al., 2009).

Tiene mucha afinidad por las células necróticas o degeneradas del epitelio conjuntival y corneal (Laguna y Sanz, 2021). Puede ser más útil que la



Imagen 125. Forma de aplicación de la tinción de rosa de bengala. Se coloca en la conjuntiva bulbar (Sanabria Carpi Margarita correcta, 2022).

fluoresceína para diagnosticar pequeñas úlceras dendríticas (Natasha y James, 2016), previa a la presencia de úlceras corneales (Tardón, 2022), que, a veces, se asocian a la queratitis herpética felina (Natasha y James, 2016). Esta tinción se debe realizar posterior al uso de la tinción de fluoresceína (Tardón 2022).

3.8.7 Pruebas adicionales y técnicas especiales:

3.8.7.1 Test de Ferning (Rolando I al IV) y Masmali:

Es un Test simple, rápida y económico, proporciona información útil sobre la composición de la película lagrimal precorneal (Masmali et al., 2014 citado por Oriá et al., 2017). Se utiliza para apoyar el diagnóstico de enfermedades de la

superficie ocular, como la queratoconjuntivitis seca (Norn, 1994 y Vaikoussis et al., 1994 citados por Oriá et al., 2017).

Rolando (Rolando, 1984 citado por Oriá et al., 2017) sugirió la primera escala de calificación para el helecho lagrimal, asignando una escala de cuatro grados: Tipos I y II para lágrimas normales y Tipos III y IV para lágrimas con anomalías. Recientemente, (Masmali et al., 2014 citado por Oriá et al., 2017) desarrollaron una nueva escala de cinco grados para reducir las lagunas y dificultades con las clasificaciones anteriores y demostraron su aplicación en un estudio posterior en el que los grados cero y uno se definieron como reflejo de ojos normales (Masmali et al., 2015 citado por Oriá et al., 2017).

Para realizar el test se extrae la lágrima del canto interno de ambos ojos con la ayuda de microcapilares, al entrar en contacto con la película lagrimal precorneal, se logra obtener una cantidad de lágrima por capilaridad y gravedad, posteriormente se coloca la muestra obtenida en un portaobjetos de vidrio limpio y se deja secar. Posteriormente se observan con un microscopio de luz polarizada de aumento $\times 10$ (Oriá et al., 2017)

Escala de Rolando:

- **Tipo I:**

El helecho de lágrimas se origina en un helecho de cristales multiramificados, sin espacios vacíos entre los helechos. Este tipo indica lágrimas sanas.

- **Tipo II:**

Las ramas son más cortas y los tallos más pequeños, con apariencia de espacios entre ellos. Este tipo indica lágrimas sanas.

- **Tipo III:**

Los espacios entre los tallos son amplios y las ramas son raras, con presencia de cristales gruesos. Este tipo indica lágrimas no saludables.

- **Tipo IV:**

Caracterizado por grupos de cristales que rara vez forman pequeños tallos o por la ausencia total de cristalización, este tipo indica lágrimas no saludables (Rolando, 1984 citado por Oriá et al., 2017).

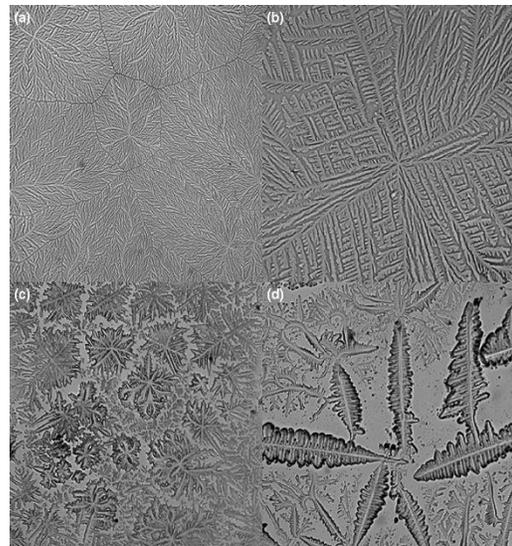


Imagen 126. Test de ferning de perros sanos según la clasificación de Masmali. A, Grado 0, con la cristalización completa sin espacios entre los helechos y las ramas; B, Grado 1, disminución de la densidad de las ramas y aparición de pequeños espacios entre ellas; C, ramas pequeñas, a veces gruesas y grandes, con espacios claros entre los helechos, que representan el grado 1; D, aumentan los espacios y los huecos, se forman cristales gruesos. (Oriá et al., 2017)

3.8.7.2 Medición de la osmolaridad.

Se refiere a la concentración de partículas osmóticas activadas contenidas en una disolución, (García y Brooks, 2021).

Se informa como el número de osmoles de soluto por litro de solución (mOsm/L) (Citado por Lamkin et al., 2020).

Las muestras se colectan colocando la tarjeta de prueba en el menisco lagrimal inferior, adyacente al canto temporal.



Imagen 127 Medición de osmolaridad lagrimal con el osmómetro I-PEN® VET (Lamkin et al., 2020)

En las lágrimas, hiperosmolaridad significa menos agua y más sal que las lágrimas comunes (García y Brooks, 2021).

Esta prueba aún no se ha adoptado como prueba de diagnóstico de rutina en medicina veterinaria (Lamkin et al., 2020).

3.8.7.3 Meibografía.

La meibografía permite evaluar la morfología de las glándulas de meibomio *in vivo* de una forma no invasiva y con pocas o nulas molestias. Esta exploración se consigue mediante el empleo de infrarrojos (García y Brooks, 2021).

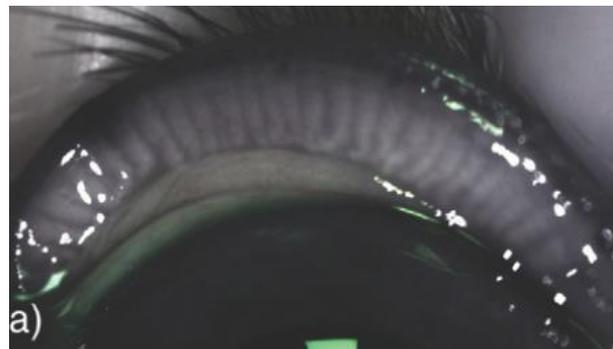


Imagen 128. Meibografía normal de un perro (Jeong D et al., 2022)

Aquí se pueden evaluar el número de glándulas de meibomio, morfología, disposición dentro del párpado, conducto, aberturas en el margen

palpebral (García y Brooks, 2021), los posibles signos de degeneración e incluso la existencia de cilios en su interior (Esteban Martín, 2022).

Al marcar el área a examinar, el programa permite definir el porcentaje de tejido que carece de glándulas de meibomio debido al acortamiento y pérdida, con lo cual es posible obtener una puntuación y una clasificación en grados de severidad (García y Brooks, 2021).

Verde: Pérdida entre 0-25%; Amarillo: Perdida entre 25% - 50%; Naranja: Perdida entre 50%-75%; Rojo: Perdida entre 75%-100%. (García y Brooks, 2021).

Todo ello nos será de gran ayuda en el diagnóstico y seguimiento de muchas enfermedades de la superficie ocular, principalmente de la queratoconjuntivitis seca (Esteban Martín, 2022).

3.8.7.4 Ultrasonido / Ecografía ocular

La ecografía ocular es una técnica de diagnóstico por imagen esencial, sencilla, no invasiva, inocua y rápida, que proporciona información en la evaluación de las estructuras intraoculares y orbitarias, ya que también permite establecer un diagnóstico, tratamiento y pronóstico ocular (citado por Tardón, 2023).

La ecografía ocular es útil para confirmar un diagnóstico específico en situaciones de cambios de posición del globo ocular (exoftalmia o estrabismo)

(Matute et al., 2015 citado por Tardón, 2023), pérdida de transparencia corneal, presencia de cataratas, alteraciones en humor vítreo y retina (citado por Tardón, 2023). Así como también en los casos que se establecen lesiones oculares que requieren determinar su extensión (citado por Tardón 2023).



Imagen 129. Exploración ocular por medio del uso del ultrasonido (Sanabria Carpi Margarita, 2022).

El ultrasonido ocular es una herramienta que permite la evaluación cualitativa y cuantitativa de estructuras más próximas al transductor, pero si permite una valoración a mayor profundidad, obteniendo imágenes diagnósticas del segmento posterior, la órbita, y los tejidos periorbitarios (Tardón, 2023).

El ecógrafo ideal para oftalmología ofrece la posibilidad de emplear un modo A y un modo B (Esteban Martín, 2021).

3.8.7.5 Biomicroscopía ultrasónica (UBM)

Es una técnica de diagnóstico por ultrasonidos que, a diferencia de la ecografía ocular convencional, funciona con frecuencias más elevadas (35-100 MHz).

Como consecuencia de ello, se va a obtener una penetración de pocos milímetros en el tejido sometido a estudio (2-5 μm), consiguiendo imágenes con una resolución micrométrica (20-50 μm) (Esteban Martín, 2021).

Para esta técnica se requiere anestesia tópica previamente (Shim et al., 2021)

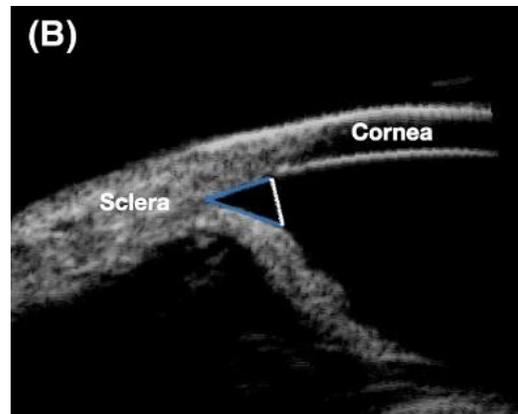


Imagen 130. Medición del ángulo iridocorneal de la cámara anterior mediante biomicroscopía ultrasónica (Shim et al., 2021).

Se ha utilizado para evaluar el segmento ocular anterior en medicina veterinaria (Puma et al., 2019 y Park et al., 2015 citados por Shim et al., 2021). Así que mediante la ecografía de alta frecuencia se podrá evaluar al detalle la córnea, el limbo y la esclera (en lo que se refiere a la superficie ocular), de igual manera se

puede evaluar la cámara anterior, hendidura ciliar, el iris, la sección anterior del cristalino y el cuerpo ciliar, independiente de la transparencia de los medios oculares, facilitando así el diagnóstico minucioso de las diferentes enfermedades o alteraciones que puedan presentarse en dichas estructuras (Esteban Martín, 2021).

3.8.7.6 Tomografía de coherencia óptica (OCT)

Permite obtener imágenes de las distintas partes del ojo con resoluciones micrométricas, de forma no invasiva y en tiempo real. Es como obtener un corte histológico del tejido *in vivo*, sin contactar con el ojo (Esteban Martín, 2022).

Se diseñó principalmente para obtener imágenes del fondo de ojo, pero también se ha adaptado para investigar el segmento anterior del ojo (Wylęgała citado por Shim et al., 2021)

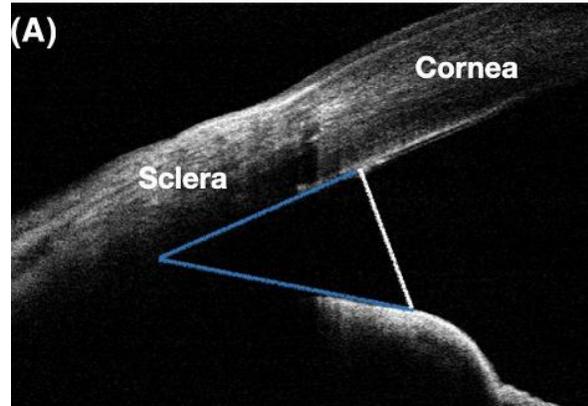


Imagen 131. Medición del ángulo iridocorneal de la cámara anterior mediante tomografía de coherencia óptica (Shim et al., 2021)

El empleo de la OCT facilita la localización de defectos corneales, edemas, cavidades, cicatrices, depósitos de minerales (calcio y/o colesterol), neovasos o bullas que no son identificables con la lámpara de hendidura (Esteban Martín, 2022).

3.8.7.7 Gonioscopía directa e indirecta.

El gonioscopio es una lente refractiva cóncava ovalada que se adapta a la superficie corneal y sirve para evaluar el ángulo iridocorneal. Las lentes del gonioscopio se colocan sobre la córnea; el espacio entre la córnea y la lente se llena con metilcelulosa. El ángulo iridocorneal se examina con una luz focal y algo de magnificación. Se puede observar el ancho del ángulo en todos los cuadrantes, los ligamentos pectíneos, las zonas pigmentarias internas o externas y cualquier anomalía (García et al., 2009).

La gonioscopia está indicada en ojos glaucomatosos, quistes de iris, anomalías congénitas del ángulo, sinequias anteriores periféricas, neoplasias y lesiones traumáticas del segmento anterior (García et al., 2009).

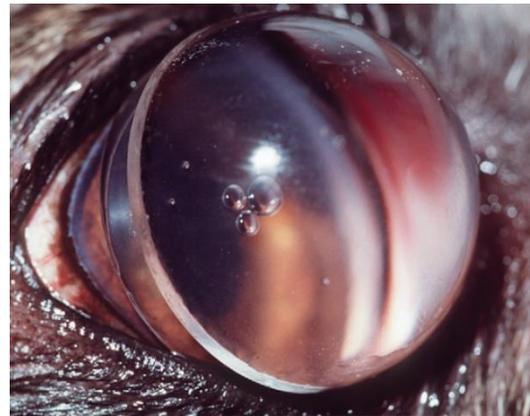


Imagen 132. Lente de gonioscopia colocado en la córnea de un perro con previa anestesia tópica (Maggs et al., 2013)

3.8.7.8 Electrorretinografía.

El electroretinograma (ERG) es la representación gráfica de las diferencias del potencial de las células de la retina cuando ésta es expuesta a una luz. ERG representa una suma algebraica de varios potenciales que surgen de las capas retinianas externas.

Existen tres componentes principales del ERG: Ondas a, b y c. La onda a es el potencial negativo inicial y se origina de la capa fotorreceptora. La onda b es positiva y se origina de las células de Müller. La onda c es relativamente lenta y

positiva, emerge de la actividad metabólica del epitelio pigmentario de la retina.

El ERG ayuda a determinar la función de la retina en presencia de una córnea o un cristalino opacos (García et al., 2009).



Imagen 133. Electrorretinografía en el ojo derecho de un perro (Maggs et al., 2013).

3.8.7.9 Tomografía y resonancia magnética.

La tomografía y la resonancia magnética proporcionan detalles excelentes para la localización de lesiones orbitarias. Ambos estudios han reemplazado en gran medida a la radiografía de cráneo (Maggs et al., 2013).

La tomografía y la resonancia magnética ayudan en gran medida para el diagnóstico y el tratamiento de una amplia variedad de afecciones oculares, orbitarias y neurooftálmicas (Gelatt et al., 2021).

El detalle superior que muestran estas técnicas de imágenes transversales no solo ayuda en gran medida a la planificación quirúrgica, sino que también se puede usar para ayudar a diferenciar los tipos de tumores individuales en función de los diferentes patrones de invasión (Maggs et al., 2013).

La resonancia magnética y la tomografía computarizada son complementarias y, cuando se combinan, a menudo brindan una imagen más completa de la naturaleza de la enfermedad (Gelatt et al., 2021).

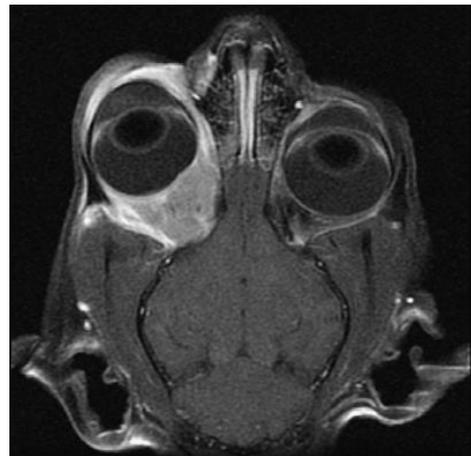


Imagen 134. Resonancia magnética frontal, posterior a la inyección de contraste, de un gato con una masa (celulitis retrobulbar bacteriana) que ocupa espacio detrás del ojo derecho (Dra. Winnie Lo tomado de Maggs et al., 2013).

4. OBJETIVO GENERAL:

Realizar un manual práctico de diagnóstico oftalmológico describiendo la anatomía ocular, fisiología del ojo, la historia clínica, anamnesis y la metodología diagnóstica oftalmológica.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Describir un manual que sirva de apoyo para el estudiantes y profesores de la Universidad Autónoma Metropolitana – Unidad Xochimilco.
- Revisar bibliográficamente la anatomía, fisiología del globo ocular y sus estructuras anexas.
- Describir el examen oftalmológico completo.
- Describir las pruebas que existen para realizar el examen oftalmológico.
- Conocer el equipo que se debe utilizar para realizar el examen oftalmológico.
- Describir las técnicas que se deben emplear para llevar a cabo el examen oftalmológico.

5. METODOLOGÍA UTILIZADA

Para el siguiente trabajo, se realizó una revisión bibliográfica actualizada donde se recopilaron temas relacionados con la anatomía, fisiología ocular y metodología de diagnóstico. Para la revisión bibliográfica se hizo uso de libros de texto especializados, tesis, diplomados, trabajos de investigación y artículos actualizados obtenidos de las plataformas virtuales como PubMed, Elsevier, ScienceDirect y etc., así como de manuales en formato PDF y revistas electrónicas. La revisión bibliográfica fue de un período de entre el año 2008 al 2022.

A partir de la compilación de la información obtenida de las diferentes fuentes de información descritas anteriormente, se diseñó este manual que presenta de forma sistemática y ordenada las pruebas, el equipo y las técnicas que se deben emplear para poder realizar un buen examen oftalmológico.

Para iniciar con la consulta oftalmológica primero se procede a la toma de la historia clínica y anamnesis, haciendo una serie de preguntas al propietario, luego se procede a realizar el examen oftalmológico completo, el cual comienza con una inspección a distancia, inspección con las “manos” y por último se realiza la inspección cercana con ayuda de la oftalmoscopia directa como indirecta y en caso de sospechar una patología específica el médico veterinario procede a realizar pruebas complementarias como algún cultivo, prueba de laboratorio, un ultrasonido o una electroretinografía y etc.

Las imágenes y esquemas que ayudaron a ilustrar este manual fueron obtenidas de libros de especialidad, de artículos científicos y algunas imágenes fueron proporcionadas por la Dra. MV. Especialista en oftalmología veterinaria Margarita Sanabria Carpi.

6. OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS

Se logro satisfactoriamente el objetivo general de este manual, el cual fue poder realizar un manual práctico de diagnóstico oftalmológico describiendo la anatomía ocular, fisiología del ojo, la historia clínica, anamnesis y la metodología diagnóstica oftalmológica. De igual modo se lograron todos los objetivos específicos.

Las metas alcanzadas fueron:

- Entender los fundamentos teóricos básicos de la oftalmología veterinaria de pequeñas especies.
- Conocer la anatomía y fisiología del ojo.
- Conocer el examen oftalmológico, las técnicas empleadas y los instrumentos usados para la realización de este.
- Conocer los valores normales y anormales respecto a los estudios realizados durante el examen oftalmológico.
- Llevar a cabo un diagnóstico adecuado mediante el uso del examen oftalmológico y la historia clínica.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Este manual tiene la finalidad de proporcionar una herramienta de consulta, de enseñanza y aprendizaje para los profesores, académicos y estudiantes de la Universidad Autónoma Metropolitana sobre la base de la oftalmología veterinaria, además este manual aporta imágenes, ilustraciones y esquemas representativas, para el mejor entendimiento de la anatomía ocular y examen oftalmológico.

Con la creación de este manual se alcanzó a cumplir los siguientes objetivos:

- Describir un manual que sirva de apoyo para el estudiantes y profesores de la Universidad Autónoma Metropolitana – unidad Xochimilco.
- Revisar bibliográficamente la anatomía, fisiología del globo ocular y sus estructuras anexas.
- Describir el examen oftalmológico completo.
- Describir las pruebas que existen para realizar el examen oftalmológico.
- Conocer el equipo que se debe utilizar para realizar el examen oftalmológico.
- Describir las técnicas que se deben emplear para llevar a cabo el examen oftalmológico.

8. CONCLUSIONES.

Es de vital importancia adquirir los conocimientos sobre la base anatómica de la órbita, del globo ocular y sus anexos, así como saber cómo realizar el examen oftalmológico completo (inspección a distancia, inspección con las “manos” e inspección cercana). De igual manera es importante tener la base teórica del funcionamiento de los instrumentos que se requieren para hacer un buen examen oftalmológico. Por lo anterior se requiere de estos conocimientos para que se pueda realizar un acertado diagnóstico y poder dar un tratamiento adecuado.

Como se sabe la especialidad de oftalmología veterinaria es poco difundida en México y alrededor del mundo e incluso existen muy pocos médicos veterinarios que imparten la especialidad en tiempo completo, por lo que este manual proporciona un gran apoyo para la comunidad estudiantil de la Universidad Autónoma Metropolitana.

La oftalmología veterinaria no se le ha dado la importancia que debería ya que difícilmente se imparte la enseñanza de anatomía del globo ocular en las diferentes facultades de medicina veterinaria de México y la Universidad Autónoma Metropolitana no es la excepción, así que este manual aporta la información necesaria para que sea una guía para el alumno y profesor.

9. RECOMENDACIONES

Se recomienda que los médicos veterinarios, profesores y estudiantes tenga los conocimientos básicos de la anatomía, fisiología del globo ocular y sus anexos, junto con la órbita, así como conocimiento de cómo realizar un correcto examen oftalmológico, para así poder llevar a cabo un diagnóstico oftalmológico correcto.

10. LITERATURA CITADA:

1. Aciar María Belén (2019) **Oftalmología felina – enfermedades oculares de segmento posterior “desprendimiento de retina”** Universidad Nacional – Río Negro. Informe Final de orientación Practica Profesional en medicina de pequeños animales. Obtenido de: <https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/3136/1/Trabajo%20final%202019-%20UNRN%20ACIAR.pdf>
2. Bolzanni H, Oriá AP, Rasposo ACSC, Sebbag L. (2020) **Aqueous tear assessment in dogs: Impact of cephalic conformation, inter-test correlations, and test-retest repeatability.** PubMed;23(3):534-543.
3. Cortez G, Jiménez M, Gutiérrez E, Ortega A. (2018). **Stray Dog Population in a City of Southern Mexico and Its Impact on the Contamination of Public Areas.** National Library of Medicine. 2381583. Obtenido de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6176319/#:~:text=In%20Mexico%2C%20a%20population%20of,or%20stray%20dogs%20%5B1%5D>.
4. Del Río A., Jiménez C., Valls C., Cordero V (2010). **Veterinary ophthalmology: from cataract to OCT.** Ed. Elsevier Doyma. 85 (12).
5. Dyce, K.M. Sack W.O Wensing C.J.G (2012) **Anatomía veterinaria.** Cuarta edición. Manual moderno.
6. Esteban Martín J. (2022). **Atlas de oftalmología clínica del perro y del gato.** Segunda edición. Zaragoza España. SERVET.
7. Fernández Algarra C y Esteban Martín J (2010) **La citología aplicada al diagnóstico oftalmológico.** Centro veterinario-Revista de la Asociación Madrileña de Veterinarios de Animales de Compañía (39) Editorial Sumario. Pp 4-7. Obtenido de: <https://docplayer.es/9271192-Contraportada-citologia-en-el-diagnostico-oftalmologico-toma-de-muestras-procesado-y-estudio.html>
8. Gaceta del Senado: LXIV/ IPPO-56/86584 (2018). Obtenido de: https://www.senado.gob.mx/64/gaceta_del_senado/documento/86584.
9. García G., Martínez B., Lara M. (2009) **Diplomado a distancia en medicina, cirugía y Zootecnia en perros y gatos.** Modulo 5. Oftalmología y Neurología. UNAM.
10. García, G., y Brooks, E (2021) **Diplomado en Oftalmología veterinaria.** Veterinary Ophthalmology. Oftalvet.
11. Gelatt KN. (2008). **L’ophthalmologie Vétérinaire: passé, présent et futur.** *Bull Acad Vét France.* 4:299-306. Obtenido de: [Veterinary ophthalmology: our past, present and future - Persée \(persee.fr\)](https://www.persee.fr/doc/vetfr_0007-1226_2008_4_299_306)
12. Gelatt, KN., Shlomo G., Gilger, B., Hendrix, D., Kern, T., Plummer, C. (2021) **Veterinary ophthalmology.** Sixth edition. Volume one. Hoboken, NJ, USA. Wiley Blackwell.

13. Grozdanic SD, Harper MM, Kecova H (2008) **Antibody-Mediated Retinopathies in Canine Patients: Mechanism, Diagnosis, and Treatment Modalities**. Vet clin N Am Small Animal Pract. 38:361-387, vii. PubMed. Obtenido de: <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2007.12.003>
14. Hernández A.J.L, Zamarbide I.C, De la Fuente S.B. De la Calle M.C (2020) **La oftalmoscopia en la era del teléfono inteligente. Dispositivos actuales y comentarios sobre nuestra breve experiencia**. Revista Neurol; 71:388-390. Obtenido de: <https://neurologia.com/articulo/2020193>
15. I-Tear® - de © I-MED Animal Health, s.f. Obtenido de: <https://www.imedanimalhealth.com/products/i-tear-test>
16. Jeong D, Kang S, Shim J, Lee E, Jeong Y, Seo K. (2022) **Evaluation of ocular surface parameters in dogs with and without meibomian gland dysfunction**. Vet Rec. 191(2). Epub.
17. Kanemaki N, Inaniwa M, Terakado K, Kawarai S, Ichikawa Y (2017) **Fundus photography with a smartphone in indirect ophthalmoscopy in dogs and cats**. Vet Ophthalmol. 20(3):280-284. PubMed.
18. Kathern, EM. (2017) **Neuro-ophthalmology in the Horse**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice., 33, 541-549. De ELSEVIER Base de datos.
19. Laguna, F., y Sanz F. (2021). **Oftalmología 3D en el perro**. Zaragoza España. SERVET.
20. Lamkin Zimmerman KL, Smith Fleming KM, Martins BC. (2020) **Osmolarity of basal and reflex tears of normal dogs**. Vet Ophthalmol. (4):747-753. Epub.
21. Martin L. Charles., Pickett J. Phillip., Spiess M. Bernhard . (2019) **Ophthalmic disease in veterinary medicine**. Second edition. Boca Raton London New York. CRC: Press Taylor & Francis Group.
22. Maggs David, J., Miller Paul, E., Ofri Ron (2013) **Slatter's Fundamentals of veterinary ophthalmology**. Quinta edición. ELSEVIER.
23. McCracken Thomas O. Kainer y Robert A. (2017) **Atlas de anatomía de pequeños animales-Conceptos básicos**. Editorial Satre Molina, S.L. Ediciones S. LEXUS.
24. Mínguez Molina J (2018) **Atlas de información al propietario – Neurología**. Zaragoza España SERVET; Grupo ASIS.
25. Miyasaka K, Kazama Y, Iwashita H, Wakaiki S, Saito A. (2019) **A novel strip meniscometry method for measuring aqueous tear volume in dogs: Clinical correlations with the Schirmer tear and phenol red thread tests**. PubMed;22(6):864-871. Obtenido de: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1111/vop.12664>
26. Natasha Mitchell y James Oliver (2016) **Manual de oftalmología felina**. Zaragoza España. SERVET.

27. Oriá, A., Raposo, C., Araújo, N., Lima, F., Masmali, A. (2017) **Tear ferning test in healthy dogs. School of Veterinary Meicine an Zootechny, federal University of Bahia, UFBA, Veterinary Ophthalmology.** 21, 4, 391-398.
28. Otálora Moncada A y Montoya Pérez C. (2021) **Prevalencia de la queratoconjuntivitis seca canina (QCSC) durante el periodo comprendido de febrero a junio en la clínica veterinaria mundo animal en la ciudad de Cali.** Universidad Antonio Nariño. Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia. Sede Popayán-Cauca, Colombia. Obtenido de: http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4522/2/2021_T.G.pdf
29. Passareli J.V.G.C., Franco N. F., García, E. G., Ricci, L. C., Prada, K. G., Gluffrida, R., Franco, A. (2021) **Comparison among TonoVet, TonoVet Plus, Tono-Pen Avia Vet, and Kowa HA-2 portable tonometers for measuring intraocular pressure in dogs.** Vet World. 14(9):2444-2451.
30. Real Academia Española (2021). Cultura. **Diccionario de la lengua española.** Disponible en: <https://dle.rae.es/ofthalmolog%C3%ADa>
31. Sanz Herrera Fernando (2017) **Oftalmología veterinaria – Procedimientos exploratorios y operaciones básicas.** Zaragoza- España. SERVET
32. Shim J, Kang S, Jeong Y, Lee E, Jeong D, Seo K (2022). **Comparison of iridocorneal angle parameters measured by spectral domain optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in dogs.** Vet Ophthalmol. 1:103-110.
33. Tardón Brito R. (2017) **Entendiendo la disminución o pérdida de la visión en perros y gatos.** Manual práctico para la clínica diaria. 1ª edición. León Guanajuato. México.
34. Tardón Brito R. (2022) **Manual clínico. Un gato en la consulta de oftalmología.** 1ª edición. León Guanajuato. México.
35. Tardón Brito R. (2023) **Uso de ecografía ocular en pacientes con lesiones oftalmológicas difíciles de diagnosticar.** REMEVET. Pequeñas especies México.
36. Tista J., Trejo M., Velasco A, (2020), **Anatomía, Fisiología, patologías y algunas cirugías del globo ocular en perros y gatos.** (ed. 1) UNAM, México. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Globo_Ocular.pdf
37. Turner Sally, M. (2010) **Oftalmología de pequeños animales.** Primera edición. ELSEVIER.
38. Zapata Gustavo y Sande Pablo (2020) **Fundamentos de oftalmología para el clínico veterinario – Del signo clínico a la enfermedad.** Multimédica Ediciones Veterinarias.