



11262
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO 33

PROGRAMA DE MAESTRIAS Y DOCTORADOS EN CIENCIAS
MEDICAS ODONTOLOGICAS Y DE LA SALUD

DESARROLLO DE UN MODELO EXPERIMENTAL PARA LA
PREVENCION DE MIOPIZACION EN CONEJOS PRIVADOS
VISUALMENTE UTILIZANDO LA TECNICA DE
REFORZAMIENTO ESCLERAL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS MEDICAS

P R E S E N T A:

LORENA MORALES MORI

TUTOR: DR. ISRAEL GRIJALVA OTERO

MEXICO. D.F.

TESIS CON
OPORTUNIDAD DE OBTENER
DIPLOMA DE OPORTUNIDAD

ENERO 2003



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS:

A mi papá.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS:

A mi asesor Dr. Israel Grijalva Otero.

A mis cotutores:

Dr. Hugo Quiroz Mercado.

Juan Carlos Bravo Ortiz.

Por su colaboración en el presente trabajo de investigación a:

Dr. Cecilio Velasco Barona.

Dra. Angeles Hernández Cueto.

Dr. Manuel Ramírez Fernández.

A CONACYT por la
beca que me otorgó.

Al Dr. Ruy Pérez Tamayo y a la Academia Mexicana de
la Lengua Española por sus recomendaciones (Anexo A).

Al Instituto Mexicano del Seguro Social y a la Asociación para Evitar la Ceguera en
México.

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO:

Resúmen:.....	7
Abstract:.....	9
INTRODUCCIÓN:.....	11
Definición de miopía:.....	11
Modelos Animales de miopía:.....	12
Características del globo ocular de conejo:.....	14
Reforzamiento Escleral:.....	16
Justificación:.....	20
Planteamiento del problema:.....	21
Preguntas:.....	22
Objetivos:.....	23
Hipótesis:.....	24
Material y Métodos:.....	25
Resultados:.....	36
Discusión:.....	38
Conclusiones:.....	39
Bibliografía:.....	41
Tablas, gráficas y anexos.....	45

INDICE DE TABLAS GRÁFICAS Y ANEXOS:

Tabla 1. comparación entre grupos.....	45
Tabla 2 comparación entre controles.....	46
Figura 1 Ejes medidos en los ojos enucleados.....	47
Figura 2 Cilindro.....	48
Figura 3 Valor esférico.....	49
Figura 4 Eje ánteroposterior.....	50
Figura 5 Equivalente esférico.....	51
Figura 6 Eje horizontal.....	52
Figura 7 Eje oblicuo nasal.....	53
Figura 8 Eje oblicuo temporal.....	54
Anexo A privación y miopización.....	55
Anexo B1 Electrorretinograma de conejo con reforzamiento escleral, corridas 1 y 2.....	56
Anexo B2 Electrorretinograma de conejo con reforzamiento escleral, corridas 3 y 4.....	57
Anexo B3 Electrorretinograma de conejo con reforzamiento escleral, corridas 5 y 6.....	58
Anexo B4 Electrorretinograma de conejo con reforzamiento escleral, corridas 6 y 7.....	59

Anexo C1 Electrorretinograma de conejo con reforzamiento escleral + privación visual.....60

Anexo C2 Características de Electrorretinograma de conejo con reforzamiento escleral + privación visual.....61

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Resumen:

En diversos estudios se han utilizado ojos de conejo adulto para probar la técnica de reforzamiento escleral con el propósito de encontrar su utilidad en el tratamiento de miopía en humanos, sin embargo, no se ha experimentado el reforzamiento escleral en ojos de conejo que estén aumentando de tamaño como consecuencia de miopización inducida, además del crecimiento natural por desarrollo.

Objetivo: Evaluar el crecimiento del globo ocular con reforzamiento escleral en ojos de conejos jóvenes con inducción de miopía por privación visual y sin ella.

Material y métodos: Tres grupos de 8 conejos de 23 días de edad fueron sometidos a experimentación durante 3 meses en uno de sus ojos quedando el contralateral como testigo. Al grupo I se le realizó reforzamiento escleral, al grupo II reforzamiento escleral + privación visual, al grupo III privación visual, a un cuarto grupo de conejos con las mismas características de los anteriores no se le realizó maniobra experimental y se consideró como grupo comparativo de los ojos testigo.

Los resultados se obtuvieron a través de medición con vernier de los globos oculares de los conejos por un investigador cegado previa valoración de su coeficiente de variación, la medición del poder dióptrico se obtuvo con autorrefractor; encontrándose que existe una deformación del globo ocular con reforzamiento escleral, presentando menor diámetro en las zonas que se encuentran rodeadas por la banda con una mediana de 16.83mm ($p < 0.001$) y mayor longitud diametral en el eje ánteroposterior con una mediana de 18.15mm ($p = 0.008$); El reforzamiento escleral mas la privación visual provocó disminución del diámetro en los ejes oblicuo temporal con una mediana de 16.18mm ($p < 0.001$), oblicuo nasal con mediana de 16.58mm ($p = 0.021$), horizontal con mediana de 15.05 ($p = 0.02$) y

ánteroposterior con una mediana de 16.08mm ($p= 0.008$); La privación visual no provocó cambio significativo. Los ojos contralaterales de los conejos que fueron sometidos a experimentación no mostraron diferencias significativas con los ojos de conejos que no tuvieron ninguna maniobra experimental.

Se concluyó que el reforzamiento escleral aumenta el eje ánteroposterior y disminuye el eje oblicuo temporal de los ojos sin afectar el ojo contralateral, ni producir cambios en el poder dióptrico.

Además de que la privación visual no produce cambios en los ejes ni en el poder dióptrico del globo ocular, y la privación visual con sutura palpebral más el reforzamiento escleral, producen disminución de los ejes horizontal, ánteroposterior, oblicuo nasal y temporal.

ABSTRACT

Some rabbit eye studies have been reported to demonstrated scleral reinforcement, however it has not been used in eyes with induced miopized rabbit eyes, added with the natural development.

OBJETIVE: In this study we evaluated de growth of the eye with scleral reinforcement in young rabbit eyes myopia induced with visual deprivation and without it.

MATERIAL AND METHODS: Three different groups of eight animals each group 23 days old rabbits were taken to study for three months.

all with one eye for study and the other one as control

Group I: Scleral reinforcement

Group II: Scleral reinforcement plus visual deprivation

Group III: Visual deprivation

And a forth Sham group no experimental maneuver and was consider as a control group of control eyes.

RESULTS: It was shown that a deformity of the eye exist with scleral reinforcement with less diameter in the zone bordered by the buckle median 16.83mm($p < 0.001$) and more axial length with median 18.15mm ($p = 0.008$), scleral reinforcement with Visual deprivation produced less diameter in the temporal oblique axis median 16.18mm ($p < 0.001$); in the nasal oblique axis median 16.58mm ($p = 0.021$). horizontal median 15.05 ($p = 0.02$) and anteroposterior median 16.08mm ($p = 0.008$); Visual deprivation didn't produced significant change , the contralateral eyes in the rabbits that undertake

TESIS CON
FALLA DE CROTON

experimentation didn't show significant differences with the eyes with no experimental maneuver

CONCLUSIONS

The scleral reinforcement increase the anteroposterior axis and diminish the oblique temporal axis in eyes with no effect in the contralateral eye and with no changes in the dioptric power.

the visual privation did not produce changes in the axis or the dioptric power of the eye and the visual privation with lid suture plus scleral reinforcement produce diminish of the horizontal, anteroposterior ; nasal and temporal obliques axis.

TESIS CON
CALLA DE ORIGEN

INTRODUCCION

Definición de miopía.

La miopía es una condición óptica en la cual los rayos de luz que inciden en el globo ocular enfocan antes de llegar en la retina, por un ojo demasiado largo o por componentes refractivos con poder dióptrico aumentado, por otra parte el astigmatismo ocurre cuando el enfoque de los rayos de luz que inciden en el globo ocular no son refractados por igual en todos sus meridianos, como consecuencia de una superficie no esférica, en el astigmatismo regular los cambios de refracción de un meridiano a otro son progresivos resultando en dos meridianos principales, al de mayor poder de refracción se le denomina eje astigmático (1). Existen varias clasificaciones para la miopía, cada una con diferente fundamento. Sin embargo ninguna engloba adecuadamente las características de la miopía. La clasificación que señala con mas exactitud el pronóstico de la miopía es la que la divide en miopía simple y miopía progresiva. La miopía simple, ocurre como resultado de una distribución normal biológica de los componentes refractivos del globo ocular, aparece entre los 4 y 7 años de edad y su progresión tiende a decrecer en la pubertad. La miopía progresiva se acompaña de cambios degenerativos en el segmento posterior del globo ocular y también se le conoce como alta, patológica o degenerativa (2). La miopía degenerativa es una de las principales causas de ceguera legal entre la población de 40 a 60 años, se considera que tiene origen genético aunque en el 63% de los casos son de etiología desconocida (3). Este tipo de miopía se debe al crecimiento continuo del eje anteroposterior del globo ocular (2).

Epidemiología de la miopía:

En un estudio de una gran población de 4 a 74 años McCarty y colaboradores encontraron que un 43% presentó miopía de menos de -5.00 dioptrías, el 3.2% tuvieron miopía alta de -5.01 a -10.00 dioptrías; solamente 0.2% de la población con miopía extrema de mas de -10.00 dioptrías; Entre los asiáticos la proporción de miopía con esta clasificación es mayor en todas sus divisiones y entre los africanos menor (4).

Modelos animales de miopía:

La observación de que la miopía es una condición que puede inducirse ha permitido el desarrollo de modelos experimentales en diferentes especies animales facilitando el estudio de los factores que determinan la aparición de la misma, así como de los cambios estructurales que ocasiona (5). Son diversas las especies animales en las que se ha experimentado y también diferentes los métodos utilizados para la inducción de miopía. Inicialmente, Young (6,7) en los 60's realizó experimentos con monos para inducirles miopía, en el primero utilizó monos maduros a los cuales por medio de sujeción a una silla y mantenidos en cajas, únicamente se les permitía visión al frente hasta una longitud de 35 cm. En el segundo experimento utilizó monos jóvenes mantenidos en las mismas condiciones antes señaladas durante un año (8). Estos dos experimentos demostraron la aparición de miopía asociada a un espacio visual restringido pero presentaban errores de diseño como no tener grupo control falta de ceguera y cálculo de edad de los animales, posteriormente el mismo autor realizó un tercer experimento en donde utilizó monos de 38 a 48 meses de edad mantenidos en espacio restringido a los cuales les administró gotas de atropina tres veces al día en ambos ojos durante el quinto y sexto mes de experimentación, con lo que demostró

que la miopía se desarrolló antes pero con la aplicación de la atropina se detuvo el aumento de la miopía evidenciando así que la acomodación puede ser un factor importante en la miopía inducida experimentalmente (9). Wiesel y Raviola (10) experimentaron suturando los párpados de monos *Macaca mulatta* y *Macaca arctoides*, encontrando que se producía miopía y era de mayor magnitud cuando se mantenía por mas tiempo el experimento y los animales eran mas jóvenes, al procedimiento de suturar los párpados y a cualquiera que provoque escasez de visión por algún medio le denominaron privación visual. En otro estudio los mismos autores encontraron que la miopía por privación visual se desarrollaba aún cuando la corteza estriada era removida, sugiriéndose así la posibilidad de que un factor subcortical jugara algún papel en la producción de miopía, (11).

Los resultados de los experimentos en gatos para inducir miopía han sido inconsistentes. Collender (12) observó que la longitud axial de los ojos con los párpados suturados fue significativamente alterada, con cambios en la cámara posterior y en la cámara anterior, pero las diferencias fueron tanto hacia el aumento como hacia el decremento de la longitud y no se presentaron cambios cuando se experimentó con gatos adultos. Nathan y colaboradores (13) usaron lentes de contacto de alto poder dióptricos positivo y negativo para dañar la imagen visual de gatos de 3 a 16 semanas de edad sin impedir la entrada de luz, y aún con este procedimiento los resultados fueron variables presentando anisometropía o ninguna alteración.

Trollo y colaboradores (14) utilizaron a la marmota la cual al nacimiento es hipermetrope. Con la obstrucción visual el desarrollo de la miopía experimental les tomó 12 semanas, y después de que el procedimiento fue suspendido y se le permitió visión normal a los animales, la miopía no presentó regresión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las ardillas trepadoras son susceptibles de desarrollar miopía cuando son sometidas a oclusión ocular por sutura de los párpados (15) y también cuando son expuestas a desenfoque con lentes positivos y negativos (16).

Otros animales experimentales estudiados son las gallinas las cuales desarrollan miopía si su visión frontal es restringida. Cuando se restringe solamente la visión lateral con hemisferas plásticas no se afecta el error refractivo ni la longitud axial (17) Otro métodos propuestos para distorsionar las imágenes visuales fue la realización de incisiones corneales en los ojos de gallinas de 3 días de nacidas para obtener un astigmatismo elevado sin opacificación central, después de 8 semanas se obtuvo crecimiento ánteroposterior de los ojos tratados. (18).

El conejo es el modelo experimental más usado en la investigación oftalmológica sin embargo son pocos los estudios que se han realizado en esta especie para la producción de miopía; Maurice y Mushin (19) experimentaron en conejos provocando aumento de temperatura corporal en combinación con aumento de presión intraocular para producir miopía. Los autores aumentaron la temperatura corporal de los animales entre 41 y 43°C, al mantenerlos en cajas ventiladas con aire caliente durante 20 minutos, después de ese tiempo se les aumentó la presión intraocular a través de una aguja colocada en el limbo o en la ora serrata por la cual se les pasó solución salina. El experimento demostró que en los conejos de 6 semanas de edad se indujo una miopía permanente cuando la temperatura era de al menos 41°C y la presión intraocular de 40mmHg. No se consiguió el efecto en animales adultos de 8 meses.

Características del globo ocular de conejo

Debido a que nosotros usamos ojos de conejo para en el presente trabajo mencionaremos sus características.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El conejo ha sido el animal experimental mas usado en la investigación oftalmológica y aunque tiene varias estructuras anatómicas que no se encuentran en el ojo humano las similitudes son suficientes para continuar con su preferencia. Entre las diferencias se encuentran la presencia de: un músculo activo retractor del bulbo, la glándula de Harder, membrana nictitante y glándula nictitante. El tamaño del globo ocular del conejo varía con la edad, teniendo al nacimiento aproximadamente 6 mm de eje anteroposterior y alcanzando el 90% de su tamaño total a los 60 días, a los 24 días presentan aproximadamente 12.7 mm de eje anteroposterior y cuando son adultos alcanzan hasta los 18 mm (20). El diámetro de la córnea de los conejos es mayor que la córnea de los humanos, pero su eje anteroposterior es 0.7 veces del tamaño del ojo humano (21). Los músculos extraoculares del conejo presentan las siguientes características anatómicas: El músculo superior oblicuo se origina de manera muy amplia, pero se angosta al alcanzar la tróclea, y termina insertándose a 6 mm del limbo entre el recto superior y el globo ocular. El músculo oblicuo inferior tiene su origen en el hueso maxilar y se inserta al globo ocular entre el músculo recto lateral y el limbo. El músculo recto superior se origina en la orilla lateral del foramen óptico y se inserta en el globo en el área mediodorsal a 1 mm del limbo. El músculo recto lateral se origina entre el borde del foramen óptico y el foramen orbitorotundum y se inserta cerca del recto inferior de manera oblicua a 1 mm del limbo. El músculo recto inferior se origina entre el recto medial y el lateral y se inserta en la línea medioventral del globo ocular a 1.9 mm. y a 5 mm. de distancia del limbo corneoescleral. El músculo recto medial se origina en el borde inferior del foramen óptico y se inserta en el meridiano vertical a menos de 5 mm del limbo.

(20). El poder de refracción de la mayoría de los conejos cae entre +2 y +5 dioptrías(19).

Reforzamiento escleral

La miopía patológica se caracteriza por crecimiento progresivo del eje anteroposterior del globo ocular a expensas del crecimiento del segmento posterior, teniendo como consecuencia adelgazamiento de la esclerótica y la coroides. La capa coriorretiniana tiene elasticidad moderada por lo que no puede seguir la expansión escleral intensa provocándose disminución permanente de la agudeza visual (22). El deterioro de la visión ocurre frecuentemente entre los 40 y los 60 años de edad por la ruptura de la coroides y la retina en el polo posterior (23). Cuando el crecimiento está localizado en una zona delimitada, se sucede una protrusión anormal denominada estafiloma. Si el estafiloma involucra el área macular provoca una disminución de la agudeza visual por lo que resulta de suma importancia evitar el crecimiento del globo ocular a nivel macular. El reforzamiento escleral es el único tratamiento para evitar la progresión del crecimiento del segmento posterior y la formación de estafilomas. Este procedimiento ataca la causa (aumento de longitud) mas que el efecto (error de refracción) de la miopía (24).

Existen dos métodos para reforzar la esclerótica posterior, uno de ellos no es quirúrgico y el otro sí.

El método no quirúrgico consiste en la inyección de sustancias que promueven la formación de colágeno y son aplicadas por debajo de la cápsula de Tenon sobre la superficie escleral en donde se polimerizan y forman un gel

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

elástico que recubre la esclerótica posterior, ésta técnica aún se encuentra en estudio (25).

La técnica quirúrgica consiste en la colocación de tiras de esclerótica donadora o material sintético alrededor del ojo, soportando el polo posterior pero sin tocar el nervio óptico.

Se han propuesto diferentes técnicas quirúrgicas de reforzamiento escleral. En 1961 Curtin usó injertos en forma de X pasando los brazos de la X por debajo de los músculos extraoculares y suturando los cabos en la parte anterior del globo ocular quedando la intersección de la X por detrás del área macular (26); Otra forma de injerto cruzado es el injerto en Y (27), éste tipo de injertos pueden presionar el nervio óptico provocando en, algunos casos, atrofia del nervio óptico. Whitewell usó injertos que cubrían todo el segmento posterior a manera de máscara, sin embargo, ésta técnica fue desechada por provocar oclusión de las venas vorticosas con hemorragia intraocular (28). La técnica mas aceptada es la colocación de una banda única que rodea el globo ocular pasando por detrás del área macular sin afectar el nervio óptico, utilizando ésta técnica se disminuye la posibilidad de atrofia del nervio óptico. Esta técnica evita la formación de estafilomas maculares aunque estos se pueden formar en otras áreas formar en otras áreas, en donde no provocan grave deterioro visual(26) La técnica de Snyder y Thompson (29) consiste en lo siguiente:

- 1) Incisión de conjuntiva y cápsula de Tenon a 6 mm del limbo alrededor de la mitad temporal del globo ocular.
- 2) Aislamiento de los músculos extraoculares: superior lateral recto inferior y oblicuo inferior con seda 4-0

- 3) Uno de los extremos del implante es suturado en la esclerótica a 2 mm por detrás de la inserción del músculo recto superior, pasando el cuerpo de la tira por debajo del recto superior y sobre el oblicuo superior y se dirige temporalmente para pasar por debajo del recto lateral.
- 4) Rodeando el globo ocular por detrás se termina de pasar la tira debajo del oblicuo inferior y del recto inferior, suturándose el cabo final de la tira al lado de la inserción del recto inferior

Para la fabricación de las bandas se han utilizado: fascia lata, esclerótica donadora, dura madre liofilizada y materiales sintéticos.

Los materiales naturales que contienen colágeno autólogo u homóloga pierden su capacidad de retención de la elongación ocular al cabo del tiempo porque el colágeno donador se afecta con el mismo proceso patológico que debilita y adelgaza a la esclerótica huésped en un ojo miope; esto podría ser porque el injerto es digerido por enzimas o porque el colágeno donadora es reemplazado con colágeno anormal por la invasión de fibroblastos huéspedes (30,31).

Los implantes esclerales no son exclusivos del tratamiento para la miopía, colocados con otra técnica quirúrgica se usan en desprendimiento de retina, para lo que se encuentran disponibles tiras de polydimetyl siloxane en diferentes presentaciones. Estas tiras son bien toleradas por los tejidos oculares y son inertes bioquímica e inmunológicamente, reteniendo sus propiedades físicas por largo tiempo. Este tipo de implantes derivados del silicón han sido utilizados por mas de 30 años en cientos de pacientes, sin haberse informado de algún tipo de tumoraciones (32). Estas tiras de silicón son 40 veces más extensibles que las

tiras fabricadas con esclerótica con similares dimensiones; la colocación de implantes de silicón rodeando el globo ocular permite a los ojos tolerar cambios de volumen intraocular sin producir aumento de la presión intraocular como sería de esperarse, porque los procedimientos de cerclaje escleral reducen la rigidez ocular, definiéndose ésta como la resistencia ofrecida por los tejidos oculares a la expansión del volumen intraocular (33).

Las complicaciones que ha presentado el reforzamiento escleral van desde uveitis anterior trastornos de la movilidad ocular y desprendimiento de retina con una incidencia no mayor que la esperada en pacientes con miopía alta sin procedimiento quirúrgico (34). Un caso de oclusión de arteria ciliarretiniana ha sido informado en 1997 pero es dudoso que fuera provocado por el reforzamiento escleral (35). En 1997 Balazs informó que de 343 cirugías realizadas de 1984 a 1994 la longitud axial ocular disminuye en el 43% de los casos, se mantuvo sin cambios en el 22.2% y se incrementó en el 34.1% (22). El reforzamiento escleral es una técnica que se aplica en pacientes mayores de 3 años que ya presentan miopía, pero se debe tomar en cuenta que este procedimiento es únicamente preventivo por lo que la intervención temprana sería más recomendable que aquellas realizadas cuando la miopía se encuentra muy avanzada (30).

VALLE DE LA GUAYANA

Justificación:

La miopía degenerativa es una de las principales causas de debilidad visual y ceguera. Existen tratamientos quirúrgicos para evitar la progresión de la miopía consistentes en reforzamiento escleral con materiales autólogos u homólogos que resultan exitosos a corto y mediano plazo evitando el crecimiento del globo ocular de manera ánteroposterior ya que es ese crecimiento anormal y continuo el que provoca los daños irreparables en el sistema visual

El reforzamiento escleral se logra con una banda que rodea al globo ocular en sentido ánteroposterior, en ojos adultos. En recién nacidos no se tienen estudios de reforzamiento escleral. La aplicación de una banda para reforzamiento escleral en los recién nacidos probablemente detendría el crecimiento natural del ojo que inicia desde el nacimiento hasta los 3 años aproximadamente.

Para la investigación de la técnica de reforzamiento escleral se ha utilizado como modelo experimental al conejo adulto para posteriormente aplicarlo en humanos (30), pero para el estudio de la miopía en conejos por privación visual solo se cuenta con un trabajo (36). No se conoce el resultado de la técnica de reforzamiento escleral en conejos en desarrollo y la miopización por privación visual en los mismos no ha sido confirmada, se desconoce además el efecto del reforzamiento escleral + la privación visual en ojos de conejos en desarrollo.

* miopización: disminución de la hipermetropía (Anexo A).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Planteamiento del problema:

El reforzamiento escleral evita el crecimiento anteroposterior del globo ocular adulto con miopía progresiva (31), pero no se conoce si un ojo de recién nacido que padece miopía pueda ser tratado con la colocación de reforzamiento escleral sin afectar el desarrollo natural del globo ocular, por otra parte, restringir con una banda el crecimiento en sentido anteroposterior probablemente evitaría el crecimiento de este eje pero tal vez ocasionaría deformación del globo ocular desplazando el volumen intraocular hacia un eje diferente al anteroposterior, si la deformación no afecta el área macular el procedimiento pudiese considerarse seguro, por eso es importante determinar el crecimiento de los diferentes ejes del globo ocular en desarrollo con colocación de banda escleral, y privación visual.

TESIS CON
FALLA DE CALIDAD

De lo anterior surgen las siguientes preguntas:

- I. ¿Se evitará el desarrollo del eje ánteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático, en los ojos de conejos recién nacidos con reforzamiento escleral en comparación con los ojos de conejos recién nacidos sin reforzamiento escleral?
- II. ¿Tendrán mayor desarrollo los ejes ánteroposterior, horizontal, oblicuo nasal, oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático de los ojos de conejos recién nacidos con privación visual, en comparación de los ojos de conejos recién nacidos sin privación visual?
- III. ¿Se evitará el desarrollo del eje ánteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático, en los ojos de los conejos recién nacidos con reforzamiento escleral + privación visual en comparación con los ojos de conejos recién nacidos sin reforzamiento escleral + privación visual?

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Objetivos:

- I. **Evaluar y comparar el desarrollo del eje anteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático, en los ojos de conejos recién nacidos con reforzamiento escleral y los ojos de conejos recién nacidos sin reforzamiento escleral.**

- II. **Evaluar y comparar el desarrollo del eje anteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático de los ojos de conejos recién nacidos con privación visual, y los ojos de conejos recién nacidos sin privación visual.**

- III. **Evaluar y comparar el desarrollo del eje anteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático, en los ojos de los conejos recién nacidos con reforzamiento escleral + privación visual y los ojos de conejos recién nacidos sin reforzamiento escleral + privación visual.**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Hipótesis:

- I. Se evitará el desarrollo del eje ánteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático, en los ojos de conejos recién nacidos con reforzamiento escleral en comparación de los ojos de conejos sin reforzamiento escleral

- II. Tendrá mayor desarrollo el eje ánteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático de los ojos de conejos recién nacidos con privación visual, en comparación de los ojos de conejos sin privación visual

- III. Se evitará el desarrollo del eje ánteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal, eje oblicuo temporal, polo anterior, astigmatismo, equivalente esférico, poder dióptrico y eje astigmático, en los ojos de los conejos recién nacidos con reforzamiento escleral + privación visual en comparación de los ojos de conejos sin reforzamiento escleral + privación visual.

TESIS CON
FALLA DE CORTEN

Material y métodos:

Diseño del estudio:

Experimental.

Población del estudio:

28 Conejos domésticos raza Chinchilla, *Oryctolagus cuniculus* de 23 días de nacidos.

Criterios de inclusión:

Conejos raza chinchilla

Edad: 23 días

Sanos al momento de su selección

Sin alteraciones oculares que pudieran ser detectada a través de lámpara de hendidura y oftalmoscopia directa con dilatación ocular

Ambos sexos.

Criterios de no inclusión:

Error refractivo con poder superior a las 10 dioptrías positivas

Error refractivo con poder superior a las 10 dioptrías negativas

Variables Independientes:

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Reforzamiento Escleral

Nominal dicotómica. (si tiene reforzamiento escleral o no tiene reforzamiento escleral)

Privación visual

Nominal dicotómica. (si tiene sutura palpebral o no tiene sutura palpebral)

Variables dependientes:

Desarrollo del eje horizontal

Variable continua

Desarrollo del eje oblicuo nasal

Variable continua

Desarrollo del astigmatismo

Variable continua

Desarrollo del equivalente esférico

Variable continua

Desarrollo del poder dióptrico

Variable continua

TEMA CON
FALLA DE ORIGEN

Desarrollo del eje astigmático

Variable continua

Definiciones Operacionales:

Privación visual: técnica monocular que consiste en suturar el párpado superior con el párpado inferior cerrando la hendidura palpebral.

Reforzamiento escleral: técnica quirúrgica que consiste en la colocación de una banda alrededor del segmento posterior del globo ocular de un conejo de 23 días de edad.

Desarrollo del eje ánteroposterior: aumento de 1 mm o más en la longitud del eje ánteroposterior del globo ocular, medido con vernier con precisión de 0.01mm y con ultrasonido modo A con precisión de 0.01

Desarrollo del eje horizontal: aumento de 1 mm o más en la longitud del eje horizontal del globo ocular, medido con vernier con precisión de 0.01mm

Desarrollo del eje oblicuo nasal: aumento de 1 mm o más en la longitud del eje oblicuo nasal del globo ocular, medido con vernier con precisión de 0.01mm

Desarrollo del eje oblicuo temporal: aumento de 1 mm o más en la longitud del eje oblicuo temporal del globo ocular, medido con vernier con precisión de 0.01mm

Desarrollo del polo anterior: aumento de 1 mm o más en la longitud del polo anterior del globo ocular, medido con vernier con precisión de 0.01 mm

Desarrollo del astigmatismo: cambio de 1 dioptría o más en el cilindro medido con autorrefractor con precisión de 0.12 dioptrías.

Desarrollo del poder dióptrico: cambio de una dioptría o más en el valor esférico de la refracción medida con autorrefractor con precisión de 0.12 dioptrías.

Desarrollo del equivalente esférico: cambio de una dioptría o más en el valor de la suma algebraica de la mitad del cilindro con el total de la esfera, medida con autorrefractor con precisión de 0.12 dioptrías.

Desarrollo del eje astigmático: Cambio de 10° o más en el eje astigmático medido con autorrefractor y con precisión de 1°

Conejo recién nacido: conejo de 23 días de edad el cual está en pleno desarrollo de su globo ocular.

Medición de los ejes:

Fueron realizadas con vernier la repetibilidad del procedimiento de medición se determinó con el coeficiente de variación $CV = (s/x) (100\%)$. Se midieron en 10

ocasiones los ejes de 3 ojos, en un procedimiento ciego en que la patóloga no sabía cual era el ojo en estudio.

Los valores de las medias fueron:

1er ojo: 2.53mm 2do ojo: 2.72mm 3er ojo: 2.84mm

La desviación estándar:

1er ojo: 0.03mm 2do ojo: 0.03mm 3er ojo: 0.04mm

El coeficiente de variación:

1er ojo: 1.18% 2do ojo: 1.10% 3er ojo: 1.40%

Lo que nos indica una reproducibilidad buena porque la variación fue pequeña con respecto a la media (37).

Programa de Trabajo:

Este proyecto se realizó en la Unidad de Investigación Médica en Enfermedades Neurológicas del IMSS del Hospital de Especialidades del CMN siglo XXI y en Laboratorio de Cirugía Experimental de la Asociación para Evitar la Ceguera en México.

Los conejos fueron adquiridos en la granja Veracruz de la UNAM.

TESIS CON
FALLA DE CARGEN

Se formaron 4 grupos de estudio:

<p>Grupo con reforzamiento escleral 8 conejos (n=8)</p>	<p>Grupo con reforzamiento escleral + privación visual 8 conejos (n=8)</p>
<p>Grupo con privación visual 8 conejos (n=8)</p>	<p>Grupo control 4 conejos (n=8)</p>

Grupo 1: 8 conejos a los cuales se les colocó reforzamiento escleral en un ojo y el contralateral sirvió como control.

Grupo 2: 8 conejos a los cuales se les provocó privación visual en un ojo y el contralateral sirvió como control.

Grupo 3: 8 conejos a los cuales se les colocó reforzamiento escleral y privación visual en un ojo y el otro sirvió como control.

Grupo 4: 4 conejos a los cuales no se les realizó procedimiento a ninguno de sus dos ojos. (al tener dos ojos sin experimentación en cada conejo de este grupo, se tienen en total 8 ojos para comparación).

En los grupos experimentales con reforzamiento escleral se usó la técnica de Snyder y Thompson (29). En los grupos experimentales con privación visual se usó la tarsorrafia con suturas. La anestesia se obtuvo con ketamina 20mg/ Kg y una gota en cada ojo de proparacaína al 0.5%.

Refracción.

La autorrefracción se realizó 30 minutos después de haber aplicado una gota de proparacaína al 0.5%, seguida de dos gotas de tropicamida, con una diferencia de 15 minutos entre las aplicaciones. Una vez realizadas las mediciones, fue elegido al azar el ojo que se sometió a experimentación de cada conejo y el grupo al que pertenecería el animal. Pasados 3 meses a los conejos nuevamente se les realizó autorrefracción (a los ojos que presentaban tarsorrafia,

previamente se les retiraron los puntos de sutura), además se seleccionaron dos conejos al azar del grupo de reforzamiento y privación a los que se les practicó electroretinograma con la finalidad de determinar que percibían alguna imagen. Posteriormente los conejos fueron sacrificados con sobredosis de anestesia y se les enuclearon los dos ojos. Todos los procedimientos se realizaron conforme a la resolución sobre el uso de animales en investigación de la ARVO.

Estudio histopatológico:

Inmediatamente después de la enucleación, los globos oculares se fijaron en formol al 4% durante 24 horas, posteriormente se lavaron con agua corriente durante una hora para eliminar residuos de formol, y se colocaron en alcohol al 80% durante una hora para que recuperaran su color natural. Se realizó descripción macroscópica y mediciones de los ejes anteroposterior, oblicuo temporal, oblicuo nasal, horizontal y cortes oblicuo temporales que pasaban por uno y otro lado de la córnea para medir la profundidad del polo anterior. Fig. 1

Los cortes se procesaron en 3 pasos:

Deshidratación:

- con alcohol al 80% durante una hora
- con alcohol al 95% en 3 baños durante una hora cada uno.
- con alcohol absoluto en 3 baños durante una hora cada uno.

Aclaramiento:

- con xilol en 3 baños durante una hora cada uno

Impregnación:

- con parafina en dos baños durante dos horas cada uno

Después de todos los pasos los tejidos se incluyeron en parafina realizándose numerosas secciones a 4 micras con microtomo, se desparafinaron y se tiñeron con técnicas de hematoxilina-eosina y ácido peryódico de Schiff (PAS), ya montados y cubiertos se examinaron desde el punto de vista histológico.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tamaño de muestra:

El cálculo del tamaño de muestra fue obtenido con los datos recopilados de un estudio previo (38), en donde se informa que al colocar reforzamiento escleral en ojos de gatos jóvenes se encontró diferencia en la longitud temporal comparada con la longitud temporal del ojo contralateral sin reforzamiento.

Siendo las medidas de 10.6 mm en el ojo con la banda y de 11.8 mm en el ojo control con una desviación estándar de 0.6mm.

Teniendo así las siguientes suposiciones:

La diferencia mínima con significado clínico en las longitudes temporales es de 1.2mm

Con desviación estándar de 0.6mm

Nivel de significación: 5% ($Z\alpha=1.96$)

Prueba bilateral

Potencia estadística (80%, $Z\beta=0.84$)

Fórmula:

$$N = 2 (\sigma/\Delta)^2 (Z\alpha + Z\beta)^2 + 0.25 (Z\alpha)^2$$

$$N = 2 (0.6/1.2)^2 (1.96 + 0.84)^2 + 0.25 (1.96)^2$$

$$N = 2 (0.5)^2 (2.8)^2 + 0.25 (1.96)^2$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$N = 2 (0.25) (7.84) + 0.25 (3.8416)$$

$$N = (0.5) (7.84) + 0.9604$$

$$N = 3.92 + 0.9604$$

$$N = 4.8804 \approx 5 \text{ ojos por tratamiento.}$$

Para comparar los resultados entre los grupos se empleó la prueba de Kruskal-Wallis.

Se realizaron dos tablas una para comparar el ojo con procedimiento contra el ojo control y otra para comparar todos los ojos control contra los ojos de los conejos a los cuales no se les realizó ningún procedimiento esto fue con la finalidad de demostrar que el ojo control no se vio afectado por el procedimiento del ojo contralateral

TESIS CON
FALLA DE CALIFICACIÓN

Resultados:

Al comparar los 3 grupos experimentales de reforzamiento, reforzamiento + privación y privación visual con los controles, se aprecian diferencias significativas en los valores de cilindro, esfera, eje ánteroposterior, eje horizontal, eje oblicuo nasal y eje temporal, sin embargo; el equivalente esférico no presenta ninguna alteración a pesar de que la esfera y el cilindro si presentaron cambios, el eje astigmático tampoco se modificó en ninguno de los 3 procedimientos. Tabla 1

La comparación entre los ojos contralaterales que se ocuparon como controles en los grupos experimentales y los 2 ojos de los conejos que no recibieron ninguna maniobra experimental, muestra que no hay diferencia entre los ojos controles de los grupos tratados y los ojos de los conejos sin tratamiento. Tabla 2

- El reforzamiento y la privación aumentaron el astigmatismo. Figura 2
- El reforzamiento escleral y la privación aumentaron el poder dióptrico de la hipermetropía. Figura 3
- El reforzamiento escleral provocó aumento de la longitud del eje ánteroposterior Figura 4
- El equivalente esférico no fue modificado en ninguno de los grupos. Figura 5
- El reforzamiento +la privación visual provocó disminución de la longitud del eje horizontal del ojo. Figura 6
- El eje oblicuo nasal se encontró disminuido en el grupo con reforzamiento + la privación visual Figura 7

-El reforzamiento escleral y el reforzamiento escleral + la privación detuvieron el crecimiento del eje oblicuo temporal. Figura 8

Estudio histopatológico:

Al examen histopatológico se encontró de manera generalizada la huella de la banda caracterizada por aplanamiento de la esclerótica y algunas zonas de erosión, a los lados de la huella se observó tejido fibroconectivo de tipo cicatrizal con moderado infiltrado inflamatorio agudo y crónico, las estructuras intraoculares se presentaban íntegras.

Electrorretinograma

Para complementar se realizó electroretinograma en dos de los conejos escogidos al azar, que pertenecían a los grupos de reforzamiento escleral y reforzamiento escleral + privación visual, antes de ser sacrificados con el fin de determinar integridad visual en los ojos tratados, encontrándose en ambos ondas a y b normales Anexos B1, B2, B3, B4 conejo del grupo de reforzamiento escleral. y C1, C2 conejo de reforzamiento escleral + privación visual.

Discusión:

El aumento en el eje ánteroposterior y la disminución del eje oblicuo temporal que ocurre al colocar una banda de reforzamiento escleral en el globo ocular de un animal joven que todavía se encuentra desarrollando su globo ocular se ha mencionado en la literatura (38) no se ha informado si el eje horizontal queda modificado. Con el presente trabajo se comprobó que el reforzamiento escleral disminuye la longitud del eje oblicuo temporal del ojo pero aumenta la longitud del eje ánteroposterior, sin afectar el resto de los ejes oculares en ojos de conejos recién nacidos; demás cuando se agregó la sutura de los párpados al procedimiento anterior se presentó también disminución de los ejes horizontal y oblicuo nasal, esto podría deberse a que el ojo se mantuvo limitado, por las paredes de la órbita, el reforzamiento escleral detrás y la sutura palpebral adelante, impidiendo el crecimiento total del ojo pero manteniendo la viabilidad del mismo, esta restricción de crecimiento generalizado en el ojo no se conocía hasta antes de este estudio. En el grupo con privación visual se determinó que no existe crecimiento ánteroposterior, los resultado son diferentes a los de Verolino y colaboradores (36), que mencionan haber detectado crecimiento axial en los ojos de los conejos que fueron sometidos a suturas palpebrales, sin embargo; existen diferencias: nuestros grupos de conejos tenían 21 días de edad al iniciar la experimentación y las mediciones se realizaron a los 3 meses, en el estudio de Verolino tenían 15 días de edad y fueron medidos por primera vez hasta el 5° mes, ellos no reportaron el estado refractivo después de la privación visual con lo que no dejaron claro si su procedimiento provocó miopía, en el presente trabajo se observó que el error refractivo de todos los grupos experimentales

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tendió a mantenerse estable y similar al grupo control a expensas de compensar el cilindro con la esfera, esto es aumentando de manera proporcional el cilindro cuando aumento el poder positivo de la esfera y viceversa teniendo en todos los casos finalmente un equivalente esférico sin diferencias significativas con el grupo control, pero evidentemente con diferencias significativas cuando se compararon cilindro y esfera separadas con los testigos, de esta manera se comprueba que la privación visual y el reforzamiento escleral pueden provocar cambios longitudinales de los ojos pero algún mecanismo ocular tiende a evitar o compensar el error refractivo, situación que se refuerza con otro estudio Liu JH (39) y colaboradores que midieron el crecimiento axial de ojos de conejo en desarrollo después de seccionar unilateralmente al tronco simpático cervical ganglionar posterior caudal, encontrando reducción del eje en el ojo del mismo lado en donde se realizó la sección pero aún así no encontraron cambio refractivo. En los tres trabajos (38,36,39) se aprecian diferencias en cuanto a los resultados de crecimiento ánteroposterior esto podría deberse a las diferencias de edad postnatal de los animales de experimentación, sin embargo, si se coincide en no encontrar relación entre el eje ánteroposterior y el poder refractivo, con lo que podríamos decir que existe resistencia a la miopización pero susceptibilidad al crecimiento axial en los conejos a diferencias de otras especies animales que ya han demostrado ir a la par con respecto a aumento de longitud del eje ánteroposterior y miopía

Conclusiones:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El reforzamiento escleral aplicado por 3 meses en ojos de conejos recién nacidos aumenta la longitud el eje ánteroposterior y disminuye la del eje

oblicuo temporal de los ojos tratados, además de aumentar el poder dióptrico de la hipermetropía y el poder dióptrico del cilindro sin modificar el equivalente esférico.

La privación visual por sutura de párpados durante 3 meses en ojos de conejos recién nacidos no produce cambios en la longitud de los ejes ni en el poder dióptrico del equivalente esférico.

La privación visual por sutura palpebral + reforzamiento escleral aplicados durante 3 meses en ojos de conejos recién nacidos producen disminución de los ejes horizontal, oblicuo nasal y temporal, sin modificar el poder dióptrico del equivalente esférico.

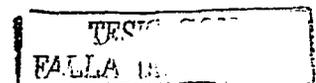
El reforzamiento escleral, la privación visual y el reforzamiento escleral + la privación visual aplicados durante 3 meses en ojos de conejos recién nacidos no provocan cambios en la longitud de los ejes ni en el poder dióptrico del ojo contralateral sin experimentación

BIBLIOGRAFÍA

1. Elkington AR, Khaw PT. ABC of eyes Refractive errors. *BMJ* 1988; 297:192-5.
2. Grosvenor T. A review and a suggested classification system for myopia on the basis of age-related prevalence and age of onset. *Am J Optom Physiol Opt.* 1987; 64 (7):545-55.
3. Daubs J. Environmental factors in the epidemiology of malignant myopia. *Am J Optom Physiol Opt.* 1982; 59(3):271-77.
4. McCarty CA, Livingstone PM, Taylor HR. Prevalence of myopia in adults: implications for refractive surgeons. *J Refract Surg* 1997; 13(3):229-34.
5. Edwards MH. Animal models of myopia. *Acta Ophthalmol Scand* 1996; 74:213-19.
6. Young FA. The development and retention of myopia by monkeys. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1961; 38:545-55.
7. Young FA. The effect of restricted visual space on the primate eye. *Am J Ophthalmol* 1961; 52:799-806.
8. Young FA. The effect of restricted visual space on the refractive error of the young monkey eye. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1963; 2:571-7.
9. Young FA. The effect of atropine on the development of myopia in monkeys. *Am J Optom Arch Am Acad Optom* 1965; 42:439-49.
10. Wiesel TN, Raviola E. Myopia and eye enlargement after neonatal lid fusion in monkeys. *Nature* 1977; 266:66-8.
11. Raviola E, Torsten N, Wiesel MD. An animal model of myopia. *N Engl J Med.* 1985; 312:1609-15.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

12. Gollender M, Thorn F. Development of axial ocular dimensions following eyelid suture in the cat. *Vision Res* 1979; 19:221-3.
13. Nathan J, Crewther SG, Crewther DP et al. Effects of retinal image degradation on ocular growth in cats. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1984; 25:1300-6.
14. Troilo D, Judge SJ, Ridley R et al. Myopia induced by brief visual deprivation in new world primate—the common marmoset. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1990; 31 (suppl):254.
15. Marsh-Tootle WL, Norton TT. Refractive and structural measures of lid suture myopia in tree shrew. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1989; 30:2245-57.
16. Siegwart JT, Norton TT. Refractive and ocular changes in tree shrews raised with plus or minus lenses. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1993; 34(Suppl):1208.
17. Wallman J, Turkel J, Trachtman J. Extreme myopia produced by modest change in early visual experience. *Science* 1978; 201:1249-1251.
18. Yung-Fen S, Tzyy-Chang H, Muh-Shy C et al. Experimental myopia in chickens induced by corneal astigmatism. *Acta Ophthalmologica* 1994; 72:597-601.
19. Maurice DM, Mushin AS. Production of myopia in rabbits by raised body-temperature and increased intraocular pressure. *Lancet* 1966; 26:1160-2.
20. Prince JH. The rabbit in eye research. Ed. Charles C Thomas publisher, USA 1964, Introduction. IX-XIV.
21. Bozkir G, Bozkir M, Dogan H et al. Measurements of axial length and radius of corneal curvature in the rabbit eye. *Acta Med Okayama* 1997; 51(1):9-11.
22. Balazs K, Bekesi L, Berta, et al. Scleral reinforcement in progressive myopia and intraoperative ultrasound control of the cadaver fascia lata strip. *Acta Chir Hung* 1997; 36(1-4):14-5.



23. Fonda G. Low vision correction for high myopia. *Surv Ophthalmol* 1992; 36:313-7.
24. Wilson D, Keeney A. Corrective measures for myopia. *Surv Ophthalmol* 1990; 34(4): 294-304.
25. Avetisov ES, Tarutta EP, Iomdina EN, et al. Nonsurgical and surgical methods of sclera reinforcement in progressive myopia. *Acta Ophthalmol Scand* 1997; 75:618-23.
26. Curtin BJ. Scleral support of the posterior sclera. *Am J Ophthalmol* 1961; 52:853-62.
27. Nesterov AP, Libenson NB. Strengthening the sclera with a strip of fascia lata in progressive myopia. *Brit J Ophthalmol* 1970; 54: 46-50.
28. Whitwell J. Scleral reinforcement in degenerative myopia. *Trans Ophthalmol Soc UK* 1971; 91:679.
29. Snyder AA, Thompson FB. A simplified technique for surgical treatment of degenerative myopia. *Am J Ophthalmol* 1972; 74(2): 273-7.
30. Whitmore WC, Harrison W, Curtin BJ, et al. Scleral reinforcement in rabbits using synthetic graft materials. *Ophthalmic Surg* 1990; 21(5):327-30.
31. Thompson FB, Turner AF. Computed axial tomography on highly myopic eyes following scleral reinforcement surgery. *Ophthalmic Surg* 1992; 23(4):253-9.
32. Schepens CL, Acosta F. Scleral implants: An historical perspective. *Surv Ophthalmol* 1994; 35:447-53.
33. Johnson MW, Han DP, Hoffman KE. The effect of scleral buckling on ocular rigidity. *Ophthalmology* 1990; 97:190-5.
34. Chauvaud D, Assouline M, Perrenoud F. Posterior scleral reinforcement surgery. *J Fr Ophthalmol* 1997; 20(5):374-82.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

35. Karabatsas C, Waldock A: Cilioretinal artery occlusion following scleral reinforcement surgery. *Acta Ophthalmol Scand* 1997; 75:316-8.
36. Verolino M, Nastri G, Selliti L, Costagliola C. Axial length increase in lid sutured rabbits. *Surv Ophthalmol* 1999 oct,44 suppl 1S103-8.
37. Dawson-Saunders B, Trapp RG. *Bioestadística Médica*. pag.55. El Manual Moderno, México D.F. 1993.
38. Jacob-LeBarre JT, Assouline M, Mandi D, et al. Effects of scleral reinforcement on the elongation of growing cat eyes. *Arch Ophthalmol* 1993; 111:979-986.
39. Liu JH, Farid H, Rapaport DH. Sympathetic nervous system plays a role in postnatal eyeball enlargement in the rabbit. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2000; 41 (9):2684-8.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA I COMPARACIÓN ENTRE GRUPOS

VARIABLES	REFORZAMIENTO n=8 \hat{y} (min-max)	REFORZAMIENTO Y PRIVACIÓN n=8 \hat{y} (min-max)	PRIVACIÓN VISUAL n=8 \hat{y} (min-max)	CONTOLES n=24 \hat{y} (min-max)	P*
Cilindro	-5.25(-8.00 - -2.75)	-1.00(-6.25 - 0.00)	-4.75(-7.00 - -2.25)	-3.25(-7.50 - -0.50)	0.007
Esfera	5.00(-13.00 - 8.50)	1.88(-1.75 - 4.00)	5.00(0.50 - 7.75)	2.75(-2.25 - 5.50)	0.036
Eje Astigmático	94.50(6 - 165)	58.00(0 - 166)	82.50(5 - 165)	90.50(13 - 163)	0.623
Eje Anteroposterior	18.15(16.30 - 19.75)	16.08(13.55 - 17.85)	16.70(15.10 - 17.60)	16.53(14.75 - 17.90)	0.008
Eq. Esférico	2.82(-17.00 - 4.75)	1.69(-2.75 - 3.50)	2.82(-1.13 - 4.38)	2.13(-4.88 - 3.88)	0.375
Horizontal	15.08(6.30 - 18.00)	15.05(13.55 - 16.45)	15.65(13.65 - 16.55)	16.65(13.65 - 17.85)	0.02
Oblicuo Nasal	17.75(15.10 - 19.45)	16.58(15.85 - 18.10)	17.70(17.35 - 18.85)	18.08(16.25 - 18.95)	0.021
Eje Oblicuo Temporal	16.38(14.30 - 17.75)	16.18(15.30 - 17.45)	17.85(17.70 - 18.90)	18.00(16.05 - 18.78)	0.000
Polo anterior	2.95(2.20 - 3.80)	2.83(2.40 - 3.70)	2.80(2.50 - 3.55)	2.80(2.10 - 3.75)	0.902

*Kruskal Wallis

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA 2. COMPARACIÓN ENTRE CONTROLES

MEDICIONES	CONTROLES			SIN EXPERIMENTACIÓN n=8 \hat{y} (min-max)	P*
	REFORZAMIENTO n=8 \hat{y} (min-max)	REFORZAMIENTO Y PRIVACIÓN n=8 \hat{y} (min-max)	PRIVACIÓN VISUAL n=8 \hat{y} (min-max)		
Cilindro	-4.00(-7.50 - -0.75)	-1.00(-5.25 - -0.50)	-3.75(-5.50 - -0.75)	-1.75(-6.00 - 1.00)	0.89
Esfera	4.38(0.00 - 5.50)	1.75(-2.25 - 4.25)	3.03(0.50 - 5.50)	-0.50(-5.00 - 1.50)	0.060
Eje Astigmático	77.50(35 - 163)	106.00(38 - 161)	90.50(13 - 158)	66.50(2 - 177)	0.836
Eje Anteroposterior	16.63(14.75 - 17.90)	16.08(15.15 - 16.95)	16.68(15.80 - 17.15)	16.13(15.60 - 17.50)	0.459
Eq. Estérico	2.57(-1.63 - 3.88)	1.38(-4.88 - 2.63)	2.26(-0.88 - 2.88)	-0.82(-7.38 - 0.63)	0.139
Horizontal	16.83(15.75 - 17.40)	16.53(15.00 - 17.80)	16.48(13.65 - 17.85)	16.45(16.00 - 16.90)	0.732
Oblicuo Nasal	18.30(16.90 - 18.95)	17.88(16.25 - 18.85)	17.90(17.10 - 18.65)	17.85(17.20 - 18.60)	0.411
Eje Oblicuo Temporal	18.45(16.15 - 18.78)	17.65(16.05 - 18.55)	17.68(17.10 - 18.65)	18.15(17.30 - 18.85)	0.312
Polo Anterior	3.00(2.10 - 3.45)	2.75(2.20 - 3.60)	2.68(2.30 - 3.75)	3.13(2.50 - 3.55)	0.730

*Kruskal Wallis

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EJES MEDIDOS EN LOS OJOS ENUCLEADOS

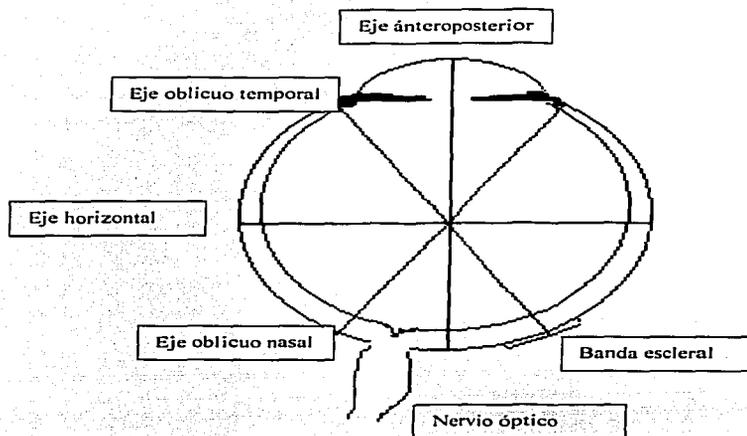


Figura 1. Muestra los ejes que se midieron sobre el corte transversal de los ojos enucleados, en donde se aprecia que el oblicuo temporal es el que se encuentra afectado por la banda, quedando el oblicuo anteroposterior libre, el eje horizontal es el que pasa del lado nasal al temporal.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ASTIGMATISMO

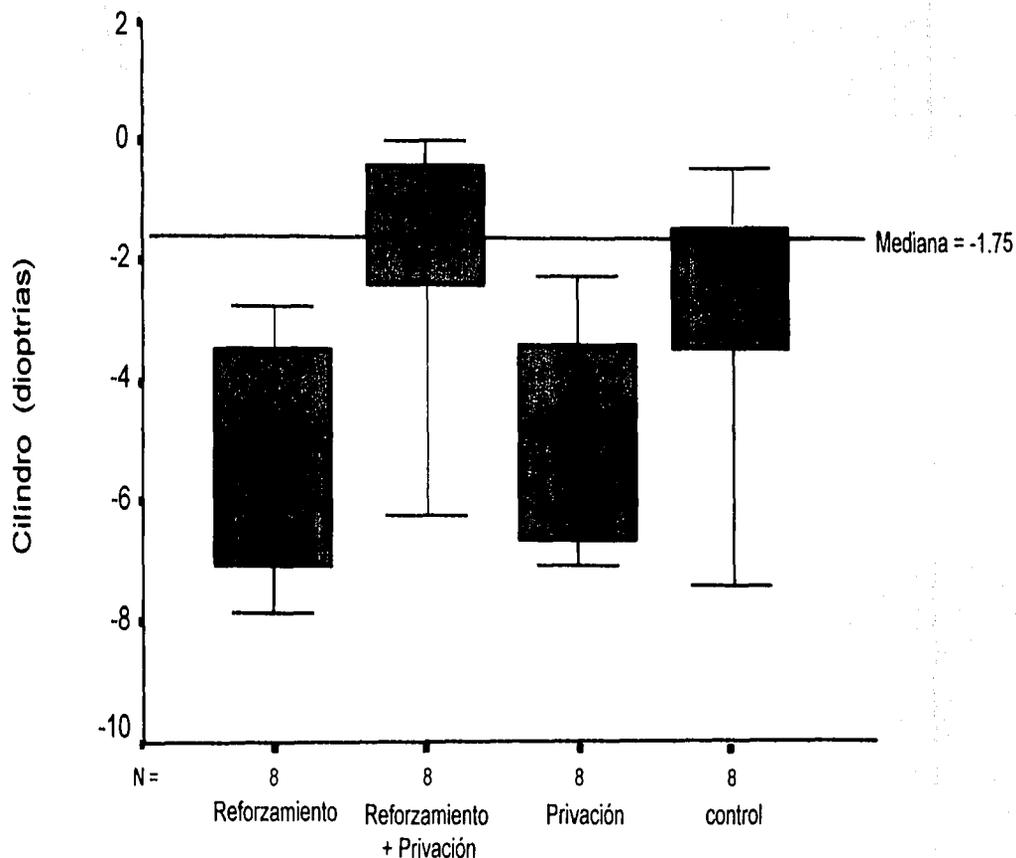


Figura 2. Gráfica que muestra el valor en dioptrías del cilindro en los 4 grupos. El reforzamiento y la privación visual aumentaron el astigmatismo, en el grupo con reforzamiento + privación visual no se observaron diferencias significativas comparadas con el control y en el grupo de privación visual con suturas palpebrales no se encontraron diferencias significativas comparadas con el control.

TESIS COM
FALLA DE COMEN

VALOR ESFÉRICO

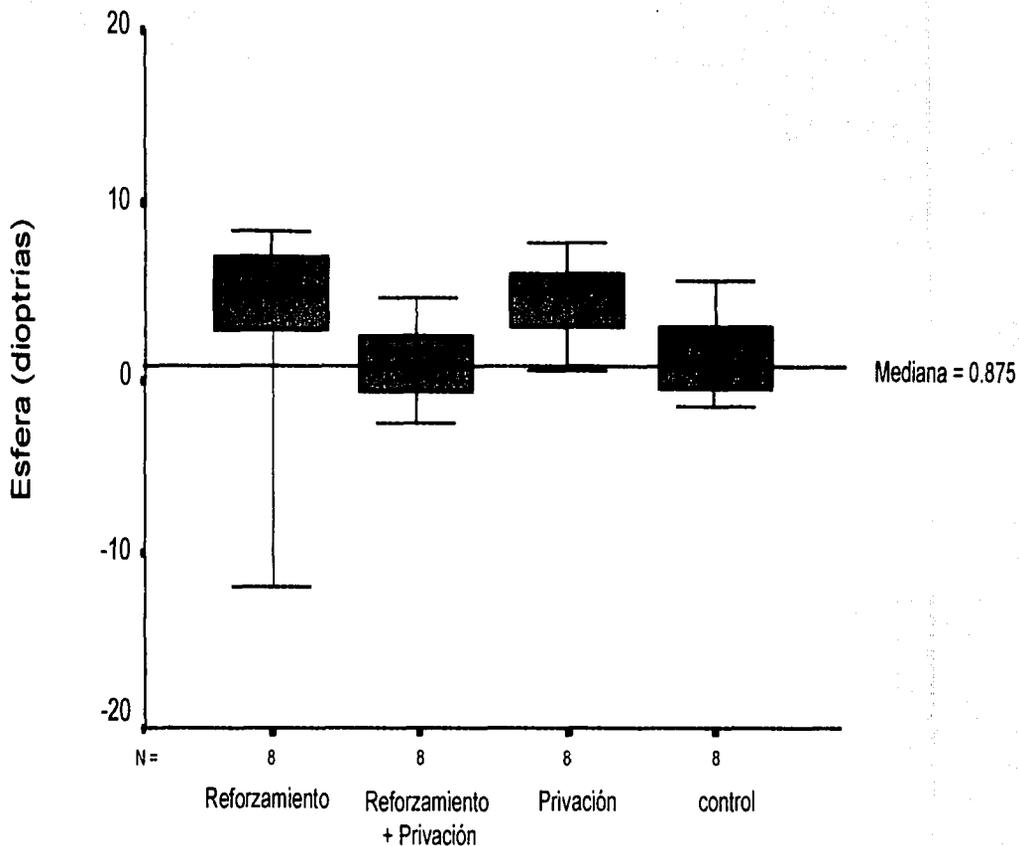


Figura 3. Gráfica que muestra el valor en dioptrías de las esfera de los 4 grupos. El reforzamiento escleral evitó la "miopización del ojo", provocando que los ojos sometidos al procedimiento fueran mas hipermétropes que los controles, la privación visual por sutura palpebral también ocasionó un ojo mas hipermetrope. El reforzamiento más la privación no mostró cambio significativo con respecto al control.

TESIS
FALTA UN
...

EJE ANTEROPOSTERIOR

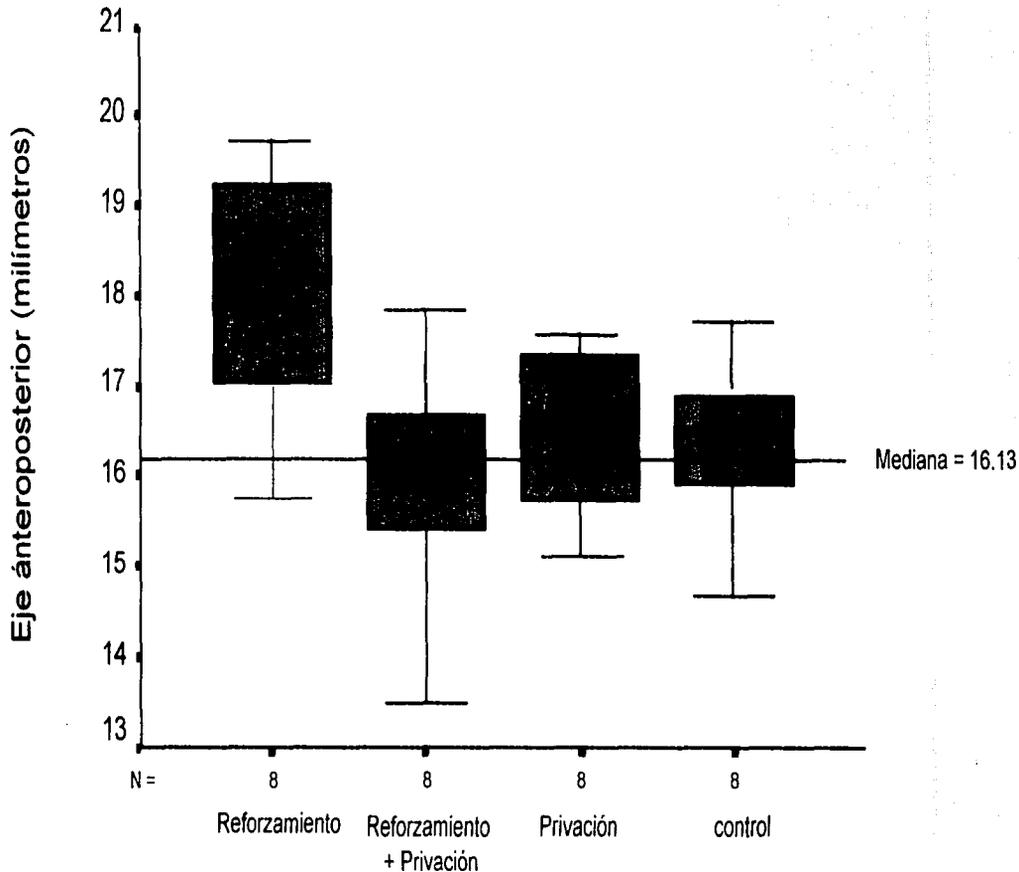


Figura 4. Gráfica que muestra la longitud ánteroposterior en milímetros de los 4 grupos. Sólo el grupo con reforzamiento escleral presentó modificación del eje ánteroposterior, teniendo aumento significativo de su longitud, esto representa clara deformación del ojo con reforzamiento lo que sugiere que el volúmen que se encontraba en el eje temporal se "acomodó" en el eje ánteroposterior del ojo. El resto de los grupos no

EQUIVALENTE ESFÉRICO

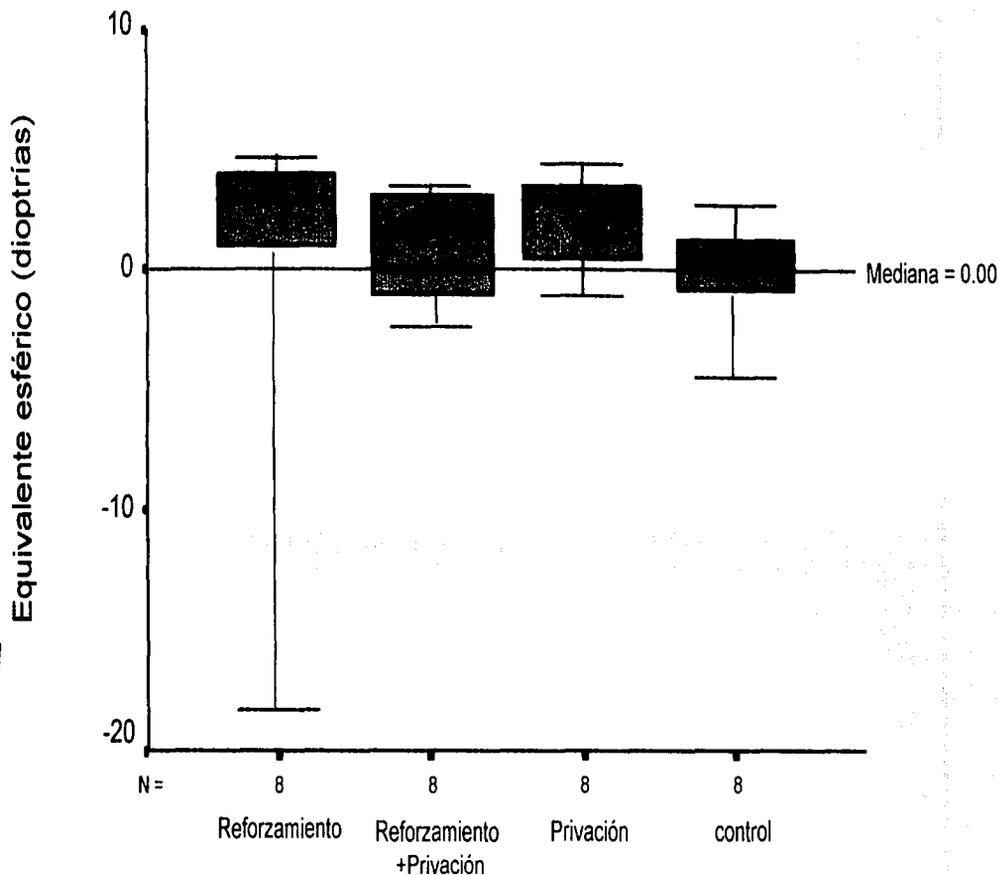


Figura 5. Gráfica que muestra el valor dióptrico del equivalente esférico en los 4 grupos. El equivalente esférico no presentó cambios en ninguno de los ejes lo que podría traducirse como un intento de compensación del ojo entre la esfera y el astigmatismo así a mayor astigmatismo mas hipermetropía, llegando a un equivalente esférico estable.

EJE HORIZONTAL

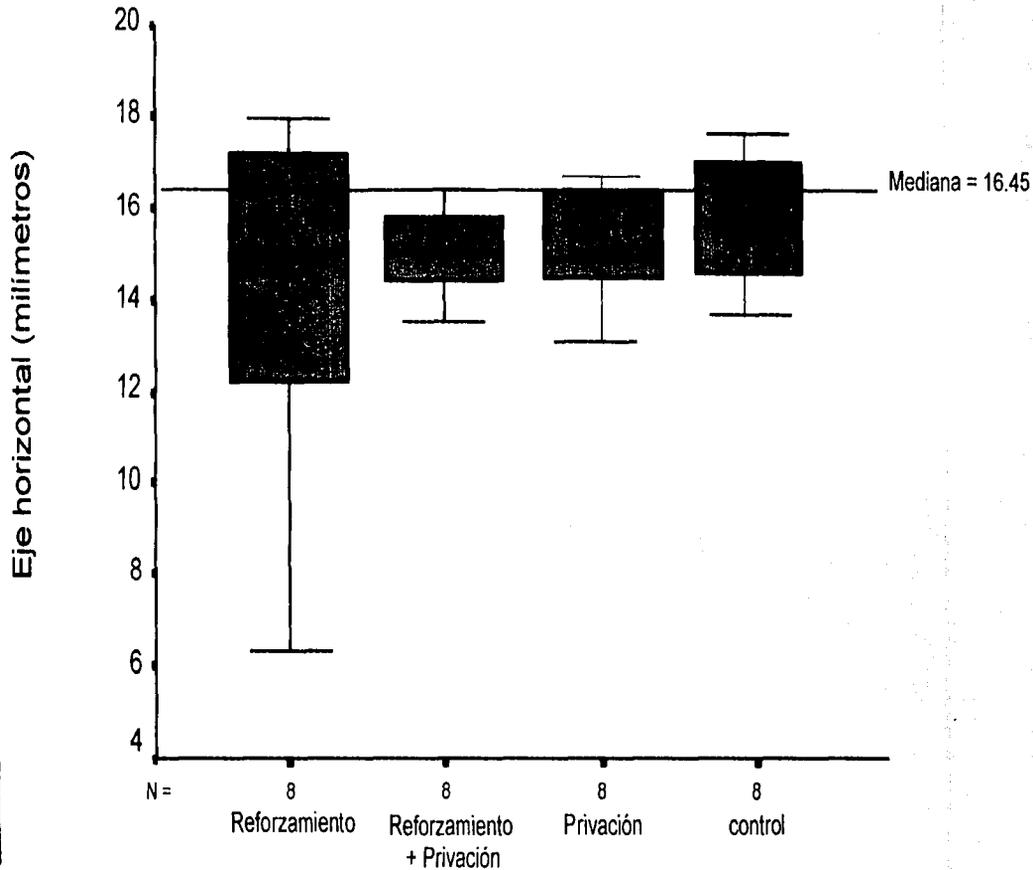


Figura 6. Gráfica que muestra la longitud del eje horizontal en milímetros de los 4 grupos. El reforzamiento + la privación produjeron disminución de la longitud del eje horizontal del ojo, los otros grupos no presentaron modificaciones.

EJE OBLICUO NASAL

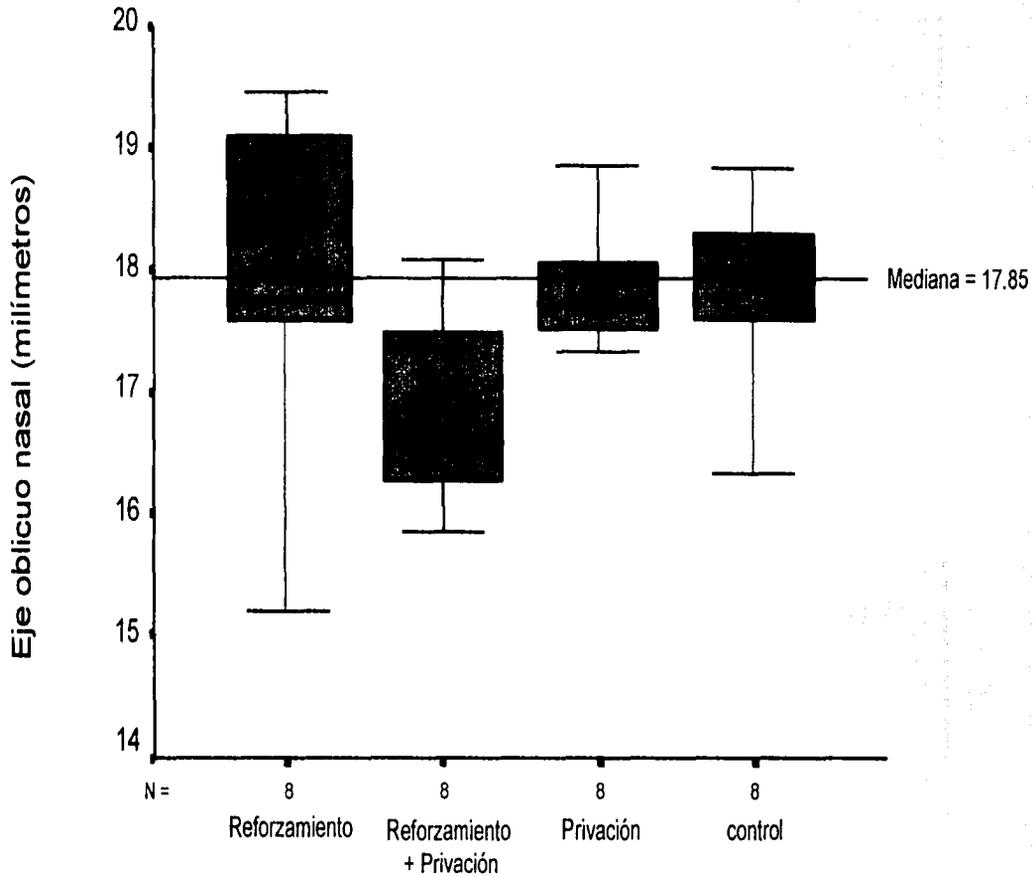


Figura 7. Gráfica que muestra las medidas del eje oblicuo nasal en milímetros de los 4 grupos. El eje oblicuo nasal se encontró disminuido en el grupo con reforzamiento + privación, el resto de los grupos no presentaron modificaciones.

EJE OBLICUO TEMPORAL

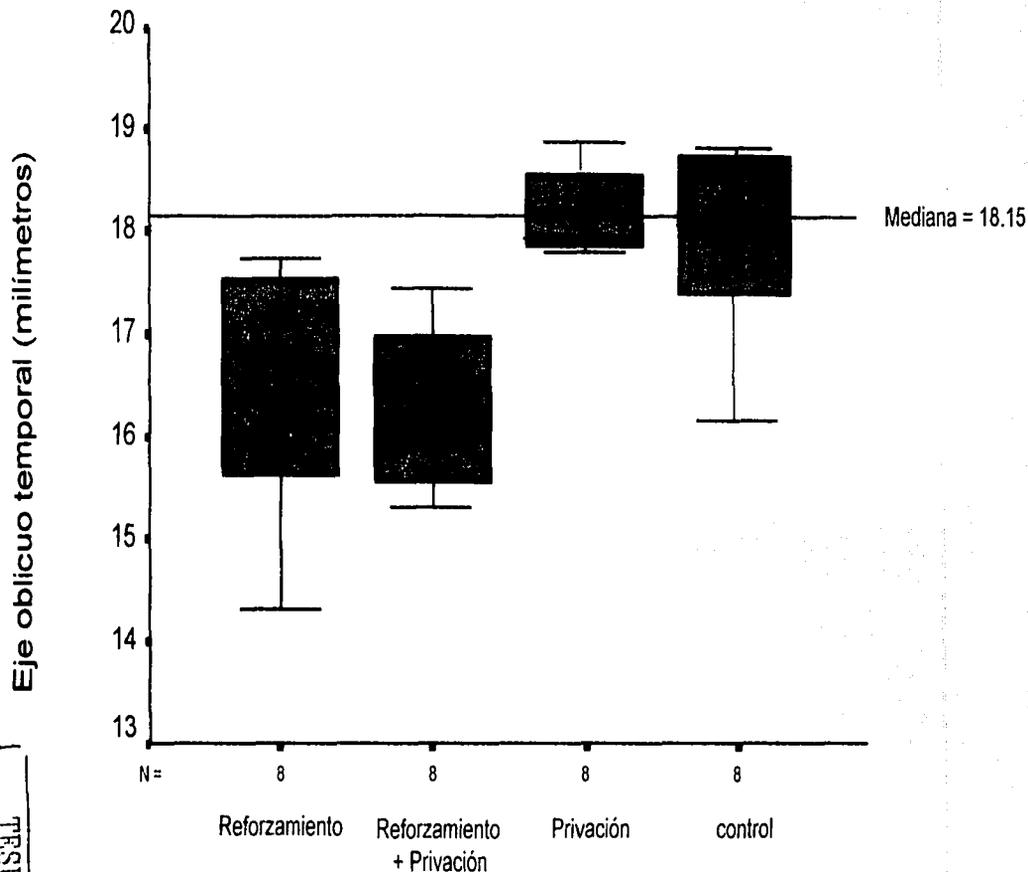


Figura 8. Gráfica que muestra las medidas del eje oblicuo temporal en milímetros de los 4 grupos. La banda logró detener el crecimiento del eje oblicuo temporal. La privación visual no produjo ningún cambio significativo en el eje oblicuo temporal.

TESIS COM
FALLA DE CAREN



ACADEMIA MEXICANA
Donceles 65
México 1, D.F.

Anexo A

26 de septiembre de 1996

Dra. Lorena Morales Neri
Insurgentes Sur 4411
Edificio 10 - 102
Col. Tlalcoligía
Deleg. Tlalpan
14430 México, D. F.

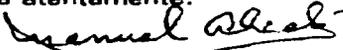
TESIS CON
FALLA DE URGEN

Pláceme contestarle su consulta del 4 del presente mes sobre las voces *deprivación* y *privación*, y la consulta telefónica sobre la palabra *miopizar*.

En relación con el término *privación*, para referir la disminución o ausencia de un órgano o función, sea natural o inducida intencionalmente (por ejemplo, *privación visual experimental*), conviene preferirlo al término *deprivación*, que es la castellanización de la palabra inglesa *deprive*, que significa *privar* y que no agrega nada a ese verbo.

En vista de que no existe un término aceptado para la disminución de la hipermetropía, y que la palabra *miopizar* es de uso corriente entre oftalmólogos para referirse específicamente a tal acción, es aconsejable aprovecharla pero conviene aclarar su significado la primera vez que aparezca en un texto.

Hago propicia la coyuntura para saludarla atentamente.


Manuel Alcalá
Secretario Perpetuo

last name: CONEJO
 Mod ID:
 date: 10/09/97
 history: Anexo B1

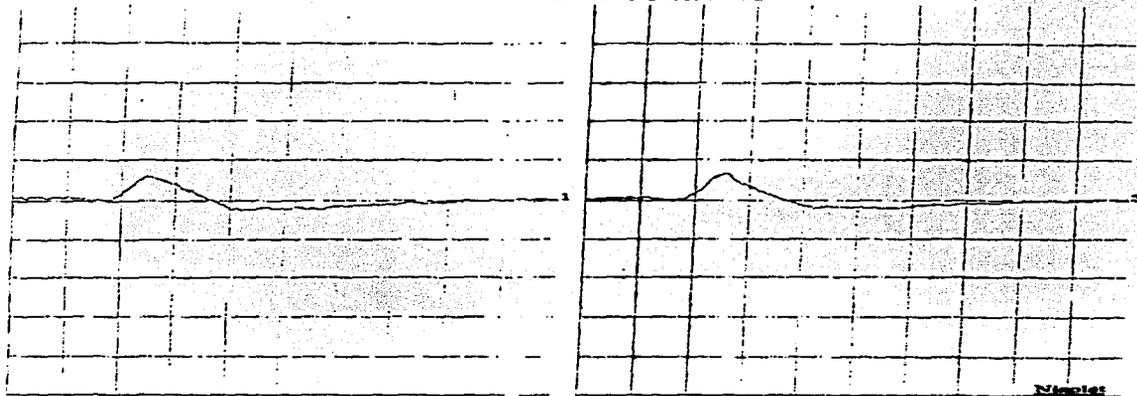
first name: 6
 birth date:
 examiner:

gender:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Notes/Impressions:

ERG: CONE RESPONSE



Sensitivity and Sweep Time Per Division
 1 99.57 uV 20.0 msec 2 99.57 uV 20.0 msec

AMP	Elect	Mode	Sns	I/F	HF	Notch	Artifact	RPM	Remarks
1	E1-E2	Run	1mV	1	1K	60Hz	Off	1	
2	E3-E4	Run	1mV	1	1K	60Hz	Off	2	

ACQ	Comm	Sweep	Time	Delay	Rate	Trigger	Stim	MISC	Type	Ch	Accept	Reject	Filter	Exp	Gain	Date	Time	Add	Sub	Ign	Filter	Smooth
1	A	8	200ms	-20ms	0.5	Inter	Gated	1	Sum	1	0	0	Bandel	8.92dB		10/09/97	13:03	no	no	no	no	no
2	A	8	200ms	-20ms	0.5	Inter	Gated	2	Sum	2	0	0	Bandel	12.59dB		10/09/97	13:03	no	no	no	no	no

STIM	Toggle	Mode	Dir	Tr rate	Count	Delay	Gain	Feedback	Stroke	Fixation	EOG	MERG	Eye	Toggle	Mode	Dir	Tr rate	Count	Delay	Gain	Feedback	Stroke	Fix
1	Off	Single	0.10ms	10	3		White	10PRL	1.00LogOn	Off	High	Off	Single	0.10ms	10	3	0ms						
2	Off	Single	0.10ms	10	3		White	10PRL	1.00LogOn	Off	High	Off	Single	0.10ms	10	3	0ms						

Anexos B1, B2, B3, y B4. Respuestas del electroretinograma de un conejo elegido al azar en el grupo de reforzamiento escleral. Los estímulos escotópicos en 8 corridas demuestran ondas a y b delimitadas de manera precisa.

last name: CONEJO
 Med ID:
 date: 10/09/97
 history:

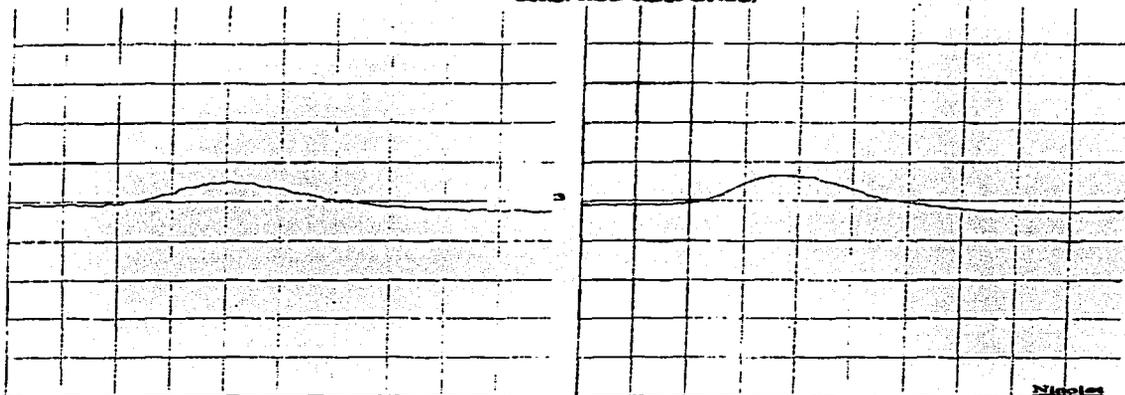
first name: 6
 birth date:
 examiner:

gender:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Notes/Impressions:

ERG: ROD RESPONSE.



Sensitivity and Sweep Time Per Division
 3 99.57 uV 20.0 msec 4 99.57 uV 20.0 msec

AME	Elect	Mode	Sea	LT	HF	Notch	Artifact	MEM	Remarks
3	B1-E2	Run	1mV	1	1K	60Hz	OFF	3	
4	B3-E4	Run	1mV	1	1K	60Hz	OFF	4	

ACQ	Count	Sweep	Time	Delay	Rate	Trigger	Stim	MISC	Type	Ch1	Acqnt	Reject	Filter	Exp	Gain	Date	Time	Add	Sub	Inv	Filter	Smooth
3	A	8	200ms	-20ms	0.5	Inst	Contd	3	Sum	1	8	0	Band	2.38dB	10/09/97	13:09	no	no	no	no	no	no
4	A	8	200ms	-20ms	0.5	Inst	Contd	4	Sum	2	8	0	Band	18.44dB	10/09/97	13:09	no	no	no	no	no	no

STIM	Stim	Mode	Dir	Tr	Rate	Count	Delay	Gain	Filter	Backg	Strobe	Fix	Gain	Filter	Backg	Strobe	Fix		
3	OFF	Single	0.10ms	10	3			Blue	OFF	0.25Log	On	OFF	Low	OFF	Single	0.10ms	10	3	On
4	OFF	Single	0.10ms	10	3			Blue	OFF	0.25Log	On	OFF	Low	OFF	Single	0.10ms	10	3	On

Anexos B1 ,B2,B3,y B4. Respuestas del electroretinograma de un conejo elegido al azar en el grupo de reforzamiento escleral. Los estímulos escotópicos en 8 corridas demuestran ondas a y b delimitadas de manera precisa.

last name: CONEJO
 Mod ID Anexo B3
 date: 10/09/97
 history::

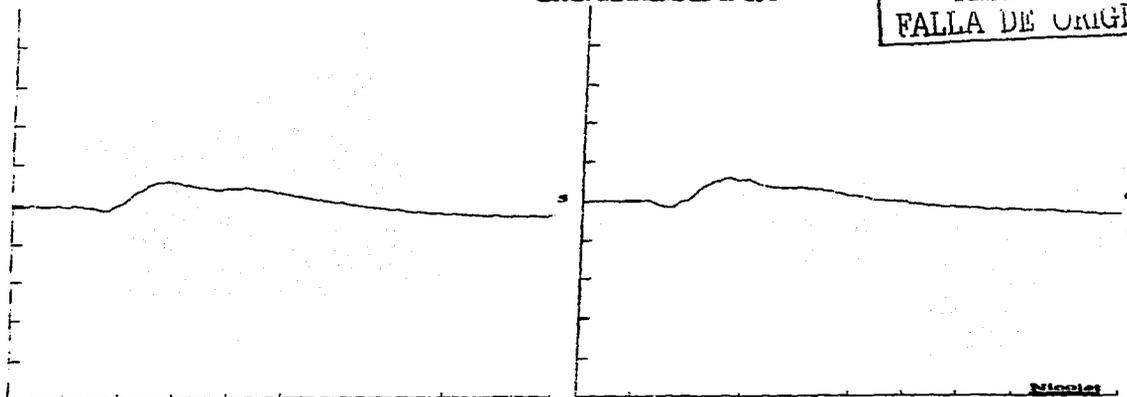
first name: 6
 birth date:
 examiner:

gender:

Notes/Impressions:

ERG: MAXIMAL & OP:

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN



Sensitivity and Sweep Time Per Division
 5 / 199.15 uV 20.0 msec 6 / 199.15 uV 20.0 msec

AMP	Block	Mode	Sns	LCF	HFV	Notch	Artifact	REM	Remarks
5	B1-B2	Run	1mV	1	1K	60Hz	Off	5	
6	E3-E4	Run	1mV	1	1K	60Hz	Off	6	

ACQ	Comm	Sweep	Time	Delay	Rate	Trigger	Stim	MISC	Type	Ch	Accept	Reject	Filter	Exp	SNR	Date	Time	Add	Sub	Inv	Filter	Smooth
5	A	8	200ms	-20ms	0.5	Inter	Gated	5	Supr	1	8	0	Bezel	-3.47dB		10/09/97	13:10	no	no	no	no	no
6	IA	8	200ms	-20ms	0.5	Inter	Gated	6	Samr	2	8	0	Bezel	3.76dB		10/09/97	13:10	no	no	no	no	no

STIM	Graphic	Mode	Dir	Tr rate	Const	Delay	Class	FB	Backgd	Strobe	Fix	EQ	LMED	In	Output	Mode	Dir	Tr rate	Const	Delay	Class	FB	Backgd	Strobe	Fix
5	Off	Single	0.10ms	10	3		White	Off	1.00	LogOn	Off	Low	Off	Single	0.10ms	10	3	0ms							
6	Off	Single	0.10ms	10	3		White	Off	1.00	LogOn	Off	Low	Off	Single	0.10ms	10	3	0ms							

Anexos B1, B2, B3, y B4. Respuestas del electroretinograma de un conejo elegido al azar en el grupo de reforzamiento escleral. Los estímulos escotópicos en 8 corridas demuestran ondas a y b delimitadas de manera precisa.

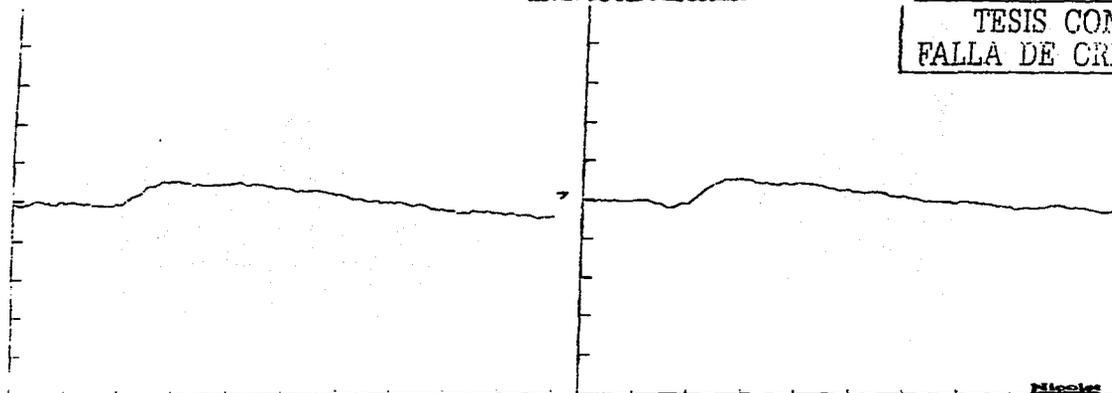
last name: **CONRIB**
 Med ID:
 date: **10/09/97**
 history::

first name: **6**
 birth date:
 examiner:

gender:

Notes/Impressions:

ERG: 30 Hz FLICKER



Sensitivity and Sweep Time Per Division
 7 199.15 μ V 20.0 msec 8 199.15 μ V 20.0 msec

AMP	Elect	Mode	Src	I/F	REV	Notch	Artifact	REM	Range
7	E1-E2	Run	1mV	1	1K	60Hz	OFF	7	
8	E3-E4	Run	1mV	1	1K	60Hz	OFF	8	

ACQ	Chan	Sweep	Time	Delay	Rate	Trigger	Stim	MISC	Type	Chs	Accept	Reject	Filter	Exp/DB	Date	Time	Add	Sub	Inv	Filter	Smooth
7	A	1	200ms	-20ms	0.5	Inst	Gate	7	Burn	1	1	0	Reset	24.09dB	10/09/97	13:11	no	no	no	no	no
8	A	1	200ms	-20ms	0.5	Inst	Gate	8	Sum	2	1	0	Reset	24.09dB	10/09/97	13:11	no	no	no	no	no

STIM	Config	Mode	Dur	Tr rate	Count	Delay	Gain	Effect	Stim	Filter	LED	to Config	Mode	Dur	Tr rate	Count	Delay	Gain	Effect	Stim	Filter
7	OFF	Train	0.10ms	30	6		White	OFF	1.00LogOn	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3					
8	OFF	Train	0.10ms	30	6		White	OFF	1.00LogOn	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3					

Anexos B1, B2, B3, y B4. Respuestas del electroretinograma de un conejo elegido al azar en el grupo de reforzamiento escleral. Los estímulos escotópicos en 8 corridas demuestran ondas a y b delimitadas de manera precisa.

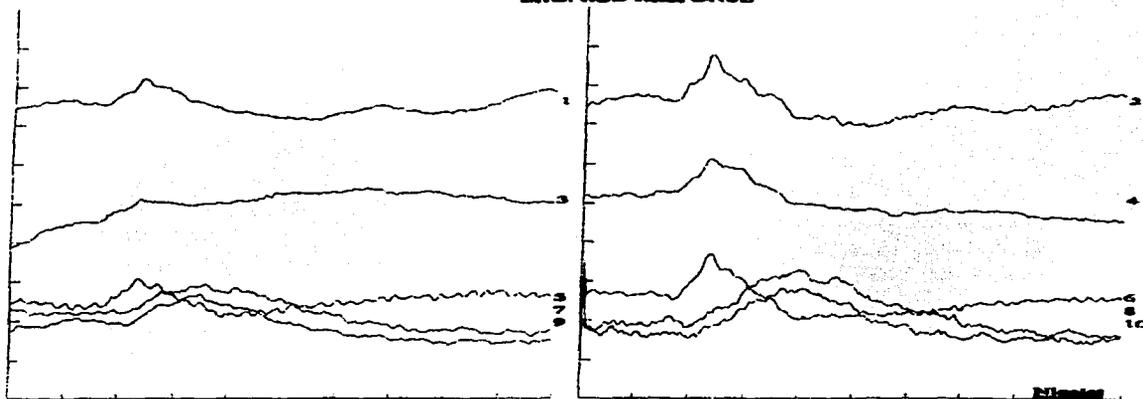
Last: **CONEJO C1**
 Med ID: **CONEJO 1**
 Date: **230797**
 Case History:

First: **CONEJO1**
 Birthdate:
 Examiner: **DR RAMIREZ**

Gender:

Notes/Impressions:

ERG: ROD RESPONSE



Sensitivity and Sweep Time Per Division											
1	49.79 uV	20.0 msec	2	49.79 uV	20.0 msec	3	49.79 uV	20.0 msec	4	49.79 uV	20.0 msec
5	49.79 uV	20.0 msec	6	49.79 uV	20.0 msec	7	49.79 uV	20.0 msec	8	49.79 uV	20.0 msec
9	49.79 uV	20.0 msec	10	49.79 uV	20.0 msec						

Anexos C1 y C2. Respuestas del electroretinograma de un conejo elegido al azar en el grupo de reforzamiento escleral + privación visual. Los estímulos escotópicos en 10 corridas demuestran ondas a y b delimitadas de manera precisa.

TESIS COM
 FALLA DE SISEN

ERG: ROD RESPONSE

AMP	Elect	Mode	Run	LV	HF	Notch	Artifact	REPR	Remarks
1	E1-E2	Run	ImV	1	1K	60Hz	OFF	1	
2	E3-E4	Run	ImV	1	1K	60Hz	OFF	2	
3	E1-E2	Run	ImV	1	1K	60Hz	OFF	3	
4	E3-E4	Run	ImV	1	1K	60Hz	OFF	4	
5	E1-E2	Run	ImV	1	1K	60Hz	OFF	5	
6	E3-E4	Run	ImV	1	1K	60Hz	OFF	6	
7	E1-E2	Run	ImV	1	1K	OFF	OFF	7	
8	E3-E4	Run	ImV	1	1K	OFF	OFF	8	
9	E1-E2	Run	ImV	1	1K	OFF	OFF	9	
10	E3-E4	Run	ImV	1	1K	OFF	OFF	10	

ACC	Comm	Stim	Time	Delay	Rate	Trigger	Stim	MISC	Type	Ch	Accpt	Reject	Filter	Pre-DB	Date	Time	Add	Sub	Inv	Filter	Smooth
1	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	1	Run	1	6	0	Band	-2.20dB	01/26/77	08:24	no	no	no	no	no
2	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	2	Run	2	6	0	Band	3.21dB	01/26/77	08:24	no	no	no	no	no
3	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	3	Run	1	6	0	Band	-9.82dB	01/26/77	08:25	no	no	no	no	no
4	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	4	Run	2	6	0	Band	0.18dB	01/26/77	08:25	no	no	no	no	no
5	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	5	Run	1	6	0	Band	1.27dB	01/26/77	08:25	no	no	no	no	no
6	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	6	Run	2	6	0	Band	2.74dB	01/26/77	08:25	no	no	no	no	no
7	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	7	Run	1	6	0	Band	1.05dB	01/26/77	08:27	no	no	no	no	no
8	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	8	Run	2	6	0	Band	5.39dB	01/26/77	08:27	no	no	no	no	no
9	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	9	Run	1	6	0	Band	4.56dB	01/26/77	08:27	no	no	no	no	no
10	A	6	200ms	-20ms	0.5	Inter	Clamp	10	Run	2	6	0	Band	3.49dB	01/26/77	08:27	no	no	no	no	no

STIM	Output	Mode	Dir	Tr	Rate	Cont	Delay	Gain	Filter	Stim	Flt	DB	MISC	In	Output	Mode	Dir	Tr	Rate	Cont	Delay	Gain	Filter	Stim	Flt
1	OFF	Single	0.10ms	10	3			White	20PFL	1.00Log	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3								
2	OFF	Single	0.10ms	10	3			White	20PFL	1.00Log	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3								
3	OFF	Single	0.10ms	10	3			White	20PFL	1.00Log	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3								
4	OFF	Single	0.10ms	10	3			White	20PFL	1.00Log	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3								
5	OFF	Single	0.10ms	10	3			White	20PFL	1.00Log	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3								
6	OFF	Single	0.10ms	10	3			White	20PFL	1.00Log	OFF	High	OFF	Single	0.10ms	10	3								
7	OFF	Single	0.10ms	10	3			Blue	OFF	0.25Log	OFF	Low	OFF	Single	0.10ms	10	3								
8	OFF	Single	0.10ms	10	3			Blue	OFF	0.25Log	OFF	Low	OFF	Single	0.10ms	10	3								
9	OFF	Single	0.10ms	10	3			Blue	OFF	0.25Log	OFF	Low	OFF	Single	0.10ms	10	3								
10	OFF	Single	0.10ms	10	3			Blue	OFF	0.25Log	OFF	Low	OFF	Single	0.10ms	10	3								

Anexos C2 muestra los parámetros del electroretinograma tomado al conejo con reforzamiento escleral mas privación.

TESIS CON
FALLA DE CALIFICACIÓN

JURADO

Presidente: Dr. Hugo Quiroz Mercado.

.....

Secretario: Dr. Miguel Pedroza Seres.

.....

Primer Vocal: Dr. Israel Grijalva Otero.

.....

Segundo Vocal: Dr. Alejandro Gómez Delgado.

.....

Tercer Vocal: Dr. José Dante Amato Martínez.

.....