



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Maestría en Medicina Canina y Felina

“Evaluación de la electroretinografía para el diagnóstico de atrofia progresiva de la retina en pacientes caninos (*Canis lupus familiaris*) realizada con y sin anestesia”

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Medicina Canina y Felina

Autora:

Dina Paulina Paucar Paucar

CI: 0604124636

dinapaucar18@hotmail.com

Directora:

Dra. MVZ Msc. Jenny Zoraida Idrovo Ortiz

CI: 030118772-0

Cuenca – Ecuador

16-noviembre-2021



RESUMEN

La oftalmología veterinaria es de gran importancia en la actualidad, a través de ella se puede estudiar y conocer la fisiología ocular de los animales y mejorar su calidad de vida sobre todo cuando desarrollan problemas oculares, la ceguera que lejos de restarles movilidad les permite desarrollar otros órganos de sentido como el olfato y el oído. El objetivo de la presente investigación fue evaluar la electroretinografía para el diagnóstico de atrofia progresiva de la retina de pacientes caninos (*Canis lupus familiaris*) con y sin anestesia. Se evaluaron 40 perros en el Hospital Veterinario MEDIPET, de la ciudad de Quito, los resultados indican que: en la lectura del electroretinograma el 66,2% de los perros presentaron una funcionalidad normal, la detección de atrofia progresiva de retina temprana (APRT) fue más eficiente cuando se empleó anestesia en el examen veterinario, de igual manera para detectar atrofia progresiva de retina avanzada (APRA) el requerimiento de anestesia fue evidente. En relación a la sugerencia del uso de anestésico para identificar de forma más acertada la presencia de APRT y APRA, es indiscutible que la incorporación de anestesia previo a la lectura del electroretinograma incrementa la posibilidad de identificar las anomalías, tanto la prueba de McNemar como los modelos logísticos binarios evidenciaron mediante tablas de clasificación para los ojos derecho e izquierdo que el uso de anestesia permite detectar el 70,10% y 70,70% de APRT y APRA.

Palabras Claves: Perros. Electroretinografía. Anestesia. Atrofia progresiva de retina. Diagnóstico. Protocolo.



ABSTRACT

Veterinary ophthalmology is most important today, through it is possible to study and learn about the ocular physiology of animals and improve their quality of life, especially when they develop eye problems, blindness that far from reducing mobility allows them to develop other sense organs such as smell and hearing. The objective of the present investigation was to evaluate electroretinography for the diagnosis of progressive retinal atrophy in canine patients (*Canis lupus familiaris*) with and without anesthesia, 40 dogs were evaluated at the MEDIPET Veterinary Hospital, in the Quito city, the results shows that: in the reading of the electroretinogram, 66.2% of the dogs present normal functionality, the detection of early progressive retinal atrophy (APRT) it was more efficient when anesthesia was used in the veterinary examination, in the same way to detect advanced progressive retinal atrophy (APRA) the requirement for anesthesia was evident. Regarding the suggestion of the use of anesthetic to more accurately identify the presence of APRT and APRA, it is evident that the incorporation of anesthesia prior to reading the electroretinogram improves the possibility of identifying abnormalities, both the Mc Nemar test and the binary logistic models date showed using classification tables for the right and left eyes that the use of anesthesia allows the detection of 70.10% and 70.70% of APRT and APRA.

Keywords: Dog. Electrorretinography. Anesthesia. Progressive retinal atrophy. Diagnostic. Protocol.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
TABLA DE CONTENIDOS.....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE ANEXOS	7
ABREVIATURA Y SIMBOLOGÍA.....	8
CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL.....	9
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	10
AGRADECIMIENTO	11
DEDICATORIA.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO II: OBJETIVOS.....	15
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
CAPITULO III: HIPÓTESIS	16
CAPITULO IV: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	17
4. SISTEMA OCULAR DE LOS PERROS	17
4.1. LOS OJOS.....	17
4.2. ÓRBITA	17
4.3. ÓRGANOS OCULARES ACCESORIOS	17
4.3.1. <i>Párpados</i>	18
4.3.2. <i>La conjuntiva</i>	18
4.3.3. <i>Membrana nictitante o el tercer párpado</i>	19
4.3.4. <i>Aparato lacrimal</i>	19
4.3.5. <i>Músculos del bulbo</i>	19
4.3.6. <i>Bulbo del ojo</i>	20
4.3.7. <i>Túnica fibrosa.</i>	20
4.3.7.1. <i>Córnea y esclera</i>	20
4.3.8. <i>Túnica vascular</i>	21
4.3.8.1. <i>Iris, cuerpo ciliar y coroide</i>	21
4.4. RETINA.....	21
4.4.1. <i>Anatomía de la retina</i>	23
4.4.2. <i>Estructura funcional de las células fotorreceptoras: Conos y bastones.</i>	25
4.4.3. <i>Fisiología y bioquímica</i>	26



4.4.4.	<i>Electrofisiología retiniana básica.</i>	26
4.5.	PIGMENTOS VISUALES	27
4.5.1.	<i>Adaptación a la oscuridad</i>	27
4.6.	ELECTRORRETINOGRAMA.	28
4.7.	ELECTRORRETINOGRAFÍA.	29
4.7.1.	<i>Bases de la electrorretinografía.</i>	29
4.7.2.	<i>Ondas identificadas con la electrorretinografía</i>	30
4.7.3.	<i>Respuestas de la electrorretinografía</i>	31
4.7.4.	<i>Interpretación de la Electrorretinografía</i>	32
4.8.	ATROFIA PROGRESIVA DE RETINA.	33
4.8.1.	<i>Atrofia progresiva de retina de manifestación temprana.</i>	34
4.8.2.	<i>Atrofia progresiva de retina de manifestación tardía.</i>	34
4.8.2.1.	Diagnóstico.	35
4.8.3.	<i>Examen del fondo de ojo.</i>	35
4.9.	ANESTESIA	36
4.9.1.	<i>Xilacina</i>	37
4.9.2.	<i>Yohimbina</i>	37
4.9.3.	<i>Propofol</i>	37
4.9.4.	<i>Efectos sobre la Electrorretinografía</i>	38
CAPITULO V: MATERIALES Y METODOS		39
5.	MATERIALES Y METODOS	39
5.1.	MATERIALES	39
5.1.1.	<i>Físicos</i>	39
5.1.2.	<i>Químicos</i>	39
5.1.3.	<i>Biológicos</i>	40
5.2.	MÉTODO	40
5.3.	VARIABLES	41
5.3.1.	Independiente	41
5.3.2.	Dependiente	41
5.3.3.	<i>Obtención de datos.</i>	41
5.4.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	41
5.4.1.	<i>Técnica de campo o laboratorio.</i>	41
5.5.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL ELECTRORETINOGRAMA.	42
5.5.1.	<i>Criterios de inclusión</i>	42
5.6.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
CAPITULO VI: RESULTADOS		44
6.1.	Análisis de la Funcionalidad de la retina en los perros anestesiados y no	



	anestesiados.	44
6.2.	Comparar el número de casos positivos identificados con lesiones de la retina, evaluados con anestesia vs sin anestesia.	45
6.3.	Sugerir la condición más apropiada para el diagnóstico de la Atrofia progresiva de retina en base a los resultados a obtener.....	45
CAPITULO VII: DISCUSION		51
7.	DISCUSIÓN	51
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		53
8.1.	CONCLUSIONES	53
8.2.	RECOMENDACIONES.....	54
BIBLIOGRAFÍA.....		55
ANEXOS.....		58



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-6. Funcionalidad Ojo Derecho.....	44
Tabla 2-6 : Funcionalidad Ojo Izquierdo.....	44
Tabla 3-6: Casos Positivos.....	45
Tabla 4 -6: Anomalías presentes en los ojos.....	46
Tabla 5-6: Estadísticos de contraste^a.....	46
Tabla 6-6: Codificación de la variable dependiente.....	47
Tabla 7 -6 : clasificación^a.....	47
Tabla 8-6: Variables en la ecuación.....	48
Tabla 9-6: Codificación de la variable dependiente.....	48
Tabla 10-6: clasificación^a.....	49
Tabla 11-6: Variables en la ecuación.....	49
Tabla 1-7: Operacionalización de las variables.....	65



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Preparación al Paciente	58
Anexo 2: Examinación al Paciente.....	59
Anexo 3: Preparación al paciente	60
Anexo 4: Fondo de Ojo	61
Anexo 5: Electrorretinografía.....	62
Anexo 6: Gráfico de clasificación del modelo de regresión logística binaria.....	63
Anexo 7: Gráfico de clasificación del modelo de regresión logística binaria.....	64



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍAS

APR: Atrofia progresiva de retina

APRT: Atrofia progresiva de retina temprana

APRA: Atrofia progresiva de retina avanza

ERG: Electrorretinografía

B: Coeficientes del modelo

E.T: Error estándar del modelo logístico

GI: Grados de Libertad

Sig: Valor de probabilidad p

Exp(B): Exponencial de los coeficientes

I.C: Intervalo de confianza



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio- Institucional

Dina Paulina Paucar Paucar en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Evaluación de la electroretinografía para el diagnóstico de atrofia progresiva de la retina en pacientes caninos (*Canis lupus familiaris*) realizada con y sin anestesia”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 16 de noviembre de 2021.

Dina Paulina Paucar Paucar

C.I. 060412463-6



Cláusula de Propiedad Intelectual

Dina Paulina Paucar Paucar, autora del trabajo de titulación “Evaluación de la electroretinografía para el diagnóstico de atrofia progresiva de la retina en pacientes caninos (*Canis lupus familiaris*) realizada con y sin anestesia”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 16 de noviembre del 2021.

Dina Paulina Paucar Paucar

C.I. 060412463-6



AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por darme la salud y la inteligencia para seguir mis estudios.

Al apoyo incondicional de mi familia, a todos los maestros que nos compartieron sus conocimientos, a la Dra. María Dolores Villacis y a todo el equipo del Hospital Veterinario Medipet por permitir que se lleve a cabo el desarrollo de la investigación, a mi directora Dra Msc Jenny Idrovo por su ayuda para llegar a concluir con satisfacción esta investigación.

DINA PAULINA PAUCAR PAUCAR



DEDICATORIA

A Dios por haberme regalado la dicha de la vida, y permitir compartir las alegrías y tristezas de una familia. A mi esposo Bladimir Milán gracias por tu amor, y tu apoyo incondicional para llegar a culminar este proceso de mi vida. A mis padres: José Paucar y María Paucar, A mis hermanos Iván y Byron quienes han vivido de cerca mis desiertos y mis triunfos que he logrado en toda mi trayectoria estudiantil para alcanzar con éxito mí meta.

Dina Paulina Paucar Paucar



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la actualidad la sociedad tiene mayor conciencia en el cuidado de los animales de compañía, por lo cual los médicos veterinarios deben estar capacitados entre otras cosas para atender emergencias oftalmológicas que presenten sus pacientes. Es importante saber que, un perro presenta ojos limpios y claros, su función visual es saludable. Si, por el contrario, se ha notado secreciones o cambios en la coloración, puede ser que la visión del paciente no esté funcionando correctamente. Los perros no pueden expresarse, cuando su función visual está alterada por eso es fundamental estar atentos a observar cambios en su postura y expresiones faciales, por lo tanto los exámenes oculares motivo de esta investigación son la mejor alternativa para identificar afecciones hereditarias o no hereditarias (Antunes *et al*, 2013, p.21).

La oftalmología veterinaria es de gran importancia en la actualidad, porque nos permite estudiar y conocer la fisiología ocular, la valoración de la visión en los animales de compañía es muy compleja ya que no existe una comunicación verbal con el animal, sin embargo ante patologías oculares el perro tiene una excelente capacidad de adaptación a la ceguera porque desarrolla otros órganos de sentido como el olfato y el oído (Torres y Tovar, 2014., p. 25).

En perros, la mayoría de estas condiciones se clasifican como APR (Atrofia Progresiva de la Retina); enfermedad que afecta principalmente a los fotorreceptores de la retina (que son los bastones), lo que conduce a la pérdida inicial de la visión nocturna, seguida de la pérdida de los fotorreceptores (conos), y posteriormente se produce la ceguera diurna (Cooper *et al.*, 2014, p.20).

Según (Oriá *et al.*, 2014), “La electroretinografía ha sido útil para la evaluación de la función retiniana en perros en presencia de degeneración retiniana adquirida repentina”. Es uno de los métodos de diagnóstico que nos permite detectar anomalías en función a la respuesta eléctrica de las células de la retina, de esta manera facilita el diagnóstico de las patologías oculares, permitiéndonos detectar alteraciones que se pueden presentar en las primeras semanas de vida con presencia de fotorreceptores alterados, aunque oftalmoscópicamente no haya cambios oculares (Cooper *et al.*, 2017, p.25).



En la clínica oftalmológica la electroretinografía es una herramienta de diagnóstico muy importante, sus ventajas son: la objetividad de los resultados, la posibilidad de registro no invasivo, la corta duración del protocolo (se obtiene gran información en tan sólo 50 minutos) y la posibilidad de diagnóstico precoz que aportan a la manifestación clínica de la patología (Torres y Tovar, 2014., p.25).

Desde el punto de vista oftalmológico las enfermedades retinianas hereditarias se encuentran entre las principales causas de pérdida de visión en la población canina, cuando avanza es incurable, es por eso que surge la necesidad de buscar métodos y técnicas completas de diagnóstico ocular a fin de lograr un adecuado diagnóstico (Cooper et al., 2014, p.25).

Esta investigación tiene relevancia en la clínica oftalmológica ya que nos permite tener valores electroretinográficos en los pacientes de la ciudad de Quito; además, el estudio aporta información importante para compartir e incentivar a otros médicos veterinarios para que realicen investigaciones en el área de oftalmología en otras ciudades del Ecuador.



CAPITULO II: OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la electroretinografía para el diagnóstico de atrofia progresiva de la retina en pacientes caninos (*Canis lupus familiaris*) realizada con y sin anestesia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Valorar la funcionalidad de la retina en los perros anestesiados y no anestesiados.
2. Comparar el número de casos positivos identificados con lesiones de la retina, evaluados con anestesia vs sin anestesia.
3. Sugerir la condición más apropiada para el diagnóstico de la Atrofia progresiva de retina en base a los resultados a obtener.



CAPITULO III: HIPÓTESIS

¿La electroretinografía en pacientes anestesiados influye directamente en el diagnóstico de atrofia progresiva de retina, que la electroretinografía en pacientes no anestesiados?



CAPITULO IV: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4. SISTEMA OCULAR DE LOS PERROS

4.1. LOS OJOS

Son órganos sensitivos complejos que evolucionaron de primitivas áreas sensibles a la luz, en la superficie de los invertebrados, protegidos por una estructura ósea, muscular y cutánea, los ojos poseen una capa de receptores, un sistema de lente para focalización de la luz y un sistema de nervios para la conducción de los impulsos de los receptores para el cerebro. Los perros tienen retinas pobladas mayormente por conos, ven mejor en la oscuridad, y su visión está orientada al movimiento, sin embargo, dado que sólo poseen la décima parte de la concentración de conos, no perciben los colores al igual que los humanos (Da Cunha, 2018, p. 25).

4.2. ÓRBITA

Los cráneos de las diferentes razas de perros pueden ser divididos de acuerdo con su formato en: dolicocefalo, mesocéfalo y braquicéfalo. La órbita es el armazón óseo que circunda el ojo, está formado por los huesos: frontal, lagrimal, esfenoidal, cigomático, palatino y maxilar. La pared dorso lateral de la órbita está formada por el colágeno, ligamento orbitario entre el proceso cigomático del hueso y el proceso frontal del hueso cigomático (Oriá *et al.*, 2014, p.40). Los vasos sanguíneos y los nervios que sirven a las estructuras orbitales transitan a través de una gran cantidad de forámenes en las paredes orbitales óseas, los tejidos blandos contenidos en la órbita están envueltos por la periórbita, formada por tejido conjuntivo y situado junto a las paredes óseas (Da Cunha, 2018, p. 25).

4.3. ÓRGANOS OCULARES ACCESORIOS

Según (Antunes *et al.*, 2013, p. 35) Los anexos oculares en los perros son:



4.3.1. Párpados

Son pliegues dorsales y ventrales de piel, tapizados por conjuntiva palpebral estos forman la hendidura palpebral en la que se encuentra el globo ocular, en la mayoría de las especies el párpado superior es más móvil que el párpado inferior, y proporciona sostén, y además contienen músculos lisos y estriados, así como una rica vascularización e inervación (Antunes *et al.*, 2013, p. 63):

El espacio que existe entre los párpados se denomina rima palpebral, en un corte sagital los párpados se componen de superficie epidérmica externa, músculo orbicular del ojo, placa tarsiana, glándulas tarsales y conjuntiva palpebral, que cubre el párpado interiormente (Oriá *et al.*, 2014, p. 50). Los perros poseen pestañas sólo en el párpado superior, el músculo orbicular del bulbo se sitúa en un plano anterior al tarso rodeando la hendidura palpebral y está fijado medialmente a la órbita por la fascia y lateralmente por el músculo desviador del ángulo, el músculo elevador del párpado superior es inervado por el oculomotor (nervio craneal III), junto a éste, existe un delgado músculo (de Müller) que mantiene el párpado superior elevado sin esfuerzo alguno (Da Cunha, 2018, p. 25).

4.3.2. La conjuntiva

Para (Cooper *et al.*, 2017, p. 20), es una mucosa delgada que tapiza los párpados, se divide en tres secciones anatómicas como: la conjuntiva palpebral que tapiza los párpados, la conjuntiva bulbar que cubre el globo ocular y finalmente la conjuntiva nictitante que cubre el tercer párpado.

Mientras para (Turner, 2010, p. 40), la conjuntiva está compuesta por un epitelio escamoso estratificado no queratinizado y una sustancia propia; contiene células caliciformes en su epitelio externo, que producen la porción mucoide de la película lagrimal, tejido linfoide en la capa intermedia y tejido conjuntivo, vasos sanguíneos y nervios en la capa más profunda; los vasos sanguíneos ramificados de color rojo, pueden observarse con facilidad, en especial en la conjuntiva bulbar, siendo su principal función evitar la desecación corneal, aumentar la motilidad palpebral y proporcionar una barrera frente a



los microorganismos y los cuerpos extraños.

4.3.3. *Membrana nictitante o el tercer párpado*

Es una estructura triangular semirrígida que tiene su origen en la porción ventromedial oral de la órbita. El músculo orbitario o músculo liso es el responsable del movimiento de esta estructura, siendo sus funciones: proteger el globo, secretar y distribuir la lágrima, en la base del tercer párpado se localiza la glándula del tercer párpado (Palanova, 2016, p. 61).

Según (Da Cunha, 2018, p. 52), manifiesta que el margen afilado y rígido del tercer párpado cumple el mecanismo de remoción de restos de tejido y cuerpos extraños presentes entre la córnea y la conjuntiva palpebral.

4.3.4. *Aparato lacrimal*

Para (Da Cunha, 2018, pág. 53), el aparato lacrimal está formado por un componente secretor y excretor, su función es producir y remover las lágrimas, las glándulas lagrimales son responsables de la producción de la lágrima, se localizan en la región de la órbita entre el globo nasal, el ligamento orbital y el proceso cigomático del hueso frontal temporal.

El conducto nasolagrimal comienza en el saco lagrimal, se abre en el piso de la cavidad nasal, aproximadamente 1 cm de la abertura de las narinas externas, sus funciones son: cubrir la superficie corneal y conjuntiva, eliminación de cuerpos extraños, partículas de la conjuntiva y cornea, permite el paso de Oxígeno y nutrientes; además posee propiedades antibacterianas y un pH es de 6,8 a 8,0 (Turner, 2010, p. 25).

4.3.5. *Músculos del bulbo*

La musculatura extra-ocular está compuesta de cuatro músculos rectos (medial, lateral, dorsal y ventral), que se insertan en la esclera posterior al limbo, dos oblicuos (dorsal y ventral) y los retractores del bulbo (Oriá *et al*, 2014, p. 52).



4.3.6. Bulbo del ojo

Manifiesta (Da Cunha, 2018, p. 53), que “El bulbo del ojo está formado por tres capas o túnicas: la más externa es la fibrosa y comprende la córnea y la esclera, la media es la túnica vascular y la más interna es la túnica nerviosa.”

4.3.7. Túnica fibrosa.

Es la capa externa del ojo, que ayuda a mantener su forma y proporciona una superficie para la fijación de los músculos responsables del movimiento del ojo, además proporciona protección a los mecanismos internos para su estudio se divide en (Da Cunha, 2018, p. 52):

4.3.7.1. Córnea y esclera

La córnea es la ventana transparente en el revestimiento fibroso del ojo, posee aproximadamente $0,61 \pm 0,01$ mm de espesor central y $0,67 \pm 0,01$ mm de espesor periférico, formada por 5 capas; la membrana láctica pre-corneal, el epitelio anterior y su membrana basal, el estroma (sustancia propia), la membrana de descemet (lámina limitante posterior) y el endotelio (epitelio posterior) (Da Cunha, 2018, p. 52).

Según (Oriá *et al.*, 2014, p. 53), la córnea garantiza la refracción y transparencia: ausencia de vasos sanguíneos, ausencia de pigmentos, superficie óptica lisa, proporcionada por la película lacrimal pre-corneal, y una disposición extremadamente arreglada de las fibrillas de colágeno.

Mientras que la esclera es la parte posterior opaca y el limbo es la zona de transición entre estas dos estructuras posee cerca de 1 mm en la región ciliar, 0,3 mm en la región ecuatorial y 0,55 cerca del disco óptico, los vasos ciliares anteriores pasan a través de la esclera posteriormente al limbo y las venas del vórtice en número de cuatro, pasan a través de la esclera en un punto posterior al ecuador del bulbo (Da Cunha, 2018, p. 52).



4.3.8. Túnica vascular

La capa media o túnica vascular es una red de vasos sanguíneos que proporcionan oxígeno y nutrientes a los tejidos del ojo. La capa más interna es la túnica nerviosa comúnmente conocida como la retina, una capa de células fotorreceptoras dentro de la cavidad del ojo (Palanova, 2016, p. 62).

4.3.8.1. Iris, cuerpo ciliar y coroides

El iris está formado por una delicada red de vasos sanguíneos, tejido conjuntivo, fibras musculares y nervios, posee un epitelio intensamente pigmentado con melanina, la capa anterior está constituida por musculatura lisa, que forma el músculo dilatador del iris. Este mecanismo junto con los párpados, controla el paso de la luz a través de la pupila (Palanova, 2016, p. 62).

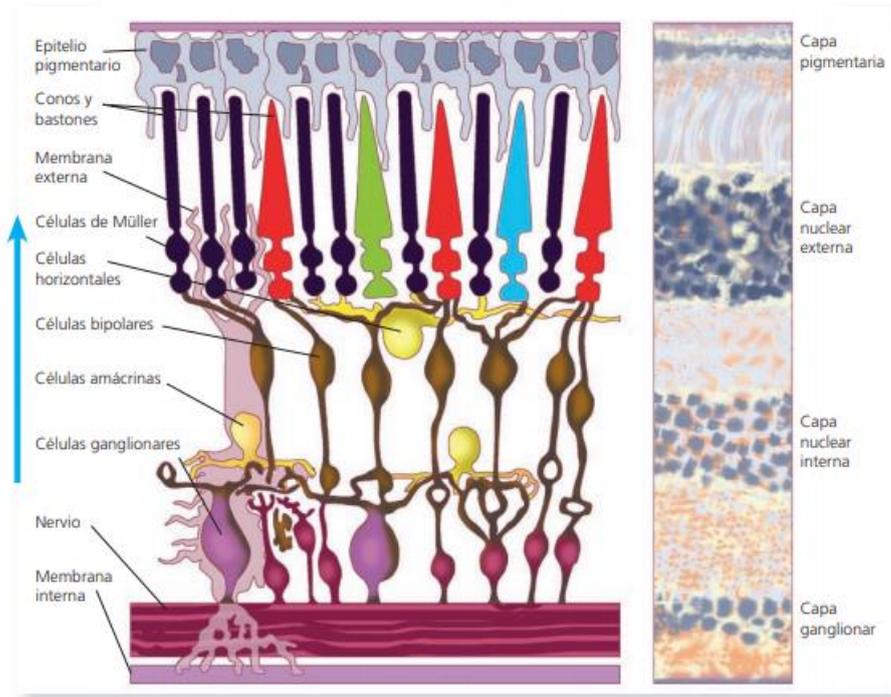
El cuerpo ciliar ubicado caudal al iris presenta fibras musculares indistintas, su función es acomodar al cristalino y constituye el lugar de producción del humor acuoso. La porción anterior del cuerpo ciliar está formada por músculos ciliares y los procesos ciliares; la porción posterior es la parte plana que se extiende hasta la coroides. Las fibras zonales sostienen al cristalino, se originan en la parte plana (Da Cunha, 2018, p. 52).

Según (Cooper *et al.*, 2017, p. 30), menciona que la coroides es la parte de la capa vascular que se ubica entre el cuerpo ciliar y la retina.

4.4. RETINA

Está formada por células nerviosas distribuidas en 10 capas: 1.- epitelio pigmentario, 2: fotorreceptores (segmentos externos de conos y bastones), 3: membrana limitante externa (procesos celulares de Müller), 4: capa nuclear externa (núcleos fotorreceptores), 5: capa plexiforme externa, 6: capa nuclear interna (núcleos celulares de Müller, amacrinas, horizontales y bipolares), 7: capa plexiforme interna, 8: capa de células ganglionares, 9: capa de fibras nerviosas (axones de células ganglionares) y 10: membrana limitante interna (procesos celulares de Müller) (Da Cunha, 2018, pág. 53).

Grafico 1. Ilustración esquemática de la retina.



Fuente. (Cajamarca, 2020).

Las principales conexiones neuronales de la retina son los fotorreceptores, los cuales hacen sinapsis con las células bipolares, células ganglionares y forman la capa de fibras nerviosas que conforman el nervio óptico en el polo posterior (Torres y Tovar, 2014., p. 58).

Las células amacrinas y horizontales forman conexiones internas entre las células bipolares y ejercen una influencia regulatoria en las células de Müller, son un constituyente no neuronal que forman una matriz de sostén y las barreras de las membranas limitantes interna y externa. La retina es responsable de la visión y conjuntamente con el nervio óptico se derivan del proencéfalo y comparten características anatomofisiológicas similares, se conecta con la corteza visual a través del nervio óptico mediante el quiasma óptico, las cintillas ópticas y el cuerpo geniculado lateral (Martin *et al.*, 2015, p. 52).

Los fotorreceptores de la retina son una capa compleja de células especializadas: bastones y conos, los cuales contienen fotopigmentos que producen energía química ante la exposición lumínica, esta energía se convierte en energía eléctrica que es transmitida



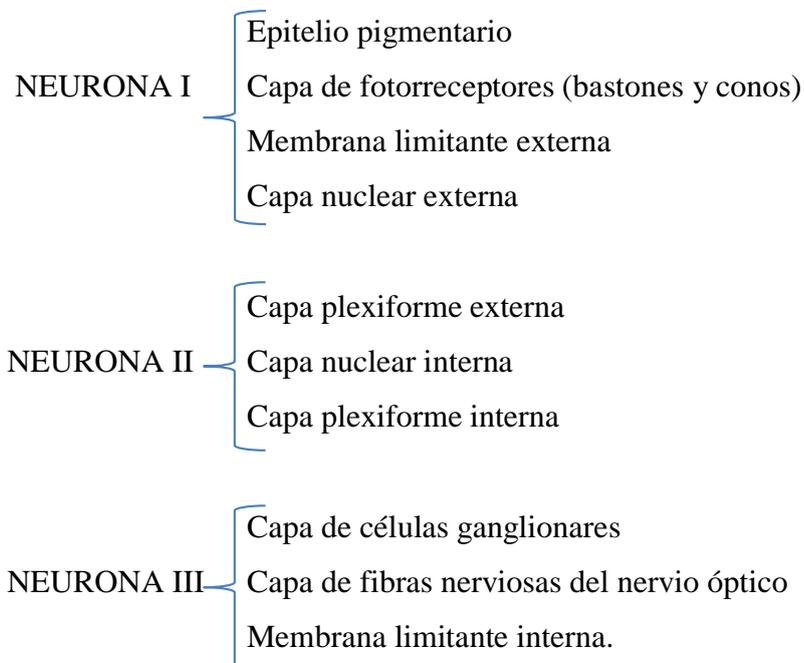
hasta la corteza visual para la interpretación (Torres y Tovar, 2014., p. 58).

El epitelio pigmentario retiniano proporciona metabolitos a los receptores y elimina los terminales anteriores de los segmentos externos de los fotorreceptores que son producidos en forma continua, el perro posee la visión binocular, esto se logra mediante su posición en el frente de la cabeza y el entrecruzamiento de los axones derivados de las células ganglionares de las porciones nasales de la retina en el quiasma óptico (Martin *et al.*, 2015, p. 52).

Los axones provenientes de las áreas temporales no se decusan y los impulsos surgidos desde un objeto visto sobre la izquierda (en el campo visual izquierdo), aunque advertidos por ambos ojos, finalizan en la cintilla óptica derecha y pasan hasta la corteza visual derecha (Platt y Orby, 2015, p. 42).

4.4.1. Anatomía de la retina

Consiste en una unidad sensoria de tres neuronas con diez estratos desde el exterior hacia el centro del humor vítreo (Martin *et al.*, 2015, p. 52).



Capa pigmentada. - constituida por el epitelio pigmentario que se ubica junto a las coroides y a los fotorreceptores, poseen dos funciones que son: 1.- Nutritiva y metabólica,



sirviendo de intermediario entre los vasos coroideos y los fotorreceptores, esta capa almacena cantidades de Vitamina A que es el precursor de los pigmentos fotosensibles. 2.- Cantidades de Melanina que absorben el exceso de luz y evita la retroreflexión ya que sin estos los rayos se reflejarían en diferentes direcciones y provocarían una iluminación difusa en la retina, la función normal del epitelio pigmentario es fundamental para la integridad y el funcionamiento de la misma (Antunes *et al.*, 2013, p. 15).

Según (Antunes *et al.*, 2013, p. 35), la capa fotorreceptora (capa 2) está compuesta por los conos y bastones, a su vez estos se dividen en dos capas: a) la que posee los segmentos externos de los conos, bastones; b) la que posee los segmentos internos de los fotorreceptores.

La membrana limitante externa (capa 3) formada por: filetes terminales que ensamblan las membranas celulares de los conos, bastones y células de Müller; las células de Müller se extienden desde la membrana limitante externa hasta la interna, son el esqueleto estructural de la retina y cumplen importantes funciones metabólicas (Cook, 2015, p. 40).

Manifiesta (Antunes *et al.*, 2013, p.36), que la capa nuclear externa (capa 4) contiene los somas de los fotorreceptores, los de conos están en la mitad externa de esta capa y los batones en la mitad interna.

La capa plexiforme externa (capa 5) comprende las extensiones de una zona de interacción sináptica entre los fotorreceptores y las fibras nerviosas de las células horizontales (Cook, 2015, p. 40).

La capa nuclear interna (capa 6) contiene cuatro tipos de núcleos: células bipolares, gliales de Müller, horizontales y amacrinas, las células bipolares se conectan con los fotorreceptores en la capa plexiforme externa mientras que las horizontales y amacrinas son células comunicantes laterales (Itoh *et al.*, 2013, p. 54).

La capa plexiforme interna (capa 7) es una zona de interacciones sinápticas entre las fibras nerviosas de las células amacrinas y bipolares sobre las células ganglionares, estas conexiones laterales entre las células coordinan e integran la función de la retina (Sussadee *et al.*, 2015, p. 54).



Para (Cook, 2015, p.41), la capa celular ganglionar (capa 8) representa a los cuerpos voluminosos de las células ganglionares y sus dendritas que se conectan con los axones de las células bipolares en la capa plexiforme interna, esto por lo regular posee el espesor de una célula.

Capa de fibras del nervio óptico (capa 9) compuesto de axones amielínicos de las células ganglionares que se dirigen hasta el punto ciego, lugar donde se mielinizan para constituir el nervio óptico. El estrato más interno es la membrana limitante interna (capa 10), membrana basal que limita con el humor vítreo (Itoh *et al.*, 2013, p. 65).

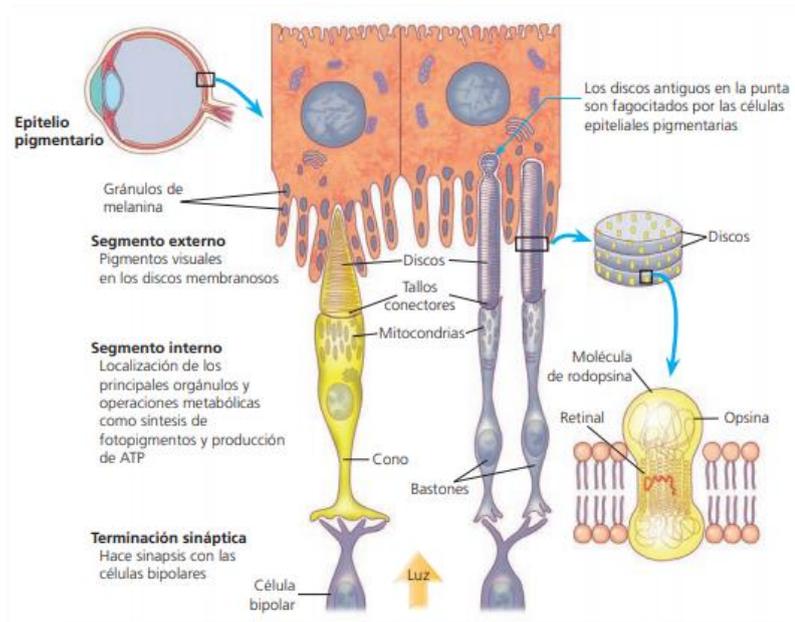
4.4.2. Estructura funcional de las células fotorreceptoras: Conos y bastones.

La retina posee dos tipos de fotorreceptores: conos y bastones, que tienen diferencias morfológicas y fisiológicas, los conos son más cortos y gruesos que los bastones, ambos son células alargadas y la luz incide siguiendo su eje longitudinal, consisten de las siguientes partes: a) región basal con núcleo y terminación axónica o cuerpo sináptico, b) un segmento interno con mitocondrias, retículo endoplasmático rugoso y aparato de Golgi, c) segmento externo unido al interno por un estrecho cilio, en los conos este segmento afilado y en los bastones es cilíndrico (Cook, 2015, p.45).

Los conos y bastones son fotosensibles ya que contienen moléculas de pigmentos visuales sensibles a la luz, en los bastones se trata de la Rodopsina y en los conos la Yodopsina, estos son proteínas conjugadas e incorporadas a las membranas de los discos en forma de proteínas transmembrana (Da Cunha, 2018, pág. 35).

Los bastones son sensibles a la luz que los conos y son más importantes para la percepción visual cuando la luz es de baja intensidad (noche), en tanto los conos no son tan sensibles a la luz como los bastones y son funcionalmente importantes cuando la intensidad luminosa es alta (día) (Platt y Olby, 2015, p. 65).

Grafico 2. Estructura de las células fotorreceptoras: conos y bastones



Fuente: (Cook, 2015)

4.4.3. Fisiología y bioquímica

La retina es el tejido metabólicamente más activo del cuerpo, por su alto consumo de oxígeno, la interrupción de la vasculatura retiniana en forma inmediata ocasiona isquemia y pérdida grave e irreversible de la función, a pesar de las reservas de glucógeno en las células de Müller, la consecuencia clínica es el desprendimiento retiniano que debe ser tratado a la brevedad posible para evitar la pérdida de la función (Cooper *et al.*, 2017, p. 40).

4.4.4. Electrofisiología retiniana básica.

La electrofisiología de los fotorreceptores y del proceso de fototransducción el cual genera los impulsos eléctricos en respuesta a la estimulación lumínica, es imprescindible. El pigmento visual de los bastones es la Rodopsina, que contiene un derivado de la Vitamina A, se localiza en las membranas de los segmentos externos de los bastones. (Lazard *et al.*, 2015). El evento inicial de la fototransducción en los segmentos externos de los fotorreceptores es la isomerización del componente 11-cis de la Rodopsina en la retina debido a la luz, la forma activa de la Rodopsina interacciona con la proteína Transductina y con el complejo enzimático de la Fosfodiesterasa, causando un incremento



en la actividad y la disminución de los niveles de Guanosina monofosfato cíclica (cGMP) (Batista *et al.*, 2016, p. 21).

Altos niveles cGMP en la oscuridad interaccionan con canales iónicos en el segmento externo de la membrana plasmática de los fotorreceptores, produciéndose así la despolarización de la membrana (Antunes *et al.*, 2013, p. 21).

4.5. PIGMENTOS VISUALES

Los pigmentos son sustancias que absorben partes del espectro visible, su color se debe a las longitudes de onda que reflejan y no a las que absorben, los pigmentos visuales en los fotorreceptores absorben un rango de longitudes de onda, con cada pigmento tiene un pico de absorción a una longitud de onda particular, este pico se conoce como absorción máxima (λ), o lambda máxima (Cooper *et al.*, 2017, p. 25).

Las moléculas de los pigmentos visuales consisten en una porción Carotenoide combinada con una proteína u Opsina, existen cuatro pigmentos visuales encargados de la absorción lumínica de los animales como la Rodopsina, Yodopsina, Porfiropsina y Cianopsina y todos son combinaciones de las opsinas de los bastones y conos con los carotenoides Retinal₁ y Retinal₂ (Sande, 2019, p. 12).

4.5.1. Adaptación a la oscuridad

Es la transición de la retina desde la adaptación a la luz (fotópico) y oscuridad (escotópico): la sensibilidad aumenta cerca de 100.000 veces, la agudeza visual es máxima en el estado fotópico, mientras que la sensibilidad es en el estado escotópico y alcanza de 30 a 40 minutos dependiendo del nivel de luminosidad antes de comenzar la adaptación (Cajamarca, 2020, pág. 25).

Al proceder la transición de la luz a la oscuridad, cuando más brillante es el nivel de luz preexistente más demora el ojo para alcanzar la sensibilidad máxima, la adaptación a la oscuridad en los animales domésticos se mide mediante:



- Incremento en la amplitud de Electrorretinograma con la adaptación a la oscuridad (Garcia, 2020, p. 35).
- Reducción en el estímulo requerido para producir una determinada amplitud de Electrorretinograma en la noche con la adaptación (Garcia, 2020, p. 35).

4.6. ELECTORRETINOGRAMA.

Es la respuesta eléctrica registrada cuando la Retina es estimulada por la luz, se emplea para valorar la función de la Retina en los perros afectados con anormalidades visuales, aun en presencia de una opacidad corneana o catarata, existe suficiente luz en la Retina para emitir una respuesta, siempre que haya funcionamiento retiniano (Torres y Tovar, 2014., p. 25).

La electrorretinografía es de provecho en las siguientes circunstancias:

- Evaluación preoperatoria de rutina de la función de la Retina antes de la extracción de catarata (Torres y Tovar, 2014., pág. 25).
- Diagnóstico de problemas retinianos en los cuales no son evidentes anormalidades oftalmoscópicas por ejemplo: degeneración progresiva de retina, hemeralopía en los Alaskan Malamute, síndrome de degeneración retiniana adquirida repentina (Garcia, 2020, p. 36).
- Diferencia de anormalidades en los fotorreceptores por ejemplo: distrofias de bastones-conos en el Elkhound Noruego, disfunción de conos en los Alaskan Malamute (Kelawala *et al.*, 2017, p. 67).
- En ceguera inexplicable en la cual no se reconocen lesiones de la retina por ejemplo: degeneración retiniana adquirida repentina en perros (Garcia, 2020, p. 40).
- Evaluación de la función retiniana previo a procedimientos para rescatar la visión, por ejemplo: antes de la remoción de un cristalino luxado o para el glaucoma (Kelawala *et al.*, 2017).



El electroretinograma es una respuesta global y no puede detectar lesiones retinianas focales, los parámetros que se miden son: amplitud, latencia de ondas a y b estos para luz roja, azul, blanca y frecuencia de fusión oscilante (Cook, 2015, p. 66).

4.7. ELECTORRETINOGRAFÍA.

Es la técnica electrodiagnóstica encargada de recoger los potenciales generados por la actividad electrofisiológica de las células de la retina, en respuesta a una serie de estímulos luminosos repetidos en un periodo de tiempo determinado (Itoh *et al.*, 2013, p.55).

Se trata de una respuesta evocada de la retina tras ejercer un estímulo luminoso y recogida a distancia del lugar de origen mediante electrodos de superficie, los potenciales recogidos por los electrodos se representan mediante una gráfica gracias al tratamiento de la señal con un programa informático (Oriá *et al.*, 2014, p. 36).

El fundamento de la técnica electroretinografía consiste en: la estimulación luminosa de la retina, recepción de las señales evocadas por las células retinianas mediante electrodos, amplificación de las señales registradas, filtrado del “ruido” de fondo procedente de señales electro fisiológicas extra-retinianas, registro, representación gráfica y lectura de los datos obtenidos (Lazard *et al.*, 2015, p. 56).

4.7.1. Bases de la electroretinografía.

Esta técnica es utilizada en lesiones oculares o neurológicas, en las que sean insuficientes para determinar la pérdida de la visión, así como para distinguir una enfermedad en la retina o en alguna estructura del sistema visual (Cajamarca, 2020, p. 65).

Según (Torres y Tovar, 2014, p. 55), la electroretinografía en los animales de compañía es muy importante para explicar una pérdida de visión de manera súbita, enfermedades hereditarias de la retina para verificar su integridad, o cuando hay una opacidad severa de la Córnea o del Cristalino.



4.7.2. Ondas identificadas con la electrorretinografía

El potencial bioeléctrico de la Retina es una respuesta generada por la diferencia del potencial entre los electrodos: registrador (lente de contacto superpuesto a la Córnea), referencia (una aguja posicionada en el canto lateral del ojo) y un electrodo tierra posicionado en el área occipital, el tamaño y forma de la onda en la ERG depende de varios factores como especie, raza y edad del paciente, así como el tipo de intensidad del estímulo luminoso, condiciones adecuadas para el examen y estado fisiológico o patológico de la Retina (Sussadee *et al.*, 2015, p. 36).

Se identifican 3 ondas en los animales domésticos: onda a negativa. - generada por las capas externas de los conos y de los bastones, onda b positiva. - generada en la capa nuclear interna principalmente por las células de Müller, onda c.- generada por la capa del epitelio pigmentado de la retina (Torres y Tovar, 2014, p. 56).

Manifiesta (Sussadee *et al.*, 2015, p. 33), que los bastones son más sensibles que los conos y funcionan en bajas condiciones de iluminación “visión escotópica” como en las noches, mientras que los conos son menos sensibles y funcionan mejor en condiciones de gran iluminación “visión fotópica”.

Las ondas a y b son las más importantes en un examen y poseen componentes fotópicos y escotópicos, la onda c presenta un largo periodo de latencia y no es analizado en una ERG clínica (García, 2020, p. 12). Las tres ondas se diferencian con referencia al periodo de latencia y amplitud; la latencia tiempo en que se tarda la Retina en responder al estímulo luminoso y se mide en milisegundos “mS”, mientras que la amplitud es la medida eléctrica de la intensidad de la respuesta de la retina al estímulo y se mide en milivots “ μV ” (Sussadee *et al.*, 2015, p. 39).

En la electrorretinografía de un ojo con disfunción de los bastones, se registrará solo la actividad de los componentes fotópicos, mientras que, en una disfunción de los conos, el registro será de los componentes escotópicos (bastones), las patologías en la retina pueden afectar la ERG tanto en el tiempo de latencia y en la amplitud o en ambos (García, 2020, p. 45).



Menciona (Torres y Tovar, 2014, p. 56.), las degeneraciones hereditarias de la retina alteran el tiempo de respuesta retinal, provocando un aumento en el tiempo de latencia y en la reducción de la amplitud de ambas ondas a y b.

4.7.3. *Respuestas de la electroretinografía*

Una respuesta de la electroretinografía a un estímulo de luz blanca después de un periodo de adaptación en la oscuridad, representa una respuesta mixta de los conos con los bastones, dominado en la mayoría por los bastones, los estímulos que separan las funciones de los fotorreceptores son derivados de una combinación de filtros que proporcionan respuestas distintas, debido a que los conos y los bastones poseen diferentes sensibilidades espectrales, (García, 2020, p. 46). En perros los bastones son más sensibles a ondas de luz de 506 nm y los conos a 550 nm, la luz azul proporciona una onda corta, mientras que la luz roja proporciona una onda de mayor longitud (Tremblay y Parkinson, 2015, p. 42).

La electroretinografía en destello usa estímulos repetidos, es un proceso útil en la separación de la función entre conos y bastones. La variación en el intervalo de estimulaciones repetidas y en la intensidad, permite el aislamiento de las señales entre conos y bastones, así que los estímulos de baja intensidad representan las respuestas obtenidas de los bastones, mientras que intensidades más altas “ ≥ 30 Hz” cuyos destellos son más rápidos, favorecen las respuestas de los conos (Cooper *et al.*, 2017, p. 42).

Los factores que afectan la ERG son: Funcionalidad entre bastones y conos, intensidad, amplitud de onda (color), frecuencia y duración del estímulo de luz, posición y tamaño palpebral, posición y tamaño del globo ocular, presión del oxígeno sanguíneo, perfusión sanguínea en el ojo, especie, raza y edad del perro, intensidad luminosa en el ambiente y tiempo en la oscuridad, pérdida visual, temperatura, nutrición, anestesia, drogas y toxinas (Tremblay y Parkinson, 2015, p. 42).

Según (Tremblay y Parkinson, 2015, p. 65), los artificios que alteran la ERG comprenden: parpadeo de los párpados o de la membrana nictitante y movimiento del globo ocular.



4.7.4. Interpretación de la electroretinografía

Según (Cooper *et al*, 2017, p. 48), la onda *a* refleja la actividad eléctrica de los fotorreceptores, cuando la hiperpolarizan como respuesta al destello lumínico, la onda *b* refleja la actividad de las células bipolares y los cambios asociados en el potencial eléctrico en las células gliales, estos proporcionan información sobre la actividad eléctrica de la retina interna.

La onda *c* refleja la actividad media del RPE (epitelio pigmentario de la Retina); sin embargo esta onda no se utiliza en protocolos de ERG de rutina, la electroretinografía requiere equipamiento y entrenamiento especializado para un adecuado manejo del equipo y la interpretación de sus resultados (Sande, 2019, p. 36).

Según la morfología del electroretinograma se distinguen cinco tipos de registró:

- Registro abolido: no existe respuesta alguna al estímulo de las luces, este parámetro es un índice de que la Retina está afectada en toda su extensión con disfunción de fotorreceptores y células bipolares, este registro es típico de APR, desprendimiento total de Retina y obstrucción de la arteria oftálmica (Lazard *et al.*, 2015, p. 76).
- Registro disminuido: reducción de las amplitudes, esta disminución es proporcional a la superficie de Retina dañada, Este patrón se encuentra en coriorretinitis extensas, desprendimientos parciales y atrofia de retina (Kelawala *et al.*, 2017, p. 56).
- Registro negativo: onda *a* normal y disminución de la amplitud de la onda *b*: presente en afección selectiva de las células bipolares o de las células de Müller, donde los fotorreceptores son normales, este registro es típico de patología vascular de la retina (Garcia, 2020, p. 47).
- Registro escotópico anormal con fotópico normal: resultado de una afección selectiva del sistema de bastones, es el registro más frecuente del inicio de la retinosis pigmentaria del hombre o de la atrofia progresiva de Retina del perro (APR) (Lazard *et al.*, 2015, p. 76).



- Registro fotópico anormal con escotópico normal: por anomalías exclusivas del sistema de conos, suele observarse en la atrofia progresiva de conos y en el monocromatismo de bastones (García, 2020, p. 52).

4.8. ATROFIA PROGRESIVA DE RETINA.

Es una enfermedad común en diferentes razas caninas, de origen hereditario y demuestra sus primeros signos cuando los perros son adultos, sin embargo en ocasiones los signos aparecen en perros muy jóvenes, esta enfermedad es degenerativa y no tiene cura, es un factor importante de ceguera en los perros, produce el desarrollo anormal de los fotorreceptores conos o bastones (Bok *et al.*, 2013, p. 10).

La degeneración bilateral de la retina neurosensitiva, son desórdenes genotípicos y fenotípicos heterogéneos, con pérdida gradual de la visión que en casos severos conduce a la ceguera total; son afecciones degenerativas heredadas de la Retina que comparten signos clínicos y oftalmológicos similares y presentan modo de herencia autosomal recesiva (García, 2020, p. 54).

Según (Svensson *et al.*, 2016, p.35), las afecciones primarias de los fotorreceptores pueden ser divididas en dos grupos: Atrofia progresiva de retina (APR) de manifestación temprana y rápida evolución (displasia de los conos, bastones y de los conos-bastones) y APR de manifestación tardía, con una evolución más lenta de la degeneración de la retina.

La APR es una enfermedad bilateral, donde el primer signo reportado por el propietario es la ceguera nocturna, la cual avanza hacia una pérdida de visión diurna y posterior una ceguera total. En la fase temprana se observan oftalmoscópicamente cambios en la refractilidad del tapetum y una ligera atenuación de los vasos periféricos de la retina. Con el desarrollo de la enfermedad se notan cambios en el tapetum y disminución vascular (Parshall *et al.*, 1991, p. 187).

En la fase tardía se evidencian áreas hiperrefractiles por todo el tapetum, un grado de despigmentación en el fondo no tapetal y atrofia de la cabeza del nervio óptico. Los reflejos pupilares se vuelven progresivamente más lentos, sin embargo, en casos de APR se queda un remanente de reflejo (Svensson *et al.*, 2016, p. 36).



La atenuación vascular es evidente en algunos casos, en donde el contorno de los vasos (vasos fantasmas) es apenas visible en la región central, la formación de catarata secundaria es común en perros en estadios avanzados, debemos tener en cuenta que es frecuente la degeneración de los bastones en primera medida, y posteriormente, de los conos (Palanova, 2016, p. 25).

4.8.1. *Atrofia progresiva de retina de manifestación temprana.*

Mencionada también como displasia, un desarrollo anormal congénito de la Retina, cuyos cambios empiezan a manifestarse en los primeros meses de edad, en este grupo podemos mencionar las siguientes razas: Setter Irlandés, Collie, Dachshund, Alaskan Malamute. Esto se debe a que las primeras manifestaciones clínicas son observadas en las primeras semanas de edad y la ceguera total ocurre en los primeros años de vida (Tavares, A. 2017, p. 450)

4.8.2. *Atrofia progresiva de retina de manifestación tardía.*

Enfermedad de manifestación tardía y lenta evolución en la ERG aparentemente no se observan cambios en las primeras semanas de vida, sin embargo una vez diagnosticados los conos y bastones aparecen afectados, existe reducción de niveles de Rodopsina en retinas de los animales afectados, así como en los portadores sugiriendo posibles alteraciones no observadas en estos animales que son considerados clínicamente normales (Komáromy *et al.*, 2016, p. 26).

En esta clasificación se encuentran las razas que tienen una evolución más lenta y en donde se puede pasar años desde la manifestación de los primeros signos clínicos hasta la pérdida completa de la visión, las primeras alteraciones oftalmoscópicas son observadas alrededor de los 3-5 años de edad y la ceguera total puede tardar hasta los 5 a 7 años; los primeros cambios observados en la ERG varían mucho entre las razas, como a partir de los 6 meses de edad en los Schnauzer Miniatura o hasta los 2 años en los Cocker Spaniel. Sin embargo en todas las razas la retina presenta áreas de hiperrefractividad y severa atenuación de su vasculatura (Palanova, 2016, p. 36)



4.8.2.1. Diagnóstico.

Según (Batista *et al.*, 2016, p. 38) menciona que, “Existe cambios electro fisiológicos asociados con la degeneración de los fotorreceptores, se puede realizar el diagnóstico prematuro de la atrofia progresiva de retina antes que se produzca cambios oftalmoscópicos en el fondo del ojo.”

4.8.3. Examen del fondo de ojo.

Debe ser observado minuciosamente el caminar del perro en el lugar donde se realiza el examen, se le permite al paciente algunos minutos para ajustarse al lugar y se observa mientras se realiza la historia médica, un paciente enfermo puede exhibir un caminar calmado, puede chocar con los objetos, rehusarse a moverse en un ambiente extraño, la impresión del propietario que el animal "ve u observa" bien es relativa, ya que los animales "memorizan" su propio ambiente (Haberer *et al.*, 2001, p. 12).

La visión del paciente debe ser evaluado; a fondo observando la respuesta a los movimientos de la mano, luces brillantes o las bolas de algodón, respuesta a la amenaza y la reacción visual se pueden realizar para evaluar la visión; cada ojo debe ser evaluado por separado tapando un ojo con un vendaje o cubriéndolo con una mano (Lazard *et al.*, 2015, p. 78).

El examen de la visión se debe realizar con luz normal y posteriormente con luz tenue para el examen de fondo de ojo existen diferentes métodos entre los cuales se describen:

- **Pruebas de comportamiento:** Valora la capacidad de seguir objetos en movimiento (ejemplo: bolas de algodón), esquivar obstáculos y escaleras tanto en condiciones fotópicas (luz) y escotópicas (oscuridad) (Cajamarca, 2020, p. 26).
- **Reflejos:** Los reflejos pupilares a la luz, la respuesta de amenaza y el reflejo de Dazzle pueden proporcionar una evaluación rápida de la capacidad visual (Cajamarca, 2020, p. 26).



- **Oftalmoscopia:** La oftalmoscopia directa e indirecta es básica para el examen de las enfermedades retinianas (Lazard *et al.*, 2015, p.56).
- **Ecografía:** Es útil en casos en los que la opacificación de los medios oculares impide la exploración oftalmoscópicas del fondo del ojo (Cajamarca, 2020, p. 26).
- **Angiografía con fluoresceína:** Técnica poco frecuentemente en el examen clínico de alteraciones del fondo de ojo en perros, es útil para el examen de enfermedades vasculares de la retina, ya que la fluorescencia del tapetum combinada con la ausencia de melanina en el epitelio pigmentario retiniano (RPE) puede enmascarar la visualización de los capilares en esta región (Lazard *et al.*, 2015, p. 56).
- **Electrorretinografía:** Mide la respuesta eléctrica de la retina a un destello lumínico o a un patrón de estímulos que depende de la actividad de los fotorreceptores, la medición de los potenciales visuales evocados (VEP) permite la evaluación, con poco detalle, de la actividad eléctrica que se produce en la corteza occipital en respuesta a los estímulos luminosos (Torres, D. 2010, p. 33).

4.9. ANESTESIA

Para realizar los estudios electrofisiológicos en los perros es necesario recurrir a una anestesia superficial, el registro de señales eléctricas relacionadas con el sistema visual en el perro no es doloroso, pero requiere cierto grado de cooperación, por lo tanto, el recurso a la anestesia general es inevitable salvo en contadas excepciones (Lazard *et al.*, 2015, p. 26).

En perros, para procedimientos cortos se puede recurrir a la sedación con Xilacina y Propofol, pero para procedimientos largos es necesaria la anestesia general, es importante el tipo de anestésico a utilizar ya que estos tienen en mayor o menor medida efectos sobre los registros electrofisiológicos, entre los anestésicos más utilizados para la realización del electroretinograma son la Ketamina asociada a agonistas α -2 adrenérgicos (Martin *et al.*, 2015, p. 56).



4.9.1. Xilacina

Fármaco agonista α -2 adrenérgico cumple funciones como analgésico, sedante no narcótico y relajante muscular, todos estos efectos son mediados por la depresión del sistema nervioso central, su efecto relajante muscular se basa en la inhibición de la transmisión intraneural de impulsos en el SNC. La vía de aplicación es IV o IM, produce un estado de sueño de 1 a 2 horas con un efecto analgésico de 15 a 30 minutos, este medicamento puede causar alteraciones en el sistema cardiovascular, como hipertensión o hipotensión, bradicardia (Otero, 2006, p. 55).

A nivel gastrointestinal suprime la secreción de saliva, jugos gástricos y motilidad gastrointestinal, reduce el reflejo de deglución y es un excelente fármaco para anular el dolor provocado por cólicos. En los perros produce emesis frecuentemente ya que estimula directamente el centro emético (Cook, 2015, p.24).

La Xilacina es un cristal incoloro, con sabor agrio, fácilmente soluble en agua y estable en solución, este fármaco se usa ampliamente en la medicina veterinaria para inmovilizar a los perros y efectuar procedimientos de mínima invasión, se usa además como medicamentos pre anestésicos ya que ofrece resultados beneficiosos para el desarrollo de una anestesia general, su dosis es 0,5-1 mg/Kg IV o 1-2 mg/Kg IM. Existen ventajas del uso de la Xilacina ya que hay fármacos antagonistas selectivos que revierten rápidamente las acciones producidas por las mismas como este caso es la Yohimbina (Perez, 2010, p. 87).

4.9.2. Yohimbina

Es un α -antagonista de receptores adrenérgicos centrales, específico, que atraviesa la barrera hematoencefálica, la bloquea y desplaza de los receptores y antagoniza así su acción en SNC, cardiovascular y respiratorio. Se utiliza para revertir los efectos adversos de la xilacina su rango de dosis oscila de 0,1 a 0,2 mg/Kg en perros (Perez, 2010, p.95).

4.9.3. Propofol

Es uno de los más utilizados para la intubación y posterior mantenimiento, no afecta a los



tiempos de recuperación de la anestesia, en el perro provoca hipotensión transitoria tras su inyección intravenosa, tiene una farmacocinética rápida y sus efectos cardiovasculares desaparecen a los pocos minutos de su administración (Martin *et al.*, 2015, p. 66).

Manifiesta (Bergamasco *et al.*, 2017, p. 69), que el Propofol tiene menos efectos sobre los potenciales corticales y subcorticales que los anestésicos inhalatorios en el perro, además el uso de este fármaco no modifica la PIO.

4.9.4. Efectos sobre la electrorretinografía

Los anestésicos no tienen efectos sobre la electrorretinografía, para algunos autores, mientras que para otros el anestésico en el hombre disminuye la amplitud de la onda b de la ERG sin modificar su latencia, debido a cambios metabólicos en la retina, dichos efectos fueron más evidentes en condiciones escotópicas, disminuyendo un poco la amplitud de la onda A y bastante la onda B (Tremblay y Parkinson, 2015, p. 52).



CAPITULO V: MATERIALES Y MÉTODOS

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. *Físicos*

- Bozales
- Termómetros
- Fonendoscopio
- Balanza
- Algodón
- Cámara de video
- Tablero
- Guantes de inspección
- Electrorretinógrafo
- Computadora
- Equipo de venoclisis
- Gasa
- Catéter
- Esparadrapo
- Bomba de infusión
- Concentrador de oxígeno
- Linterna de colores
- Tonómetro
- Lámpara de hendidura

5.1.2. *Químicos*

- Alcohol
- Clorhexidina
- Solución fisiológica
- Xilacina
- Propofol



- Tropicamida 1%
- Test de Schirmer
- Test de Fluoresceína

5.1.3. *Biológicos*

- 40 perros de diferentes razas

5.2. **MÉTODO**

La investigación se realizó en la provincia de Pichincha, Quito, en las instalaciones del hospital veterinario MEDIPET, ubicado en la av. Brasil N47-362 entre Santiago Duarte y Jalil, sector la Concepción, y fue un estudio: observacional, descriptivo y transversal.

La población que se estimó para la investigación se basó en el historial de pacientes que posee el hospital veterinario MEDIPET que fue de 840 pacientes permanentes, con edades comprendidas de 4 – 168 meses, sin distinción de condición sexual, ni raza.

La muestra para el estudio fue de 40 perros; los cuales se encontraban categorizados por sexo, edad comprendida de 4 - 168 meses; además, se consideró el costo que conlleva la realización de la electrorretinografía por cada paciente, para la investigación se utilizó animales tratados en el Hospital MEDIPET, las razas se seleccionaron en base a la demanda teniendo en cuenta las prevalencias reportadas de las enfermedades en otros países.

De los mismos se obtuvo sus registros, edad aproximada, sexo por inspección visual, clasificándolos en hembras enteras (HE), machos enteros (ME), hembras castradas (HC) y machos castrados (MC).

De acuerdo con la mayoría de estudios publicados en animales (Kelawala et al., 2017, Torres y Tovar, 2014, Jeong et al., 2013, Svensson et al., 2016, Itoh et al., 2013), se emplearon 12 perros para diseñar un protocolo de duración y realización de la electrorretinografía.



5.3. VARIABLES

5.3.1. Independiente

- Estado del perro con y sin anestesia

5.3.2. Dependiente

- Lectura de la electroretinografía con y sin anestesia

5.3.3. *Obtención de datos.*

Los datos recopilados a partir de la electroretinografía fueron registrados en una historia clínica junto con un informe de examen oftálmico que se realizó a cada paciente.

5.4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación se respaldó en una metodología exploratoria según la profundidad de estudio al caracterizar el estado de conciencia de la especie canina (con y sin anestesia) luego de aplicar la electroretinografía, además se analizó el examen clínico de cada perro.

5.4.1. *Técnica de campo o laboratorio.*

Todos los animales fueron sometidos a un examen clínico – oftalmológico completo, que constaba de evaluación clínica de las funciones visuales por respuesta a la amenaza y reflejos como luz pupilar, prueba de fluoresceína, tonometría, examen oftálmico con lámpara de hendidura de mano.

Electroretinografía en paciente no anestesiado. - se aplicó una gota intraocular de Tropicamida 1% para provocar midriasis en el paciente, se colocó el electrodo activo en el limbo corneo escleral y el electrodo de referencia se situó a la mitad entre el canto lateral del ojo y la oreja, finalmente se colocó el electrodo de tierra en la parte superior del cuello en la línea media del hueso occipital, se evaluó las respuestas fotópicas y respuestas escotópicas. Con los registros obtenidos del



electrorretinograma, se procedió a la lectura de los resultados obtenidos (Narfström *et al.*, 2016, p. 36).

Electrorretinografía con pacientes anestesiados, una vez concluido el estudio sin anestesia se procedió a un examen minucioso de su estado de salud general para evitar riesgos anestésicos indeseados en el momento de la toma de muestra, los animales fueron sometidos al ayuno de 6 a 8 horas antes del proceso de sedación y anestesia, a fin de evitar presencia de emesis en el procedimiento.

La estrategia anestésica utilizada fue:

- Fluidoterapia a 2,5ml/Kg/h con Lactato de Ringer.
- Pre oxigenación 10 a 15 minutos.
- Sedación con Xilacina a dosis de 0,5 -0,75mg/kg.
- Propofol: dosis 3-6mg/kg
- Oxigenoterapia post anestesia.
- Antagonista alfa 2 adrenérgico: Yohimbina 0,1mg/kg EV lento

Posteriormente se colocó el electrodo activo en el limbo corneo escleral y el electrodo de referencia se situó a la mitad entre el canto lateral del ojo y la oreja y finalmente colocamos el electrodo de tierra en la parte superior del cuello en la línea media del hueso occipital, se evaluaron las respuestas de las células y lectura del electroretinograma (Narfström *et al.*, 2016, p. 36).

5.5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL ELECTRORETINOGRAMA.

Consistió en la observación de la morfología de la gráfica y de las distintas ondas registradas, el análisis de los parámetros de amplitud y tiempo implícito de las ondas “a” y “b”, comparando los registros de ambos ojos en busca de asimetrías funcionales.

5.5.1. Criterios de inclusión

Los caninos estuvieron sanos, no presentaron enfermedades sistémicas, que pudieran afectar los resultados de la investigación.



5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El método estadístico que se empleó fue el análisis exploratorio de datos para describir el porcentaje de resultados derivados de funcionalidad normal en la retina, presencia de Atrofia progresiva de retina temprana y avanzada, como parte del estudio bivariado se utilizó la prueba de Mc Nemar con el fin de identificar si el uso de anestésico generaba mayor precisión en el diagnóstico de anomalías en la retina luego de la lectura del electroretinograma, finalmente se construyeron modelos de regresión logística que permitieron evaluar la relación que tiene la variable dependiente e independiente, junto con ello encontrar un modelo de pronóstico que permita conocer en función de los odd ratio la posibilidad de que un perro tenga Atrofia progresiva de retina temprana o avanzada. El paquete estadístico usado fue SPSS gratuito versión 21.

CAPITULO VI: RESULTADOS

6.1. Análisis de la Funcionalidad de la retina en los perros anestesiados y no anestesiados.

Tabla 1-6. **Funcionalidad ojo derecho**

		Funcionalidad Ojo Derecho			Total
		Normal	APRT Baja intensidad de ondas	No ve APRA	
Sin anestesia	Recuento	27	9	4	40
	% dentro de Estado del Ojo	67,5%	22,5%	10,0%	100,0%
Con anestesia	Recuento	17	16	7	40
	% dentro de Estado del Ojo	42,5%	40,0%	17,5%	100,0%

Tras la lectura del electroretinograma en el ojo derecho se observó que, el 67,5% de los perros poseían una funcionalidad normal de la Retina cuando no se usa anestesia, el porcentaje disminuye un 25% cuando se utilizó anestesia, con relación a la presencia de APRT se detectó en mayor porcentaje la anomalía cuando se utiliza anestesia pues supera en 17,5 unidades porcentuales a los casos identificados sin el uso de anestésico, en cuanto a la detección de APRA el uso de anestésico superó en 7,5% a los casos identificados cuando no se usa anestesia.

Tabla 2-6 : **Funcionalidad ojo izquierdo**

		Funcionalidad Ojo Izquierdo			Total
		Normal	APRT Baja intensidad de ondas	No ve APRA	
Sin anestesia	Recuento	26	9	5	40
	% dentro de Estado del Ojo	65,0%	22,5%	12,5%	100,0%
Con anestesia	Recuento	13	20	7	40
	% dentro de Estado del Ojo	32,5%	50,0%	17,5%	100,0%

Con relación al ojo izquierdo se observó que, el 65% de los perros mantuvieron una funcionalidad normal de la Retina cuando no se usa anestesia, el porcentaje disminuye en un 32,5% cuando se utiliza anestesia, con relación a la presencia de APRT se detectó en mayor porcentaje la anomalía cuando se utiliza anestesia pues supera en 27,5 unidades porcentuales a los casos identificados sin el uso de anestésico, en cuanto a la detección de APRA el uso de anestésico superó en 5% a los casos identificados cuando no se usa anestesia.



6.2. Comparar el número de casos positivos identificados con lesiones de la retina, evaluados con anestesia vs sin anestesia.

Tabla 3-6: Casos positivos

			Estado	
			Sin anestesia	Con anestesia
Lesiones	Atrofia progresiva de retina temprana	Ojo Derecho	9	16
		Ojo Izquierdo	9	20
	Atrofia progresiva de retina avanzada	Ojo Derecho	4	7
		Ojo Izquierdo	5	7

Con respecto a las lesiones identificadas en los perros se observó la presencia de APRT y APRA. En cuanto a identificar Atrofia progresiva de retina temprana sin uso de anestésico se detectaron 9 casos en el ojo derecho e izquierdo, la cifra se incrementó con el uso de anestésico ya que se identificó 16 casos de APRT en el ojo derecho y 20 casos en el ojo izquierdo lo que evidenció que la mascota al estar anestesiada desarrolla menos movimientos corporales y la lectura del electroretinograma se vuelve más precisa. En relación con los casos de Atrofia progresiva de retina avanzada se contabilizaron 4 casos en el ojo derecho y 5 casos en el ojo izquierdo sin el uso de anestésico, de igual forma que la anomalía anterior los casos aumentaron al usar anestesia evidenciando la presencia de 7 casos tanto en el ojo derecho como izquierdo.

6.3. Sugerir la condición más apropiada para el diagnóstico de la Atrofia progresiva de retina en base a los resultados a obtener.

Para decidir si se puede o no recomendar el uso de anestesia en la evaluación de problemas de retina se utilizó la prueba de Mc Nemar con un 95% de confianza con el objetivo de observar si se generó un cambio significativo de casos identificados con relación a los resultados sin el uso de anestésico. Las hipótesis del contraste fueron:

H₀: El uso de anestésico detecta mayor casos de problemas de retina frente a no usar anestesia.

H₁: El uso de anestésico no detecta mayor casos de problemas de retina frente a no usar anestesia.



Tabla 4 -6: Anomalías presentes en los ojos

Ojo_Derecho	Ojo_Izquierdo	
	Atrofia progresiva de retina temprana	Atrofia progresiva de retina avanzada
Atrofia progresiva de retina temprana	21	4
Atrofia progresiva de retina avanzada	6	5

La tabla de contingencia evidenció que tanto en el ojo derecho como izquierdo hay mayores casos de Atrofia progresiva de retina temprana.

Tabla 5-6: Estadísticos de contraste^a

	Anomalías presentes en los ojos
N	36
Sig. exacta (bilateral)	0,754 ^b

a. Prueba de McNemar

b. Se ha usado la distribución binomial.

Con respecto al valor de probabilidad del contraste (0,754) no se rechaza la hipótesis nula pues el valor de probabilidad es mayor al nivel de significancia del 5%, es decir el uso de anestésico permitió identificar la mayor cantidad de casos tanto de Atrofia progresiva de Retina temprana como de Atrofia progresiva de Retina avanzada

Por otra parte, se construyeron dos modelos de regresión logística binaria, uno para el ojo derecho y otro para el ojo izquierdo con el objetivo de indicar de forma más precisa el requerimiento de anestesia en la detección de los problemas de Retina.

Modelo logístico binario para detectar problemas de retina en el ojo derecho

Tabla 6-6: Codificación de la variable dependiente

Valor original	Valor interno
Atrofia progresiva de retina temprana	0
Atrofia progresiva de retina avanzada	1

El valor 1 identificó a la categoría de la variable dependiente que se buscó sea el resultado evaluado (en nuestro caso “APRA en el ojo derecho”), ya que ello permitió comprender mejor el coeficiente de la variable independiente (Uso de anestesia): un coeficiente de regresión positivo indicó que la probabilidad de presentar APRA (valor interno 1) incrementa con el solo hecho de usar anestesia para observar anomalías en el ojo derecho.

Tabla 7 -6 : Clasificación^a

	Observado	Pronosticado		
		Anomalía		Porcentaje correcto
		Atrofia progresiva de retina temprana	Atrofia progresiva de retina avanzada	
Paso 1	Atrofia progresiva de retina temprana	54	0	100,0
	Atrofia progresiva de retina avanzada	23	0	,0
	Porcentaje global			70,1

a. El valor de corte es 0,500

La tabla de clasificación indicó que el modelo logístico acierta en la identificación de Atrofia progresiva de retina temprana en el ojo derecho en un 70,1% de los casos cuando el perro se encuentra anestesiado.

Se evidenció que el modelo calcula unas probabilidades de Y menores de 0,5 para todos los casos, por los que los clasifica como “Atrofia progresiva de retina avanzada” mientras



que con el uso de anestésico el modelo identifica de mejor manera a los casos de perros con Atrofia progresiva de retina temprana.

Tabla 8-6: Variables en la ecuación

	B	E.T.	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)	
							Inferior	Superior
Paso 1 ^a Uso_anestésico(1)	0,061	0,499	0,015	1	0,030	1,063	0,400	2,826
Constante	-0,882	0,343	6,609	1	0,010	0,414		

a. Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Uso_anestésico.

Con estos datos se construyó la ecuación de regresión logística que nos permitió predecir la probabilidad de detectar APRA si un perro usa anestesia durante la toma de datos de electroretinograma en el ojo derecho.

$$P(\text{Anomalía} = \text{APRA}) = \frac{1}{1 + \exp(0,882 - 0,061 * \text{Uso de anestésico})}$$

Así, un perro que presente problemas de retina y decida el dueño le apliquen anestesia para evaluar la anomalía en el ojo derecho (Uso de anestesia = 1) tendría, según esta ecuación logística, una probabilidad de

$$P(\text{Anomalía} = \text{APRA}) = \frac{1}{1 + \exp(0,882 - 0,061 * 1)} = 0,30$$

Como la probabilidad predicha es menor que 0,50 la anomalía se clasificaría en el grupo de los perros que tienen Atrofia progresiva de retina temprana en el ojo derecho.

Modelo logístico binario para detectar problemas de retina en el ojo izquierdo

Tabla 9-6: Codificación de la variable dependiente

Valor original	Valor interno
Atrofia progresiva de retina temprana	0
Atrofia progresiva de retina avanzada	1

El valor 1 identificó a la categoría de la variable dependiente que se buscó sea el resultado evaluado (en nuestro caso “Atrofia progresiva de retina avanzada en el ojo izquierdo”), ya que ello permitió comprender mejor el coeficiente de la variable independiente (Uso de anestesia): un coeficiente de regresión positivo indicó que la probabilidad de presentar Atrofia progresiva de retina avanzada (valor interno 1) incrementa con el solo hecho de usar anestesia para observar anomalías en el ojo izquierdo.

Tabla 10-6: **Clasificación^a**

	Observado	Pronosticado		
		Anomalía OS		Porcentaje correcto
		Atrofia progresiva de retina temprana	Atrofia progresiva de retina avanzada	
Paso 1	Atrofia progresiva de retina temprana	29	0	100,0
	Anomalía OS Atrofia progresiva de retina avanzada	12	0	,0
	Porcentaje global			70,7

a. El valor de corte es 0,500

La tabla de clasificación indicó que el modelo logístico acierta en la identificación de Atrofia progresiva de retina temprana en el ojo izquierdo en un 70,7% de los casos cuando el perro se encuentra anestesiado.

Se demostró que el modelo calcula unas probabilidades de Y menores de 0,50 para todos los casos, por los que los clasifica como “APRA en el ojo izquierdo” mientras que con el uso de anestésico el modelo identifica de mejor manera a los casos de perros con APRT en el ojo izquierdo.

Tabla 11-6: **Variables en la ecuación**

	B	E.T.	Wald	gl	Sig.	Exp(B)	I.C. 95% para EXP(B)		
							Inferior	Superior	
Paso 1 ^a	Uso anestésico	-0,462	0,710	0,424	1	0,015	0,630	0,157	2,533
	Constante	-0,126	1,199	0,011	1	0,016	0,882		

a. Variable(s) introducida(s) en el paso 1: Uso anestésico

Con estos datos se construyó la ecuación de regresión logística que permitió predecir la probabilidad de detectar APRA si un perro usa anestesia durante la toma de datos de



electrorretinograma en el ojo izquierdo.

$$P(\text{Anomalía} = \text{APRA}) = \frac{1}{1 + \exp(0,126 - 0,462 * \text{Uso de anésteico})}$$

Así, un perro que presente problemas de retina y decida el dueño le apliquen anestesia para evaluar la anomalía en el ojo derecho (Uso de anestesia = 1) tendría, según esta ecuación logística, una probabilidad de

$$P(\text{Anomalía} = \text{APRA}) = \frac{1}{1 + \exp(0,126 - 0,462 * 1)} = 0,58$$

Como la probabilidad predicha es mayor que 0,50 la anomalía se clasificaría en el grupo de los perros que tienen Atrofia progresiva de retina avanzada en el ojo izquierdo.



CAPITULO VII: DISCUSIÓN

7. DISCUSIÓN

En esta investigación se detectaron 9 casos de APRT en el ojo derecho e izquierdo sin uso de anestesia, la cifra se incrementó con el uso de anestésico ya que se identificaron 16 casos de APR en el ojo derecho y 20 casos en el ojo izquierdo lo que demostró que los perros al estar anestesiados desarrollan menos movimientos corporales y la lectura del electroretinograma es más precisa. En relación con los casos de APRA se contabilizaron 4 casos en el ojo derecho y 5 casos en el ojo izquierdo sin el uso de anestésico, de igual forma que la anomalía anterior los casos aumentaron al usar anestesia evidenciando la presencia de 7 casos tanto en el ojo derecho como izquierdo.

Si comparamos con el estudio de (Bok et al., 2013) se determinó que de las muestras de perros evaluados (n=40), con anestesia se diagnosticó APRT en 16 perros, lo cual representa el 40% tanto del ojo derecho como del izquierdo, mientras que de perros no anestesiados existió porcentajes menores del 22,5% esta diferencia porcentual se debe a que la anestesia permite que los pacientes no desarrollen movimientos oculares, lo que facilita ejecutar la lectura del electroretinograma de forma precisa, lo que concuerda con (Itoh et al., 2013), es decir la anestesia profunda garantiza tres condiciones importantes para los exámenes oculares: acinesia, analgesia y la normotonía ocular así lo manifiesta (Haberer et al., 2001), además del uso necesario de midriáticos, protocolo de anestesia profunda y la colocación adecuada de electrodos de registro como lo afirma (Torres y Tovar, 2014), lo cual permite diagnosticar de manera precisa la APR.

De la misma manera el estudio realizado por (Tavares et al., 2017), al igual que la presente investigación detallan el diagnóstico en perros de la APRT en porcentajes del 31,37% de un total de 51 animales analizados, muy cercano al 40% diagnosticado en pacientes de MEDIPET con el uso de anestesia a base de Propofol como el uso de dilatadores de pupila, de la misma manera la investigación realizada por (Parshall, et al., 1991) detalla el diagnóstico de atrofia progresiva de retina (APR) en Schnauzer miniatura en un porcentaje del 23%, todos los perros recibieron un protocolo similar a la presente investigación, anestesia profunda y uso tópico de Tropicamida al 1%, lo cual demuestra que la electroretinografía debe realizarse con anestesia, puesto que se observan un mayor



porcentaje de ondas a y b bajas y de ausencia de registro de ondas, sin presencia de artefactos que alteren los resultados en comparación con los no anestesiados, lo que corrobora (Torres, 2010) y así evitar los errores en el diagnóstico, igualmente un estudio similar efectuado en Korea del Sur (Bok et al., 2013) detalló que los perros afectados por ARR fueron diagnosticados bajo anestesia general, en la cual el 21,21% del total de animales evaluados en el Hospital Veterinario de la Universidad Nacional de Seúl, tenían APR, sin especificar la temprana o avanzada, las investigaciones detalladas demuestran que la prueba de electrorretinografía es una herramienta muy importante para determinar a tiempo problemas de APR en perros, tanto cachorros como adultos, así lo determinó (Svensson et al., 2016) en la cual 10 perros Pastor Polaco de Valée de 15 mostraron signos compatibles con APR, así como lo demostró el presente estudio sin importar la edad de los animales se estableció la presencia de la enfermedad, la cual esta desestimada por falta de adecuados protocolos al momento de realizar la prueba de ERG.



CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- La lectura del electroretinograma en el ojo derecho e izquierdo evidencia que un porcentaje promedio del 66,2% de los perros evaluados presentaron una funcionalidad normal, la detección de APRT fue más evidente cuando al perro hizo uso de anestesia previo al examen veterinario, de igual manera para detectar APRA el requerimiento de anestesia fue evidente en relación al número de casos hallados.
- En cuanto a identificar Atrofia progresiva de retina temprana sin uso de anestésico se detectaron 9 casos en el ojo derecho e izquierdo, la cifra se incrementó con el uso de anestésico ya que se identificó 16 casos de APRT en el ojo derecho y 20 casos en el ojo izquierdo lo que evidenció que la mascota al estar sedada desarrolla menos movimientos corporales y la lectura del electroretinograma se vuelve más precisa. En relación con los casos de Atrofia progresiva de retina avanzada se contabilizaron 4 casos en el ojo derecho y 5 casos en el ojo izquierdo sin el uso de anestésico, de igual forma que la anomalía anterior los casos aumentaron al usar anestesia evidenciando la presencia de 7 casos tanto en el ojo derecho
- En relación a la sugerencia del uso de anestésico para diagnosticar la presencia de APRT y APRA es evidente la incorporación de anestesia previo a la lectura del electroretinograma mejora la posibilidad de identificar las anomalías, tanto la prueba de McNemar como los modelos logísticos binarios evidenciaron mediante tablas de clasificación para los ojos derecho e izquierdo que el uso de anestesia permite detectar el 70,10% y 70,70% de APRT y APRA.



8.2. RECOMENDACIONES

- Sugerir el uso de la electroretinografía como un método de diagnóstico en la clínica diaria de los perros, a fin de detectar a tiempo la enfermedad de la APR, y evitar que la enfermedad avance y que el perro llegue a perder su visión.
- Realizar estudios con diferentes protocolos anestésicos a fin de obtener más información sobre la electroretinografía ERG.



BIBLIOGRAFÍA

- Antunes, L., Golledge, H., Roughan, J. y Flecknell, P. (2013). *Comparación de la actividad electroencefalograma y las respuestas evocadas auditivas durante la anestesia isoflurano y halotano en la rata* (Segunda edición ed.). Texas, Estados Unidos : Veterinary anaesthesia and analgesia.
- Batista, C., Laus, J. L., Nunes, N., Patto Dos Santos, P., y Costa, J. L. (2016). Evaluation of intraocular and partial CO₂ pressure in dogs anesthetized with propofol. *Veterinary ophthalmology*, 3(1), 17–19. <https://doi.org/10.1046/j.1463-5224.2000.00099.x>
- Bergamasco, L., Accatino, A., Priano, L., Neiger-Aeschbacher, G., Cizinauskas, S., y Jaggy, A. (2017). Quantitative electroencephalographic findings in beagles anaesthetized with propofol. *Veterinary journal (London, England: 1997)*, 166(1), 58–66. [https://doi.org/10.1016/s1090-0233\(02\)00254-x](https://doi.org/10.1016/s1090-0233(02)00254-x)
- Bok, M., Ae, S., Kim, S. E., Park, Y., Narfström, K., y Seo, K. (2013). Clinical and electroretinographic findings of progressive retinal atrophy in miniature schnauzer dogs of South Korea. *Journal of Veterinary Medical Science*, 75(10), 1303–1308. <https://doi.org/10.1292/jvms.12-0358>
- Cajamarca, P. (2020). *El examen ocular de perros y gatos en Veterinaria*. https://www.foyel.com/paginas/2010/01/1142/el_examen_ocular_de_perros_y_gatos_en_veterinaria/
- Cook, C. (2015). *Oftalmología De Pequeños Animales*. Buenos Aires, Argentina. Editorial book.
- Cooper, A. E., Ahonen, S., Rowlan, J. S., Duncan, A., Seppälä, E. H., Vanhapelto, P., Lohi, H., y Komáromy, A. M. (2014). A novel form of progressive retinal atrophy in Swedish vallhund dogs. *PloS one*, 9(9), e106610. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106610>
- Cooper, A., Rowlan, J., Seppälä, E y Vanhapelto, P. (2017). *Manual de oftalmología en pequeños animales*. Barcelona, España: BSAVA.
- Da Cunha, O. (2018). *Manual de oftalmología veterinária*. <https://pdfslide.net/documents/manual-de-oftalmologia-veterinaria-olices-cunha-1.html>
- García, P. (2020). *Generalidades de la técnica de la Electrorretinografía en perros*. <http://www.covetsantafe.com/enfermedades/electrorretinografia/>
- Haberer, J., Obstler, C., Deveaux, A., y Zahwa, A. (2001). Anestesia en oftalmología. *Revista Mexicana de Anestesiología*, 1(2), 1–27.
- Itoh, Y., Maehara, S., Itoh, N., Yamashita, K., y Izumisawa, Y. (2013). Electroretinography recordings using a light emitting diode active corneal electrode in healthy beagle dogs. *Journal of veterinary science*, 14(1), 77–84. <https://doi.org/10.4142/jvs.2013.14.1.77>
- Jeong, M. B., Park, S. A., Kim, S. E., Park, Y. W., Narfström, K., y Seo, K. (2013). *Clinical and electroretinographic findings of progressive retinal atrophy in miniature schnauzer dogs of South Korea*. *The Journal of veterinary medical science*, 75(10), 1303–1308. <https://doi.org/10.1292/jvms.12-0358>
- Kelawala, D. N., Patil, D. B., Parikh, P. V., Sheth, M. J., Joshi, C. G., y Reddy, B. (2017). Clinical studies on progressive retinal atrophy in 31 dogs. *Iranian journal of veterinary research*, 18(2), 119–123.
- Komáromy, A. M., Brooks, D. E., Dawson, W. W., Källberg, M. E., Ollivier, F. J., y Ofri, R. (2016). Technical issues in electrodiagnostic recording. *Veterinary*



- ophthalmology*, 5(2), 85–91. <https://doi.org/10.1046/j.1463-5224.2002.00229.x>
- Lazard, P., Rigaudière, F., Rosolen S., y Règnier, A. (2015). Électrophysiologie oculaire. *Encyclopédie Vétérinaire*, Issue, 2000 pages. ISSN12-0828 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1283082800000077>
- Martín, E., Redondo, J. I., Molleda, J. M., Santisteban, J. M., López, R., y Gómez, R. (2015). Effects of sevoflurane, isoflurane and halotane anaesthesia on fluorescein angiographic phases of dogs: a comparative study. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 48(5), 267–275. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.2001.00341.x>
- Narfström, K., Ekestén, B., Komáromy, A. M., Ofri, R., y Petersen-Jones, S. M. (2016). Guidelines for clinical electroretinography in the dog: 2012 update. *Documenta ophthalmologica. Advances in ophthalmology*, 127(2), 79–87. <https://doi.org/10.1007/s10633-013-9388-8>
- Oriá, A., Lázaro, P., Honsho, C., Dórea Neto, F. y Laus, J. (2014). *Considerations about electroretinography in dogs*. *Ciencia Rural*. ISSN 1678-4596 <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000100053>
- Otero, P. (2006). *Anestesia Veterinaria*. Buenos Aires, Argentina : Inter-Mèdica.
- Palanova A. (2016). *The genetics of inherited retinal disorders in dogs: implications for diagnosis and management*. *Veterinary medicine (Auckland, N.Z.)*, 7, 41–51. <https://doi.org/10.2147/VMRR.S63537>
- Parshall, C. J., Wyman, M., Nitroy, S., Acland, G., & Aguirre, G. (1991). Photoreceptor Dysplasia : An Inherited Progressive Retinal Atrophy of Miniature Schnauzer Dogs. *Progress in Veterinary & Comparative Ophthalmology*, 1(3), 187–203. Retrieved from https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1132&context=vet_papers
- Perez, A. (2010). *Manual de analgesia y anestesia en el perro*. Madrid, España: Mc Graw Hill Interamericana.
- Pérez, E., Hernández, O., Rodríguez, Y., y Gómez González, J. (2018). *Obtención, interpretación y usos del electrorretinograma multifocal*. *Revista Cubana de Oftalmología*, 29(1) <http://www.revoftalmologia.sld.cu/index.php/oftalmologia/article/view/297>
- Platt, R y Olby, N. (2015). *Manual de Neurología en Pequeños Animales* (Segunda edición ed.). Barcelona, España: Asturias.
- Sande, P.(2019). *Enfermedades de la retina felina*. *Revista Oftalmologia*. <http://www.aveaca.org.ar/enfermedades-de-la-retina-felina-pablosande-veterinario/>
- Sussadee, M., Phavaphutanon, J., Kornkaewrat, K., y Thayananuphat, A. (2015). Normal clinical electroretinography parameters for poodle, Labrador retriever, Thai ridgeback, and Thai Bangkaew. *Journal of veterinary science*, 16(1), 67–74. <https://doi.org/10.4142/jvs.2015.16.1.67>
- Svensson, M., Olsén, L., Winkler, P. A., Petersen-Jones, S. M., Bergström, T., Garncarz, Y., y Narfström, K. (2016). Progressive retinal atrophy in the Polski Owczarek Nizinny dog: a clinical and genetic study. *Veterinary ophthalmology*, 19(3), 195–205. <https://doi.org/10.1111/vop.12284>
- Tavares, A., Duque, J., Teruo, M., Dreher, B., Bacellar-Galdino, M., Mireille, L., ... Montiani-Ferreira, F. (2017). Characterization of a novel form of progressive retinal atrophy in Whippet dogs: a clinical, electroretinographic, and breeding study. *Veterinary Ophthalmology*, 20(5), 450–459.



<https://doi.org/10.1111/vop.12448>

Torres, D. (2010). *Electrodiagnóstico: protocolo clínico y estandarización de electrorretinografía (ERG) y potenciales evocados visuales (PEV) en el perro beagle*. Universidad de Murcia

Torres, D., y Tovar, M. (2014). Protocolo combinado de PEV y ERG en perros beagle para evaluar la integridad funcional de las vías visuales. *Archivos de medicina veterinaria*, 46(2), 289-297.

<https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000200015>

Tremblay, F., y Parkinson, J. E. (2015). Alteration of electroretinographic recordings when performed under sedation or halogenate anesthesia in a pediatric population. *Documenta ophthalmologica. Advances in ophthalmology*, 107(3), 271–279. <https://doi.org/10.1023/b:doop.0000005336.08147.fc>

Turner, S. (2010). *Oftalmología de pequeños animales*. Elsevier España.

ANEXOS

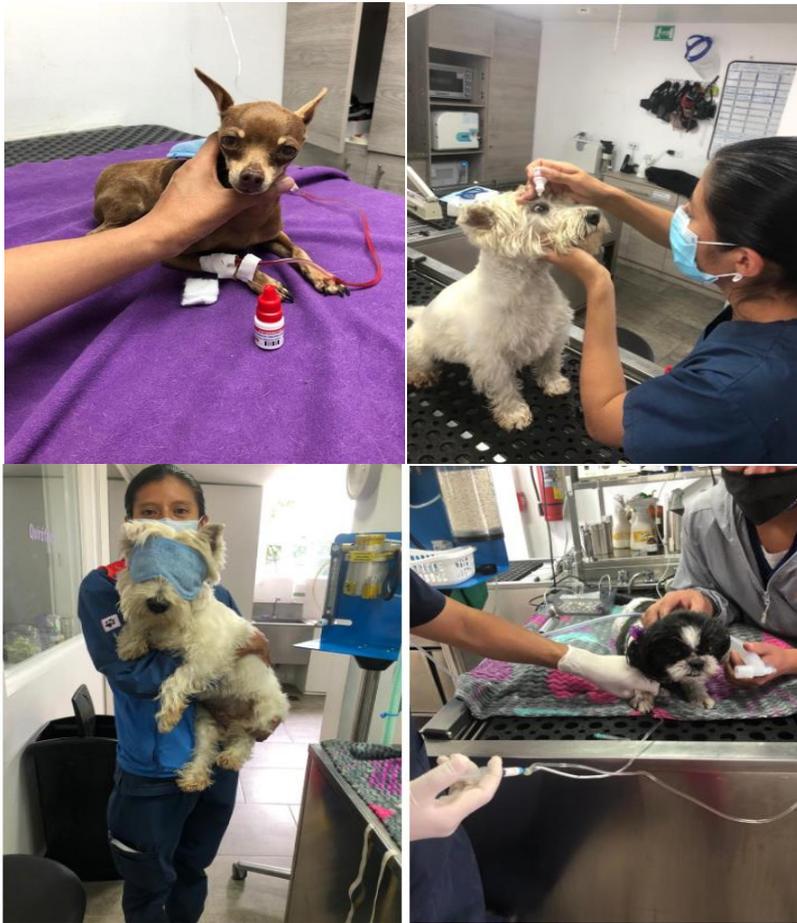
Anexo 1: Preparación del paciente



Anexo 2: Examen inicial del paciente.



Anexo 3: Preparación del paciente



Anexo 4: Fondo de Ojo



Anexo 5: Electrorretinografía

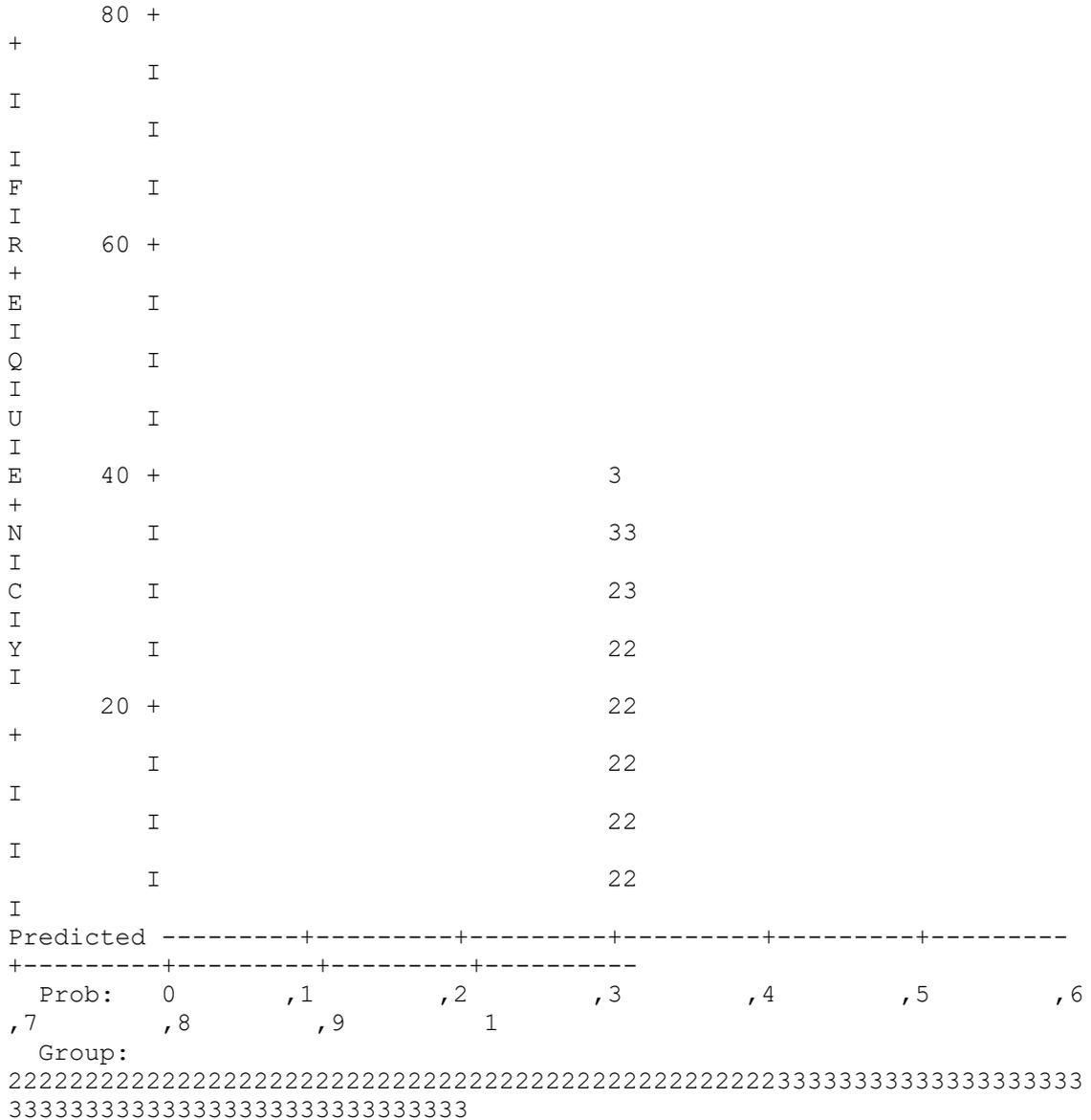




Anexo 6: Gráfico de clasificación del modelo de regresión logística binaria

Step number: 1

Observed Groups and Predicted Probabilities



**Tabla 1-7:** Operacionalización de las variables

VARIABLES	TIPO DE VARIABLES	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	PRUEBA
Dos condiciones	Cualitativa	Paciente no	Medición de ondas a y b	Sin anestesia	Si	Mc Nemar
		Anestesiado				Tabla de contingencia
						Regresión
						Logística
	Cualitativa	Paciente	Medición de ondas a y b	Con anestesia	No	Mc Nemar
		Anestesiado				Tabla de contingencia
						Regresión
						Logística
Electrorretinograma	Cualitativa	0	Normal	0	Sin alteraciones de la retina	Mc Nemar
						Tabla de contingencia
ERG	Cualitativa	1	Con alteraciones	1	Presenta alteraciones en la retina	Mc Nemar
						Tabla de contingencia
						Regresión
						Logística



						Regresión
						Logística

Elaborado por: Paucar, Dina 2021