



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE OPTOMETRÍA

TESIS

“IDENTIFICACIÓN DEL UMBRAL DE LA FRECUENCIA DE CENTELLEO
EN PACIENTES DE DIFERENTES GRUPOS DE EDAD CLÍNICAMENTE
SANOS”

PRESENTA

MARÍA GUADALUPE PEDROZA SÁNCHEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

TUTOR:

M.C.B. Héctor Esparza Leal

Aguascalientes, Ags, 3 de Junio del 2013.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES



ANIVERSARIO
UAA

MARÍA GUADALUPE PEDROZA SÁNCHEZ
MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS
P R E S E N T E

Por medio de la presente se le informa que en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento General de Docencia en el Capítulo XVI y una vez que ha cumplido con los siguientes requisitos; a) Participación como ponente en un congreso, b) Asistente a dos congresos de su área de formación, c) La aceptación o publicación de un artículo. d) Su trabajo de tesis, titulado:

**"IDENTIFICACIÓN DEL UMBRAL DE LA FRECUENCIA DE CENTELLEO EN
PACIENTES DE DIFERENTES GRUPOS DE EDAD CLÍNICAMENTE SANOS"**

Los requisitos para su titulación han sido revisados y aprobados por su tutor y el consejo académico, se autoriza continuar con los trámites para obtener el grado de **Maestría en Ciencias Biomédicas, área Optometría.**

Sin otro particular por el momento me despido enviando a usted un cordial saludo

A T E N T A M E N T E
"SE LUMEN PROFERRE"
Aguascalientes, Ags., 3 de junio del 2013.

DR. RAÚL FRANCO DÍAZ DE LEÓN
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

ccp. C.P. Ma. Esther Rangel Jiménez / Jefe de Departamento de Control Escolar.
ccp. Mtra. Guadalupe Valdés Reyes / Jefa de Departamento de Apoyo al Posgrado.
ccp. MCO. Héctor Esparza Leal / Tutor de trabajo de tesis.
ccp. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CONSEJO ACADÉMICO DE LA
MAESTRIA EN CIENCIAS BIOMEDICAS
PRESENTE

Por medio de la presente le informo que en cumplimiento de los artículos 105-G Fracción VII, y 175 apartado II del Reglamento General de Docencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes manifiesto que el trabajo de tesis titulado:

"Identificación del umbral de la frecuencia de centelleo en pacientes de diferentes grupos de edad clínicamente sanos"

que fue desarrollado por **María Guadalupe Pedroza Sánchez**, pasante de la Maestría en Ciencias Biomédicas área Optometría, cumple satisfactoriamente con los requisitos vigentes por lo que cuenta con mi **voto aprobatorio** para que sea presentado y defendido en el examen para la obtención del grado académico.

Sin otro particular por el momento y agradeciendo su atención a la presente aprovecho la oportunidad para enviarle un cordial saludo

ATENTAMENTE

"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags, 3 de junio de 2013.

MCB. Héctor Esperza Leal.
TUTOR DE TRABAJO DE TESIS

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme el don de la vida y darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente hasta el día de hoy.

A mis padres, porque siempre fomentaron en mí el hábito del estudio, para ser independiente y salir siempre adelante.

Al MCB Héctor Esparza Leal por todo el tiempo, dedicación y paciencia que me brindó para guiarme satisfactoriamente en éste proyecto. No sólo como tutor de tesis, sino también como maestro al resolver cada una de mis dudas.

Al MC Luis Alejandro Escobar López por la aplicación de su conocimiento estadístico y matemático a éste proyecto de investigación.

A las autoridades de la Universidad Médico Didáctica por el espacio que me facilitaron para llevar a cabo mi trabajo de campo.

Al L.O. Oscar Sánchez Martínez por la motivación y el apoyo que siempre me brindó.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN 9

ABSTRACT 11

INTRODUCCIÓN 12

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 13

II. MARCO TEÓRICO..... 15

 II.1 Aspectos temporales de la visión..... 17

III. METODOLOGÍA..... 27

 III.1 Objetivos..... 27

 III.2 Hipótesis..... 27

 III.3 Variables..... 27

 III.4 Operacionalización de variables 28

 III.5 Frecuencia crítica de centelleo..... 28

 III.6 Tipo de estudio seleccionado para investigación 29

 III.6.1 Justificación 29

 III.7 Diseño de muestreo elegido para la investigación 31

 III.7.1 Muestreo aleatorio estratificado..... 31

 III.8 Recolección de datos..... 33

 III.9 Plan de tabulación y análisis de datos 35

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 37

V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE HIPÓTESIS: 43

VI. DISCUSIONES 46

VII. CONCLUSIONES 47

VIII. GLOSARIO 48

IX. BIBLIOGRAFÍA..... 50

X. REFERENCIAS 51

XI. ANEXOS..... 52

 Anexo A. Solicitud al gabinete. 52

 Anexo B. Solicitud al gabinete. 53

 Anexo C. Consentimiento informado para participar en un estudio de investigación
 médica..... 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables28

Tabla 2. Tipo de estudio de investigación.....29

Tabla 3. Grupos de edades31

Tabla 4. Tamaño de muestra32

Tabla 5. Recolección de datos34

Tabla 6 Análisis de datos35

Tabla 7. Prueba de hipótesis Kruskal-Wallis.....43

Tabla 8. Prueba de hipótesis Tukey44



ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfico 1. Distribución del grupo de edad No. 1 en función del género. 37

Gráfico 2. Distribución del grupo de edad No. 2 en función del género. 37

Gráfico 3. Distribución del grupo de edad No. 3 en función del género. 38

Gráfico 4. Distribución del grupo de edad No. 4 en función del género. 38

Gráfico 5. Distribución del grupo de edad No. 5 en función del género. 39

Gráfico 6. Distribución del grupo de edad No. 6 en función del género 39

Gráfico 7. Distribución del grupo de edad No. 7 en función del género. 40

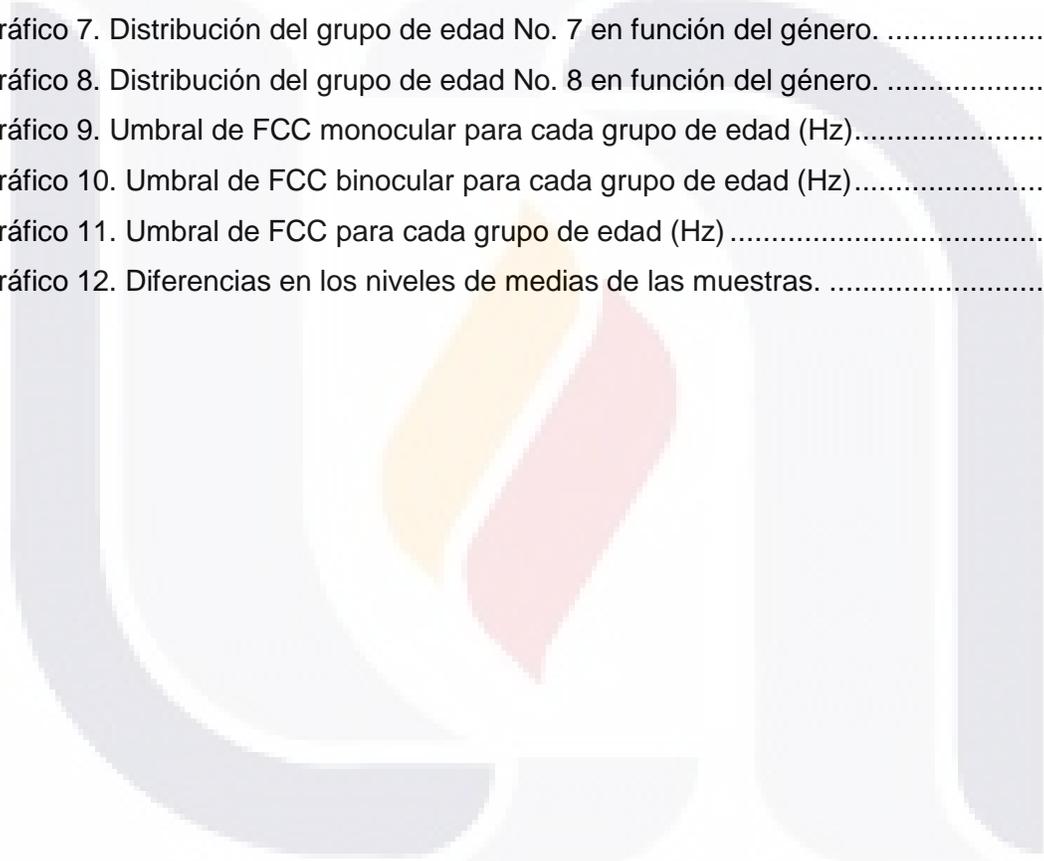
Gráfico 8. Distribución del grupo de edad No. 8 en función del género. 40

Gráfico 9. Umbral de FCC monocular para cada grupo de edad (Hz)..... 41

Gráfico 10. Umbral de FCC binocular para cada grupo de edad (Hz)..... 42

Gráfico 11. Umbral de FCC para cada grupo de edad (Hz) 42

Gráfico 12. Diferencias en los niveles de medias de las muestras. 45



RESUMEN

INTRODUCCIÓN: La agudeza visual temporal es el análisis de los cambios en la luminancia en un determinado lapso de tiempo y se relaciona con la habilidad del sistema visual para percibir movimiento. Está condicionada por la capa de células fotorreceptoras de la retina. Mediante cierto tipo de sustancias fotosensibles se desencadena una reacción fotoquímica posterior a la absorción de la luz, tal reacción determina la longitud de onda de la luz y genera un estímulo nervioso para producir la imagen. Dicha respuesta puede ser medida mediante un instrumento que emite un estímulo luminoso que puede ser modulado en frecuencia (Hz) mientras la amplitud se mantiene constante. Debido a que la información existente del umbral de ésta frecuencia es generalizado (55-60 Hz) se identificó este valor en pacientes clínicamente sanos de diferentes grupos de edad entre la infancia y la vejez. **OBJETIVO GENERAL:** Identificar el umbral de frecuencia de centelleo en pacientes clínicamente sanos en diferentes grupos de edad. **MATERIAL:** Lap-top, programa generador de tonos NTC, generador de pulsos frecuenciales construido mediante los siguientes elementos: pila de 9 V, LED grande de 3.5 V, resistencia de 1 k Ohm, cable audio, optoacoplador, interruptor. **MÉTODO:** Identificar el umbral de frecuencia de centelleo utilizando el programa generador de tonos NTC instalado en la computadora personal y un aparato generador de pulsos frecuenciales que transformará la señal de los tonos del programa en pulsos, de ésta manera se medirá el umbral de dicha frecuencia. **RESULTADOS:** Se revisó a un total de 80 individuos, 38 hombres y 42 mujeres, con edades que comprendieron desde los 7 hasta los 70 años, divididos en 8 grupos de edades. El valor del umbral de FCC se registró entre los 43.25 a 48.50 Hz. **DISCUSIONES:** El umbral de resolución temporal, asociado a la habilidad de percibir el movimiento, descrito en la literatura (Schwartz, 1998), se ubica en un rango de entre 55-60 Hz de manera generalizada sin especificar variaciones de acuerdo a la edad de las personas. En contraste, en éste estudio, se encontraron valores por debajo del umbral descrito, específicamente entre 43 y 48 Hz y además hubo variaciones entre los grupos de estudio. **CONCLUSIONES:** El umbral de FCC es variable en función de la edad, tanto en condiciones fotópicas como escotópicas. La mayor sensibilidad de resolución temporal, se registra entre los 31 a 38 años. Desde los 7 hasta los 70 años la FCC ningún momento registró valores por debajo de los 40 Hz. El grupo de estudio que

registró mayor umbral de FCC coincide con la edad en que las personas presentan menos cambios fisiológicos en el organismo.



ABSTRACT

INTRODUCTION: Temporary visual acuity is the analysis of change in luminance over a certain period of time and it is connected to the visual system ability to perceive movement. It is also conditioned by the photoreceptor cell layer on the retina. Through some type of photosensitive substance, a photochemical reaction occurs subsequent to light absorption. Such reaction determines the wavelength and produces a nerve impulse to generate an image. This response can be measured through an instrument that produces a luminescence stimulus. The incentive can be frequency modulated (Hz) while the extent is being held. Due to existing data at the frequency rate is standard (55-60), it was identified such value in clinically healthy patients ranging from children to elderly people. **GENERAL OBJECTIVE:** To identify the scintillation frequency threshold in clinically healthy patients at different ages. **MATERIAL:** Lap-Top, tone generator software NTC, frequency pulse generator made of the followings elements: 9V battery, 3.5 V big size LED, 1 K Ohm resistance, audio cord, optocoupler, a switch. **METHOD:** To identify the scintillation frequency threshold using the tone generator software previously installed in the computer system and a frequency pulse generator device, the one that will convert the signals of the tone generator software. In that way, the already mentioned threshold will be measured. **RESULTS:** 80 people were checked, 38 male, 42 female, from 7 to 70 years old. They were divided in 8 groups considering their age. The value of the FCC threshold was from 43.25 to 48.50 Hz. **DISCUSSION:** Temporary resolution threshold, related to the ability of movement recognition and described in the literature review (Schwartz, 1998), is located at a standard range of 55-60 Hz without specifying age. In contrast, in this study, values under the threshold previously said were found namely between 43 and 48 Hz and it should be noted that there were differences among the 8 groups. **CONCLUSION:** The FCC threshold varies according to age, in both photopic and scotopic conditions. The highest temporary resolution sensitivity occurs in people between 31 and 38 years old. Since the age of 7 to 70, the FCC never registered any value under the 40 Hz. The group that experienced the highest FCC threshold corresponds to age in people with less physiological changes.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de la función de sensibilidad al contraste proporciona una valiosa herramienta para la interpretación de la capacidad de la visión espacial, es decir, la medición de la agudeza visual tradicional solo evalúa una pequeña parte del paciente en cuanto a su visión espacial se refiere, siendo éste aspecto de la visión el que más molestias visuales representa y que se alivia con la corrección óptica. Sin embargo, también se deben de tomar en cuenta los cambios o reducciones a diferentes frecuencias que ocurren y que son de importancia clínica para la valoración de la función visual del paciente.

Por otro lado la agudeza visual temporal es el análisis de los cambios en la luminancia en un determinado lapso de tiempo y se relaciona con la habilidad del sistema visual para percibir movimiento; está condicionada por la capa de células fotorreceptoras de la retina. Esta capacidad es conocida como resolución temporal. Mediante cierto tipo de sustancias fotosensibles se desencadena una reacción fotoquímica posterior a la absorción de la luz, tal reacción determina la longitud de onda de la luz y genera un estímulo nervioso para producir la imagen. Dicha respuesta puede ser medida mediante un instrumento que emite un estímulo luminoso que puede ser modulado en frecuencia (Hz) mientras la amplitud se mantiene constante. Debido a que la información existente del umbral de ésta frecuencia es generalizado (55-60 Hz) se identificó este valor en pacientes clínicamente sanos de diferentes grupos de edad entre la infancia y la vejez, el cual podrá ser utilizado posteriormente como referencia para comparar los valores normales contra valores alterados que se pudieran relacionar con algún padecimiento metabólico.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el examen visual optométrico, una de las principales pruebas realizadas es la agudeza visual específicamente con referencia al límite espacial de la discriminación visual en el ser humano, y casi siempre se refiere a la agudeza visual foveal, o mejor dicho, la agudeza evaluada cuando una persona fija con la fovea las letras situadas sobre el optotipo. Pero el término de agudeza visual no solo comprende la discriminación en una dimensión espacial, existen otras propiedades de la visión que también se evalúan como son la sensibilidad al contraste, visión binocular, visión perceptual y la percepción del movimiento, entre otras. Haciendo referencia a este último término en el cual se basa el tema de investigación, se dice que es la capacidad que tiene el sistema visual de detectar el centelleo de una fuente luminosa y la habilidad para percibir el movimiento. Estas habilidades son analizadas por las vías visuales especializadas que alimentan áreas de análisis de movimiento en la corteza cerebral.

La parte central de la fovea carece de las células fotorreceptoras llamadas bastones, solo se encuentran las células fotorreceptoras conocidas como conos, por lo que también se denomina *área libre de bastones* ó *área de conos puros* y se cree que en ésta área en específico, cada cono tiene su propia línea privada o dicho de otra manera, su propia fibra nerviosa con la corteza visual. Dentro de la agudeza visual, -específicamente hiperagudeza visual- existe la capacidad para adaptarse a los cambios de iluminación y de movimiento, ésta, es condicionada por la capa de células fotorreceptoras de la retina, conos y bastones, los cuales mediante cierto tipo de sustancias fotosensibles tienen la propiedad de presentar una reacción fotoquímica mediante la absorción de la luz, dicha reacción determina la longitud de onda de la luz y desencadena una serie de estímulos nerviosos para producir la imagen.

El umbral de la frecuencia de centelleo ha sido estudiado y establecido entre los 55-60 Hz, también ha sido objeto de varios estudios que tratan de explicar o determinar algún daño existente en la retina, pero, desafortunadamente éstos estudios han sido desarrollados en otro país y bajo condiciones específicas de padecimientos neurológicos o sistémicos en poblaciones que difieren de nuestras características. En la State University of New York State College of Optometry, se examinó y estudió la fijación foveal

excéntrica y la frecuencia de centelleo en pacientes con lesiones traumáticas leves, todo esto con la finalidad de determinar la existencia de una correlación entre la CFF, la luz y la sensibilidad al movimiento en personas con éstos antecedentes traumáticos. Dado que no se ha descrito aun el umbral de resolución temporal en nuestra población, surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe alguna diferencia en el umbral de la frecuencia de centelleo en pacientes de diferentes edades clínicamente sanos?



II. MARCO TEÓRICO

Para explicar el tema de frecuencia crítica de centelleo, se debe de empezar primero definiendo lo que es la agudeza visual ya que de éste punto se deriva la explicación de lo que es la visión temporal. La agudeza visual se refiere usualmente a la medición del límite *espacial* de la discriminación visual para valorar la integridad funcional del ojo humano, o dicho en otras palabras, también se puede decir que ésta medición técnicamente se trata de determinar un umbral en el que se ven involucrados aspectos sensoriales como son: la determinación del estímulo físico, la transducción en el órgano sensorial, substratos anatómicos y fisiológicos, criterios y escalas de medición y técnicas para obtener los valores umbral. Dentro de éste termino de agudeza visual se pueden a su vez identificar tres subdivisiones importantes y son las siguientes:

Mínimo visible: se refiere a la presencia de una característica sencilla.

Mínimo separable: se refiere a definir al criterio las características de un estímulo

Mínimo discriminable o hiperagudeza: se refiere al criterio de localización relativa de las características que son visibles.

A partir de ésta última subdivisión se enfocará el camino de la investigación para entender de una manera más clara. Se debe decir que la hiperagudeza es llamada así por la máxima sensibilidad que se manifiesta en ésta última forma de la agudeza visual, los umbrales que se obtienen de ella son bajos, y están relacionados con la habilidad que tiene el sistema visual para resumir la información de la luminancia que existe en el espacio para llegar a un sentido de dirección y éste procesamiento ocurre a nivel de la corteza visual.

El 90% de los axones retinianos terminan en el núcleo geniculado lateral del tálamo, que es la principal estructura subcortical encargada de transportar la información visual a la corteza cerebral. En ausencia de ésta vía, la percepción visual desaparece, aunque puede persistir una detección muy limitada de estímulos y movimientos hacia objetos situados en el campo visual, ésta visión residual, posiblemente vehiculada por la vía visual pasa por el tubérculo cuadrigémino superior y ha recibido el nombre de visión ciega. El núcleo geniculado lateral contiene seis capas de cuerpos celulares separados

por capas intralaminares de axones y dendritas, éstas capas se enumeran del 1 al 6 en dirección de ventral a dorsal, en éste núcleo, los axones de las células ganglionares retinianas permanecen separados. Las dos capas más ventrales del núcleo contienen células relativamente grandes, por lo que se denominan capas magnocelulares, mismas que reciben aferencias procedentes de la retina nacen de las células ganglionares M; las cuatro capas dorsales se denominan capas parvocelulares y reciben aferencias de las células ganglionares P. Cada capa individual del núcleo recibe aferencias procedentes de un solo ojo: las fibras de la hemirretina nasal contralateral entran en contacto con las capas 1, 4 y 6 y las fibras de la hemirretina temporal homolateral con las capas 2, 3 y 5 . Por lo tanto, aunque cada uno de los núcleos geniculados laterales recibe la información completa del campo visual contralateral, las aferencias procedentes de cada ojo se mantienen separadas.

Los campos receptivos de las células ganglionares de la retina son concéntricos y poseen una organización caracterizada por el antagonismo centro-periferia que permite medir el contraste de la intensidad de la luz entre el centro y el borde del campo receptivo, de igual manera, las células del núcleo geniculado lateral responden a manchas pequeñas de luz en el centro de sus campos receptivos; la iluminación difusa de la totalidad del campo receptivo solo produce respuestas débiles. Ésta semejanza entre las propiedades receptivas de las células ganglionares de la retina y las células del núcleo geniculado lateral deriva en parte del hecho de que cada neurona geniculada recibe sus principales impulsos retinianos a través de un número muy pequeño de axones.

El *contraste de luminancia* es una medida de la diferencia entre las partes más iluminadas y más oscuras de un estímulo. Las células M responden cuando el contraste es de tan solo 2%, mientras que las células P rara vez responden a contrastes menores a un 10%. Ambos tipos de células se diferencian también por su respuesta a la frecuencia espacial y temporal. La frecuencia espacial es el número de repeticiones de un patrón a una distancia dada y la frecuencia temporal es la rapidez de los cambios de patrón en función del tiempo, por ejemplo, la conexión y desconexión de las barras de un enrejado 10 veces por segundo produciría una frecuencia temporal de 10 Hz. La resolución espacial de las células M tiende a ser menor y su resolución temporal mayor que las resoluciones respectivas de las células P, éstas últimas son esenciales para la visión al

color y las más importantes para la visión que requiere de una resolución espacial alta y una resolución temporal baja, mientras que las células M contribuyen sobre todo a la visión que requiere una resolución espacial baja y una resolución temporal alta. Esta especialización dentro del procesamiento es imprescindible para propiedades elementales de la visión tales como la resolución espacial y temporal de la visión al color.

Las aferencias que llegan al núcleo geniculado lateral pueden controlar el flujo de información que se dirige hacia la corteza procedente de la retina, la corteza visual primaria organiza las aferencias retinianas aisladas para bloques de formas de imágenes visuales. La primera región de la vía visual posee campos receptivos celulares claramente distintos de los de las células retinianas; esta es la corteza visual primaria, también conocida como área visual 1 (V1). Esta región de la corteza, el área 17 de Brodmann, recibe el nombre de corteza estriada ya que contiene bandas visibles de sustancia gris y sustancia blanca en la capa 4, la estría de Gennari, formada por axones mielínicos. Al igual que el núcleo geniculado lateral y el tubérculo cuadrigémino superior, la corteza visual de cada hemisferio cerebral recibe información procedente sólo de la mitad contralateral del campo visual. La corteza visual primaria tiene aproximadamente 2 mm de espesor y está formada por 6 capas de células, la principal capa para la recepción de los impulsos procedentes del núcleo geniculado lateral es la capa 4.

Cuando las fibras procedentes del núcleo geniculado lateral penetran en la corteza visual primaria, la información fluye sistemáticamente desde una capa cortical a otra, comenzando en las células estrelladas espinosas, que predominan en la capa 4. Estas células distribuyen las aferencias procedentes del núcleo geniculado lateral por la corteza y las células piramidales proporcionan axones contralaterales que se dirigen hacia arriba y abajo para integrar las actividades de todas las capas de V1.

II.1 Aspectos temporales de la visión

Como lo menciona Steve Schwartz¹ la visión temporal analiza los cambios de luminancia en el tiempo y ésta visión también se relaciona con la habilidad de percibir movimiento, a manera de ejemplo se puede decir que involucra la detección de los

¹ Visual Perception a Clinical Orientation, Second Edition.

centelleos producidos por un flash. La visión temporal y el análisis de movimiento han sido objeto de muchas investigaciones mismas que sugieren que la visión temporal es analizada por las vías visuales especializadas que transmiten la información del análisis del movimiento a la corteza cerebral y gracias a éstos estudios que se han aplicado clínicamente se han podido diseñar estímulos especiales para ayudar en el diagnóstico de ciertas enfermedades sistémicas que afectan al sistema visual (esclerosis múltiple, retinopatía diabética). Los estímulos que se utilizan para el estudio de la visión temporal tienen la característica de ser estímulos con luminancia que varía sinusoidalmente con el tiempo, esto quiere decir que un estímulo modulado temporalmente se produce por una fuente de luz que enciende y apaga y, para producir el senoide temporal se debe encender y apagar con un curso sinusoidal en el tiempo.

En cuanto a la modulación del estímulo, se debe de resaltar que la visibilidad de éste es relacionada con su profundidad de modulación, por ejemplo, una fuente de luz que es modulada a una frecuencia baja, se apreciará como estable y no se podrá percibir el centelleo y, si en cambio la profundidad de modulación es mayor la luz no se percibirá como estable y se apreciará el centelleo. Schwartz² propone el ejemplo de las rejillas espaciales como análogo al ejemplo anterior y dice que si una rejilla espacial de contraste muy bajo se observará como una superficie gris uniforme y solo cuando se aumenta el contraste la rejilla se puede resolver, lo mismo sucede con un estímulo modulado temporalmente, si la modulación es baja el estímulo se ve como estable y si la modulación aumenta, se resuelve y se observa el centelleo.

Este manejo en la modulación de la frecuencia del estímulo que se menciona se conoce como frecuencia crítica de centelleo (CFF por sus siglas en inglés) y es análoga a la agudeza visual de resolución espacial. Conforme se incrementa la frecuencia de un estímulo modulado temporalmente, el centelleo se hace más rápido y así eventualmente se llega a una frecuencia tal que ya no se podrá resolver y el estímulo se observará como estático. Esto representa el límite más alto de resolución temporal que tiene el sistema visual para una profundidad de modulación dada y ésta frecuencia generalmente se maneja en Hertz (un Hertz es igual a un ciclo por segundo).

² Visual Perception a Clinical Orientation, Second Edition

La ventaja de éste tipo de estímulos sinusoidales es que permiten la aplicación de análisis lineales del sistema visual. La visión temporal se caracteriza por la función de la transferencia de modulación temporal (TMTF) y para determinarla, se le pide al sujeto a examinar que vea una fuente de luz la misma que esta modulada a un rango temporal determinado en el cual al inicio la profundidad de la modulación es muy baja por lo que el sujeto la percibe como estática, conforme se va aumentando la profundidad de modulación el sujeto reporta que la luz centellea. El resultado o porcentaje de la modulación en la cual el sujeto reportó que observaba centellear la luz es el umbral, el cual es recíproco a la sensibilidad relativa, es decir, relativa al fondo de la iluminación que se utilizó para la resolución del centelleo. Una vez que se ha explicado la agudeza visual con sus subdivisiones y especialmente haciendo hincapié en la hiperagudeza refiriéndose al aspecto temporal de la visión es importante mencionar y tratar de dejar claro como es el proceso mediante el cual se percibe la luz, como se mencionó anteriormente en el planteamiento del problema, la capacidad para adaptarse a los cambios de iluminación y de movimiento está condicionada por la capa de células fotorreceptoras de la retina, específicamente los conos y los bastones, pero el proceso visual es un poco más complejo que esto y por eso se tiene que explicar cómo es que comienza este estímulo.

El proceso visual comienza cuando la luz visible incide en el ojo y a su vez forma imágenes en la retina la cual es una delgada capa de neuronas y de células fotorreceptoras, además de presentar una alta irrigación sanguínea. Entre las capas de neuronas se destacan los receptores conos y bastones, observados por primera vez por Max Schultze en 1865, que son los que transforman la energía luminosa en energía eléctrica y que además transmiten este tipo de energía eléctrica fuera de la retina mediante el nervio óptico. Los conos y los bastones tienen propiedades diferentes, lo cual hace que los bastones sean más sensibles a longitudes de onda más cortas a comparación de los conos. Ambos contienen pigmentos visuales que son sensibles a la luz y por ende reaccionan a los estímulos luminosos mediante un cambio de forma que genera una señal eléctrica. Dicho cambio se ve acompañado por una modificación en el color del pigmento, que es llamado decoloración. Las señales que se generan en los receptores se encargan de activar señales eléctricas en la siguiente capa de la retina, que son las células bipolares y a su vez éstas señales se transmiten a través de varias neuronas hasta que salen del ojo mediante las células ganglionares las cuales parten del

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

fondo de ojo para convertirse en fibras del nervio óptico. La mayor parte de éstas células se extienden hasta el Núcleo Geniculado Lateral (NGL) que es el primer punto importante de paso en la vía rumbo al cerebro. Dichas fibras del NGL se extienden al área receptora visual primaria que es la corteza estriada y se encuentra en el lóbulo occipital.

El lugar donde ocurren los primeros acontecimientos del proceso visual está en los segmentos exteriores del receptor (ya sea cono o bastón) debido a que ahí se encuentran los pigmentos visuales sensibles a la luz que se ocupan de la transducción de la misma, al ser observados éstos segmentos exteriores se revelan una serie de discos apilados como si fueran panqueques que contienen moléculas de pigmentos visuales (rodopsina) que a la vez serpentean siete veces a través de la membrana del disco. La molécula de pigmento visual tiene dos componentes: 1) una proteína larga llamada *opsina*. 2) una pequeña molécula sensible a la luz llamada *retinal* con un peso molecular de apenas 268 daltons.

Los fotorreceptores emplean fotopigmentos carotenoides denominados rodopsinas. La rodopsina es una combinación de dos moléculas: El retinal (aldehído de la vitamina A) y la proteína opsina. El retinal se conjuga con la proteína opsina por medio de la unión del extremo aldehído con un residuo de lisina en la opsina, reacciona a la luz y éste es el origen de la *transducción visual* que es la transformación de energía luminosa en eléctrica. Las opsinas tienen un peso molecular de alrededor de 40,000 daltons y contienen 2 cadenas cortas de oligosacáridos y 30 o más fosfolípidos unidos que ayudan a mantener a la proteína conectada con la membrana del fotorreceptor. La rodopsina es un miembro de la superfamilia de receptores asociados a la proteína G porque actúa a través de una proteína G y transduce y comparte una secuencia extensa con los receptores de neurotransmisores y de hormonas pertenecientes a ésta superfamilia.

La pregunta de cómo se convierte la reacción a la luz del pigmento visual en una señal eléctrica ha sido abordada de dos maneras; mediante experimentos psicofísicos, que han mostrado que sólo hace falta isomerizar una molécula de pigmento visual para excitar a un receptor; y experimentos fisiológicos y bioquímicos que han revelado los mecanismos moleculares que hacen posible esta excitación.

El experimento psicofísico que mostró que sólo se necesita activar una molécula de pigmento visual para excitar un bastón fue realizado en 1942 por Selig Hecht, Simon Shlaer y Maurice Pirenne³. Mediante una fuente luminosa calibrada con precisión, Hecht y sus colaboradores determinaron que el observador puede detectar un destello de apenas 100 fotones, de los cuales aproximadamente solo la mitad de éstos fotones llegan a la retina, la otra mitad rebota en la superficie de la córnea antes de entrar al ojo o bien la absorbe y refleja el cristalino o el humor vítreo. De los 50 fotones que alcanzan la retina, las moléculas de pigmento visuales absorben apenas siete, el resto se escurre entre los receptores o los atraviesa sin incidir en la parte sensible a la luz de las moléculas de pigmentos. Así, el resultado de Hecht indicó que la activación de nada más que siete moléculas produjo la percepción de una luz, que demuestra una sensibilidad impresionante del sistema visual. Treinta años después de que Hecht, Shlaer y Pirenne concluyeran que la isomerización de una sola molécula de pigmento visual bastaba para excitar un bastón, los fisiólogos comenzaron a develar los mecanismos fisiológicos de ésta proeza y descubrieron que la isomerización de una molécula de pigmento la coloca en un estado activado que puede originar cientos de reacciones químicas, que a su vez, incitan otros cientos más.

Por otro lado, las enzimas son una sustancia bioquímica que en pequeñas cantidades facilitan estas reacciones químicas; la serie de reacciones suscitada por la molécula activada de pigmento visual se denomina *cascada de enzimas*. La isomerización de una sola molécula tiene un efecto químico que es lo bastante grande para activar por completo el bastón. Los pigmentos visuales cumplen una función esencial en la visión por que incitan una respuesta eléctrica de los receptores, además, las propiedades de los pigmentos determinan algunas de las propiedades básicas de la visión. La absorción de la luz por los pigmentos visuales de los bastones y los conos activa una cascada de fenómenos provocando un cambio en los flujos iónicos que tienen lugar a través de la membrana plasmática de éstas células y, por lo tanto, un cambio del potencial de membrana. Una de las moléculas esenciales en la cascada es el nucleótido cíclico 3'-5' monofosfato de guanosina (GMPc). En los bastones ésta molécula actúa como segundo mensajero y transporta la información a través del citoplasma situado entre los discos que flotan libremente en la zona donde se absorbe la luz, hasta la membrana plasmática de la

³ E. Bruce Goldstein, Sensación y percepción, quinta edición

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

célula, donde se produce la alteración de los flujos iónicos. En los conos, debido a la continuidad entre los discos y la membrana plasmática, no es necesario un mensajero citoplásmico; sin embargo, en éstas células el GMP cíclico controla los flujos de iones, abriendo unas clases especiales de canales iónicos, los canales iónicos regulados por el GMPc y permitiendo que una corriente de entrada, que transporta sobre todo iones de Na⁺, penetre en la célula.

En la oscuridad, la concentración de GMPc es relativamente elevada, lo que determina que los canales regulados por ésta molécula se encuentren abiertos y permitan la corriente de entrada que mantiene a la célula en un estado relativamente despolarizado. Por lo tanto, la foto-conversión tiene lugar a través de tres fases: (1) la luz activa los pigmentos visuales, (2) estas moléculas activadas estimulan la GMPc fosfodiesterasa, una enzima que reduce la concentración de GMPc en el citoplasma, y (3) la reducción en la concentración de GMPc cierra los canales regulados por él, hiperpolarizando al fotorreceptor.

Algunas investigaciones relacionadas con la Frecuencia Crítica de Centelleo (CFF) en temas como habilidades perceptuales, degeneraciones en retina y defectos de visión adquiridos en las que no sólo se han hecho hallazgos importantes; sino que también han demostrado la importancia del conocimiento de ésta habilidad de hiperagudeza de nuestro sistema visual, y que además dichas investigaciones han propuesto ésta prueba como medida de valoración para la detección temprana de la pérdida de la función de la capa de células fotorreceptoras en situaciones específicas y de enfermedades adquiridas. Como es el caso del estudio realizado por parte de State University of New York State College of Optometry, New York, a cargo de Schrupp LE, Ciuffreda KJ, Kapoor N. en Noviembre del 2009⁴. En dicha investigación se examinó la fijación foveal excéntrica y la frecuencia crítica de centelleo en lesiones traumáticas cerebrales leves con el propósito de determinar la existencia de una co-relación entre la CFF, el grado de luz y la sensibilidad al movimiento en personas con dicho padecimiento; la investigación se realizó en 14 sujetos con lesión traumática cerebral leve y 29 sujetos sin ésta lesión, obteniendo en cada uno de éstos grupos la medida de los umbrales de CFF en la fóvea, 10° a la izquierda y 10° a la derecha de la misma. Los resultados obtenidos es que no

⁴ Foveal versus eccentric retinal flicker frequency in mild traumatic brain injury. Optometry 2009.

existía relación en el grupo con lesión traumática leve con los reportes de sensibilidad a la luz y movimiento y a la CFF. Los valores periféricos de la CFF fueron menores en ambos grupos. Entre los sujetos con lesión traumática cerebral hubo una tendencia hacia los valores bajos de la CFF en la periferia y una mayor desviación estándar en las tres condiciones de la prueba. Llegando así a la conclusión de que la disminución de la sensibilidad y el aumento en la variabilidad de las mediciones de la CFF en la población con lesión traumática cerebral leve se puede atribuir a daños en las vías visuales superiores.

Otro estudio realizado; ésta vez en Warszawa, Polonia, en el Military Institute of Aviation Medicine específicamente por Truszczynki O, Wojtkowiak M, Biernacki M, Kowalczyk K⁵ que lleva por título “Efecto de la hipoxia en el umbral de la Frecuencia Crítica de Centelleo en Pilotos Aviadores” tenía por objetivo evaluar la percepción de la estimulación a la luz a través del umbral de la frecuencia crítica de centelleo (CFF), dichas mediciones se evaluaron en pilotos de aviación. El estudio se llevó a cabo bajo condiciones de hipoxia correspondientes a 5000 m de altitud, por un periodo de 30 min sin el uso de oxígeno suplementario. Catorce pilotos voluntarios de edades entre los 23 y los 30 años fueron examinados en una cámara hipobárica; las mediciones se realizaron en condiciones de normobaria, fase inicial y fase terminal de la hipoxia. La frecuencia cardíaca y el nivel de oxígeno en la sangre fueron monitoreados durante el proceso. Los resultados obtenidos revelaron que la hipoxia en altitudes mayores produce una disminución del umbral de la CFF (3.2 Hz) y en el nivel de oxígeno en la sangre; así como un incremento en la frecuencia cardíaca. Los resultados indican que a mayor disminución del oxígeno en la sangre bajo condiciones de hipoxia mayor será la disminución del umbral de la CFF; del mismo modo, cuanto mayor sea la frecuencia cardíaca menor será el umbral de CFF.

La conclusión fue que bajo condiciones de hipoxia, la habilidad perceptual de los pilotos va disminuyendo gradualmente. Esto ha sido confirmado por los resultados de exámenes fisiológicos. Los autores expresan la opinión de que sería conveniente introducir medidas del umbral de CFF en las pruebas de cámara hipobárica, ya que

⁵The effect of hipoxia on the critical flicker fusion threshold in pilots. Int. J Occup Med Environ Health, 2009

permite la evaluación individual de la habilidad perceptual del piloto bajo condiciones de compensación fisiológica de altitudes mayores.

Otro tema de interés relacionado con la CFF fue el abordado por Gregory B, Papazachariadis O, Farruggia A, Accornero N. realizado en el Department of Neurological Sciences, Sapienza University of Rome. Roma, Italia⁶ y que lleva por título “Diferencia de color en el Test de Centelleo para la detección de deterioro adquirido de visión al color en la Esclerosis Múltiple y la Retinopatía Diabética”. Teniendo como antecedentes que la neuritis óptica en relación con la esclerosis múltiple y la retinopatía diabética son relativamente selectivos en trastornos de visión de la retina. El deterioro de la visión en ambas condiciones se puede comprobar mediante la medición del test de frecuencia crítica de centelleo (CFF). En dicha investigación; para examinar la visión al color, se midió la CFF en respuesta a estímulos con colores rojo y azul y se probó los valores de la CFF en pacientes sin deterioros de la visión aparentes. Para asegurar que esas diferencias de valores en la medición de la CFF en un sujeto determinado depende sólo de la percepción al color se realizó mediante estímulos centellantes rojos y azules de igual luminancia. La CFF con estímulos rojos o azules se comparó en pacientes con historial médico de neuritis óptica relacionada con esclerosis múltiple (deterioro de la visión retiniana subsecuente a éste), en pacientes con retinopatía diabética (deterioro de la visión retiniana) y en sujetos clínicamente sanos.

El test de prueba dio a conocer valores alterados de la CFF con estímulos rojos y azules en ambos grupos de pacientes estudiados. La comparación entre estos dos grupos reveló una prevalencia de deterioro de la CFF con estímulo rojo en pacientes con neuritis óptica relacionada con la esclerosis múltiple y deterioro de la CFF con estímulo azul en pacientes con retinopatía diabética. Llegando así a la conclusión de que la diferencia de color en el test de CFF aparece con alta precisión en la detección del deterioro de la visión al color y que la comparación de los dos test de CFF (el de estímulo rojo y el de estímulo azul) permite identificar la diferencia en trastornos retinianos y trastornos visuales post-retinianos.

⁶A differential color flicker test for detecting acquired color vision impairment in multiple sclerosis and diabetic retinopathy. J Neuro Sci. 2011 Jan 15.

Siguiendo con la información de Función de la Transferencia de Modulación Temporal; dentro de la información más actual que describe a éste tema se encuentra la realizada por los Doctores en Optometría Michael Kalloniatis y Charles Luu pertenecientes a Department of Optometry and Visual Sciences, de la Universidad de Melbourne, Australia. Publicada por The organization of the Retina and Visual Sistem (webvision) de Salt Lake City: University of Utah Healt Sciences Center creada en mayo del 2005 y actualizada en junio del 2007⁷.

Kalloniatis y Luu exponen que el ojo no nada más puede funcionar en una amplia gama de niveles de luminancia, sino que también debe ser capaz de manejar las diferentes tasas de cambio en la misma. Nuestros ojos están en constante toma de muestras de información de las imágenes proyectadas en la retina de manera periódica. La información se integra de los objetos que nos rodean ya sea que parezcan estables o se muevan suavemente. Debido a que existe una cantidad finita de tiempo necesario para recopilar y procesar la información, existen limitaciones a la capacidad de respuesta de nuestro sistema visual a las tasas de cambio, cuando los estímulos intermitentes se presentan a la vista, se les percibe como separado si la velocidad a la que se presentan está por debajo de un determinado valor. Si la tasa de presentación de los estímulos intermitentes es lenta, parecen estar encendidos pero con cambios en la intensidad, produciendo la sensación llamada parpadeo, por encima de un valor crítico determinado, el parpadeo se detiene. Este punto lo llama la frecuencia crítica de parpadeo y está influenciado por una serie de factores; el primer factor a considerar es la propiedad de sumación temporal del sistema visual.

Además de las características básicas de la discriminación de la resolución temporal, ellos mencionan un fenómeno perceptivo interesante. El fenómeno es el efecto Broca-Sultzer, que describe el aparente aumento transitorio en el brillo de un flash de corta duración. Subjetivamente el brillo del flash se produce con duraciones de flash de 50 a 100 milisegundos. Este fenómeno se asocia con la sumación temporal y explica la nivelación de brillo a una meseta. Cuando la luz se enciende, es necesario cierto tiempo de sumación temporal para alcanzar el umbral correspondiente a una luz de baja luminancia.

⁷ Temporal Resolution. The organization of the retina and visual system (webvision)

La luz de alta luminosidad alcanza este umbral muy rápidamente, como el flash aumenta la duración, los niveles de brillo de una meseta como sumación temporal comienza a degradarse, y de acuerdo con la ley de Bloch; después de la duración crítica el pico aparente transitorio en el brillo es probablemente atribuible a un mecanismo neuronal subyacente. La frecuencia crítica de centelleo es el punto de la transición en el que una fuente de luz intermitente cesa y aparece como una luz continua, hay una multiplicidad de factores que determinan la percepción del centelleo que incluyen la intensidad y el tamaño del estímulo de prueba. Por ejemplo, los autores mencionan a la Ley de Ferry-Porter la cual establece que la FCC es proporcional al logaritmo de la luminancia de los estímulos parpadeantes (L). Se puede expresar como:

$$FCC = a \log L + b$$

Esta ecuación se explica de manera que la FCC es representa como una función de $\log L$. Una línea recta identifica la región donde la ley Ferry-Porter sostiene que a medida que la intensidad del estímulo de prueba es mayor, nuestra percepción de parpadeo también aumenta. Desde el punto de vista práctico, si un estímulo está parpadeando, como monitor de la computadora, reduciendo la intensidad, el parpadeo será eliminado.

III. METODOLOGÍA

III.1 Objetivos

Objetivo General: Identificar el umbral de frecuencia de centelleo en pacientes clínicamente sanos de diferentes grupos de edades

Objetivos Específicos:

- 1) Medir la FCC en pacientes clínicamente sanos
- 2) Ubicarlos en diferentes grupos de edades
- 3) Observar los resultados de los grupos

III.2 Hipótesis

Hipótesis de investigación: La frecuencia crítica de centelleo varía en función de la edad

Hipótesis nula: La frecuencia crítica de centelleo es estable independientemente de la edad.

III.3 Variables

- 1) Frecuencia crítica de centelleo
- 2) Edad.

CO-VARIABLES

- Género

III.4 operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	CATEGORÍA
FCC	Análisis visual de los cambios de luminancia en el tiempo	Biológica	Hertz	
Edad	Estado cronológico que hace mención del tiempo transcurrido desde el nacimiento de un ser vivo	Cronológicas	años y meses	A partir de 7 años de edad
Género	Rasgos sexuales que definen al individuo	Biológica	masculino y femenino	Masculino y femenino

Tabla 1. Operacionalización de variables

III.5 Frecuencia crítica de centelleo

Para evaluar éste aspecto de la visión temporal se utilizará un generador de pulsos frecuenciales (generador de frecuencias) que puede ser en frecuencia que produzca una fuente de luz que encienda y apague en un curso determinado de tiempo, mediante un programa NTC generador de pulsos. Esta frecuencia temporal que será medida en Hertz (un Hz equivale a 1 ciclo por segundo) representa el límite más alto de la resolución temporal del sistema visual para una profundidad de modulación dada. Aplicando éste método y en base a los resultados del mismo los gráficos correspondientes a la medición de la transferencia de modulación temporal (TMTF) de cada individuo de la muestra.

EDAD

Se realizará el test a pacientes que abarquen las etapas de la vida desde la niñez hasta el adulto mayor; es decir, de los 7 hasta los 60 años de edad que no presenten ningún estado de alteración en su salud tanto sistémica como visual.

OPERACIONALIZACIÓN DE CO-VARIABLES

Las co-variables que se tomaron en cuenta en ésta investigación se pueden definir de la siguiente manera.

Género: Se pretende encontrar una relación entre la respuesta del umbral de FCC y el género del individuo determinando así si el género es un factor que pudiera influir en dicho resultado.

III.6 Tipo de estudio seleccionado para investigación

<i>TIPO DE ESTUDIO</i>	<i>OBJETIVO</i>	<i>UNIDAD DE ANALISIS</i>	<i>DISEÑO</i>	<i>TIPO DE MEDICIÓN</i>	<i>DIRECCIÓN</i>
<i>Observacional</i>	<i>Descriptivo</i>	<i>Individual</i>	<i>Transversal</i>	<i>Escala de razón</i>	<i>Sin dirección</i>

Tabla 2. Tipo de estudio de investigación

III.6.1 Justificación

La selección del método de estudio descrita en la tabla anterior se debe a lo siguiente:

Tipo de estudio observacional: En ésta investigación no se podrán manipular las variables propuestas, como son la FCC y la edad debido a que son datos que se toman

en cuenta solamente, sin llegar a tener control sobre ellos y solo se limitará el estudio a describir y analizar los resultados que dicha investigación proporcione.

Objetivo descriptivo: Se describirán los resultados del umbral de FCC tomando en cuenta solo la edad del paciente. No se determinará una relación de causalidad.

Unidad de análisis individual: Ya que los datos que se recolectarán serán tomados de manera personal a cada individuo de la muestra para determinar el valor de las variables

Diseño transversal: Se medirá, observará y clasificará el umbral de FCC en los pacientes de acuerdo a la edad que presenten ya que son las variables que se tomarán en cuenta para ésta investigación. Descartando a los pacientes que presenten algún estado patológico.

Medición de escala de razón: Los resultados de la medición de la FCC se harán en una escala de Hertz, la cual el valor cero si tiene un indicador de ausencia de entre los posibles valores que pueda arrojar ésta investigación y se determinará la magnitud del umbral de respuesta del individuo muestra y se clasificará de acuerdo a la edad que presente.

Sin dirección: Ya que el test de FCC y la edad del individuo se tomarán en cuenta solo al momento de realizar el test.

III.7 Diseño de muestreo elegido para la investigación

Población objeto de estudio:

La edad o estado cronológico de una persona hace referencia al tiempo que ha transcurrido desde su nacimiento hasta el momento en el que se encuentra actualmente y que puede dividirse en etapas de vida, como son: Pre-natal, infancia, niñez, adolescencia, adultez (adulto joven y adulto mayor) y ancianidad. Por lo que los criterios a tomar en cuenta para ésta investigación serán los pacientes que cumplan las etapas desde la niñez hasta el adulto mayor, las cuales se dividieron en ocho estratos de acuerdo con su edad.

<i>ESTRATO</i>	<i>EDAD</i>
1	7 – 14 años
2	15 – 22 años
3	23 – 30 años
4	31 – 38 años
5	39 – 46 años
6	47 – 54 años
7	55 – 62 años
8	63 – 70 años

Tabla 3. Grupos de edades

III.7.1 Muestreo aleatorio estratificado.

Para seleccionar a los pacientes de la muestra se tomaron en cuenta los ocho estratos; la selección de la muestra fue seleccionada de manera aleatoria e independiente entre cada estrato, de tal manera; el tamaño muestral para cada estrato se calculó con un nivel de confianza del 95%, el error de estimación (5%), y desviación estándar desconocida para la población. Este valor se obtuvo a partir de un estudio piloto.

Los tamaños de muestra por estratos se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$n = \left(\frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})\sigma}{e} \right)^2$$

Donde:

n es el tamaño de muestra por estrato.

Z_α representa el cuantil de la distribución normal estándar para un nivel de confianza del (1 – α) %

Z_β representa el cuantil de la distribución normal estándar correspondiente a un error tipo 2 máximo de β% (10%)

σ corresponde a la desviación estándar de la frecuencia de centelleo por estrato

e corresponde al error relativo máximo de estimación para la frecuencia de centello promedio

Dando como resultado los siguientes tamaños de muestra:

<i>ESTRATO</i>	<i>TAMAÑO DE MUESTRA</i>
1	3
2	3
3	12
4	12
5	11
6	16
7	10
8	10
TOTAL	77

Tabla 4. Tamaño de muestra

III.8 Recolección de datos

El desarrollo de ésta investigación será en todo momento en apego a los cuatro principios básicos de la bioética propuestos por Beauchamps y Childress que son: autonomía, beneficencia, justicia y no maleficencia. Se omite el nombre y datos particulares del paciente como domicilio y teléfono para respetar el principio de autonomía de las personas ya que no será invadida su vida personal, solo será motivo de evaluación su edad sin tomar en cuenta otro tipo de factores fuera de ésta cuestión, ya que no influyen en lo más mínimo en el resultado de las pruebas y/o preguntas que se le realizarán al paciente, por lo cual se le explicará que el motivo de ésta investigación y los resultados provenientes de ella serán utilizados para una investigación que de ser efectiva, podría traer como resultado la generación de información útil para estudios posteriores que correspondan a éste tema de la FCC y que se podrían utilizar los resultados para identificar el umbral de acuerdo al estado cronológico de las personas . El estudio no representa ningún riesgo que pudiera afectar a su salud o a su integridad física ya que no tendrá repercusiones malignas de ningún tipo (doloroso o lesivo) dado que solo se evaluará la respuesta de FCC mediante la observación de éste fenómeno en el paciente.

Todos los procedimientos del test así como el trato y la atención a cada uno de los pacientes que serán evaluados para determinar los resultados de ésta investigación serán realizados sin importar el nivel económico o socio-cultural al que el paciente pertenezca, recibiendo así un trato de igualdad y respeto por parte del examinador al inicio y al término del test, aclarando en todo momento que éste procedimiento al cual el paciente tiene el poder de consentimiento o negación y será de forma gratuita ya que está basado en el principio de la necesidad, de modo que la asistencia sanitaria debe tener ésa característica; y a su vez el estudio no representa ningún interés ilegítimo de terceras personas.

El instrumento de recolección de datos de acuerdo al tipo de estudio será el siguiente:

EDAD			GENERO	
Agudeza Visual S/C	Lejos		Cerca	C.V
OD				
OI				
Agudeza visual C/C	Lejos		Cerca	
OD				
OI				
Salud Ocular	OD			
	OI			
FCC	OD	OI	AO	Hz
Uso de Rx del paciente	SI	NO		
OD				
OI				

Tabla 5. Recolección de datos

III.9 Plan de tabulación y análisis de datos

Para ésta investigación se realizará un plan de tabulación que consiste en una tabla; que corresponde a los datos de los individuos que fueron evaluados previamente y que contienen la información específica de las variables y co-variables que se tomarán en cuenta y que fueron seleccionadas previamente en la recolección de datos para explicar de manera clara los resultados que dicho estudio proporcione. Las tablas son las siguientes:

TABLA DE INDIVIDUOS													
	EDAD	GENERO	AGUDEZA VISUAL				SALUD OCULAR		FCC (Hz)			USO DE RX DEL PACIENTE	
			S/C		C/C		OD	OI	OD	OI	AO	SI	NO
			OD	OI	OD	OI							
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Tabla 6 Análisis de datos

En lo correspondiente al plan de análisis, se tomarán en cuenta dos modalidades de la estadística, la descriptiva considerando las medidas de tendencia central, haciendo énfasis en la media y las medidas de dispersión específicamente en la desviación estándar. Por otra parte se aplicarán las pruebas de análisis de varianza; la prueba de Kruskal-Wallis para comprobar si existe o no diferencia estadísticamente significativa en el umbral de FCC en al menos un par de grupos, y la prueba de Tukey para calcular y localizar dichas diferencias.



IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo el valor promedio y desviación estándar de cada grupo de estudio, además de la distribución por género y edad. En el grupo 1 (7-14 años) se revisaron un total de 4 personas con una edad media de 10.7 años, la edad mínima fue de 7 años y la máxima de 13 años. La distribución por género se muestra en el gráfico 1.

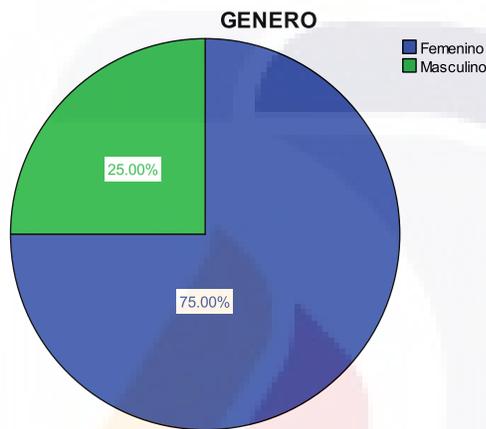


Gráfico 1. Distribución del grupo de edad No. 1 en función del género.

En el grupo 2 (15-22 años) se revisaron 4 personas con una edad media de 19.7 años, la edad mínima fue de 17 años y la máxima de 22 años. La distribución por género se muestra en el gráfico 2.

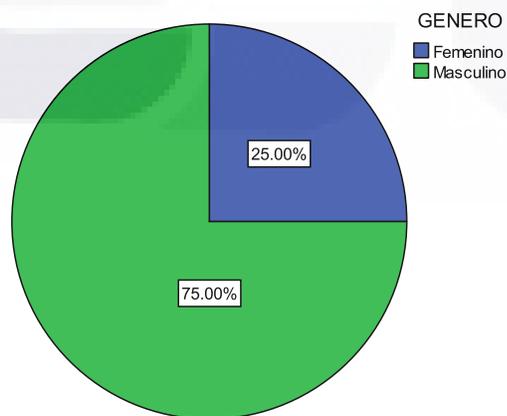


Gráfico 2. Distribución del grupo de edad No. 2 en función del género.

El grupo 3 (23-30 años) incluyó un total de 12 personas cuya media de edad fue 25.5 años, con una edad mínima de 23 años y máxima de 30 años. La distribución por género se muestra en el gráfico 3.

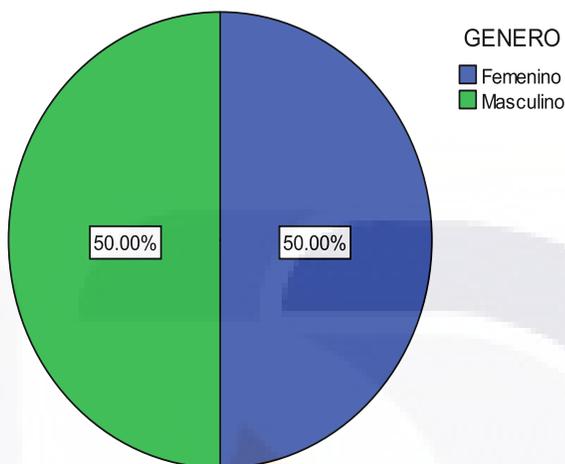


Gráfico 3. Distribución del grupo de edad No. 3 en función del género.

De igual manera, el grupo 4 (31-38 años) se compuso por 12 personas con una edad media de 33 años, mínima de 31 años y máxima de 37. La distribución por género se muestra en el gráfico 4.

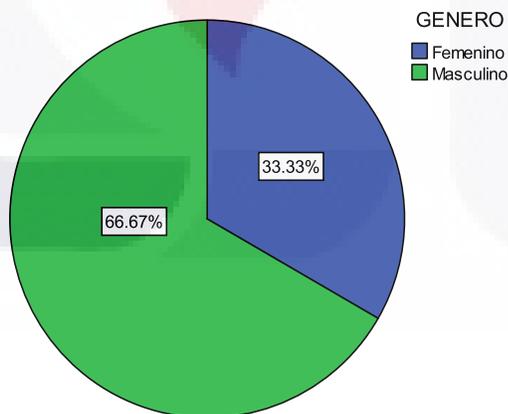


Gráfico 4. Distribución del grupo de edad No. 4 en función del género.

La muestra del grupo 5 (39-46 años) fue de 11 personas. Con un promedio de edad de 41.8.7 años, donde donde la edad mínima registrada fue de 39 años y máxima de 45 años. La distribución por género se muestra en el gráfico 5.

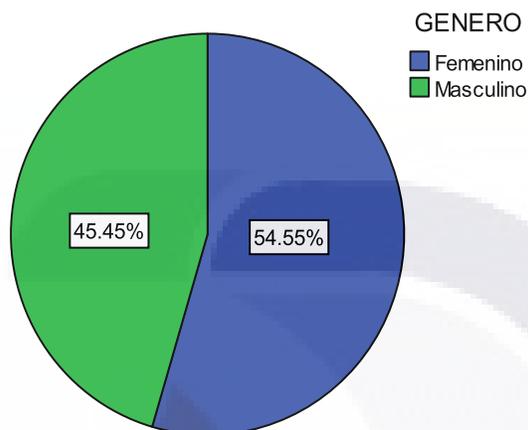


Gráfico 5. Distribución del grupo de edad No. 5 en función del género.

Diecisiete individuos conformaron el grupo 6 (47-54 años) con una edad media de 50.1 años, mínima de 47 años y máxima de 54 años. La distribución por género se muestra en el gráfico 6.

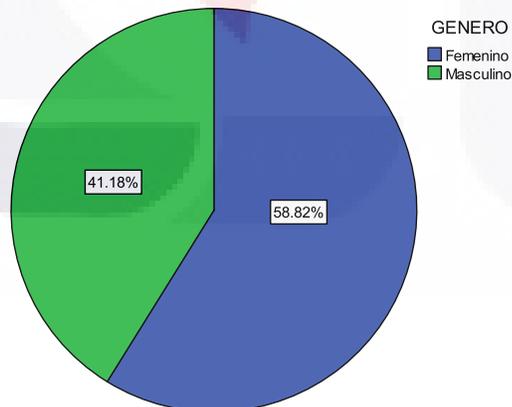


Gráfico 6. Distribución del grupo de edad No. 6 en función del género

El grupo 7 (55-62 años), integrado por un total de 10 individuos tuvo una edad media de 59.2 años, mientras que las edades mínima y máxima fueron de 55 y 61 años respectivamente. La distribución por género se muestra en el gráfico 7.

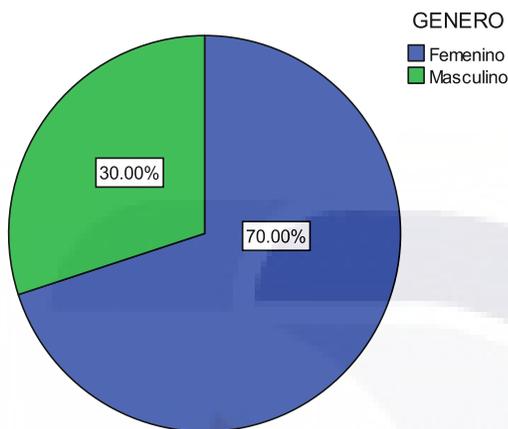


Gráfico 7. Distribución del grupo de edad No. 7 en función del género.

Finalmente, el grupo 8 (63-70 años), compuesto por 10 individuos arrojó una media de 65.2 años, mínima de 63 y máxima de 69. La distribución por género se muestra en el gráfico 8.

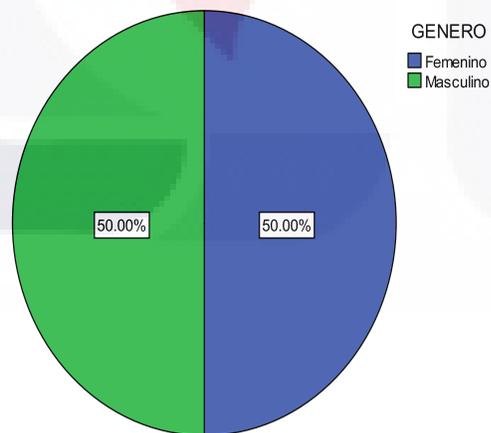


Gráfico 8. Distribución del grupo de edad No. 8 en función del género.

Los umbrales promedio de frecuencia de centelleo, se muestran en un par de gráficos (9,10) donde se puede apreciar el comportamiento tanto monocular como binocular de cada grupo de estudio. La FCC se comporta casi de la misma manera en forma monocular, aunque se puede observar una leve diferencia entre los valores de los umbrales de cada ojo, ya que el valor del ojo derecho en la mayoría de los grupos fue menor, oscilando entre los 41 y 44 Hz, mientras que en el ojo izquierdo estuvo entre los 42.5 y 44 Hz. El valor de FCC en ambos ojos muestra una notable diferencia en su rango de umbrales, alcanzando valores de entre 44 hasta 49 Hz. Los grupos 3, 4 y 5 -en los que la media se mantiene entre los 45 y 50 Hz- tuvieron umbrales más altos en comparación con las medias de los demás grupos. Se debe resaltar también que si bien estos grupos presentan un valor umbral más alto respecto al resto, también registraron valores más atípicos y sus promedios de desviación están entre 5.02 y 5.26 Hz.

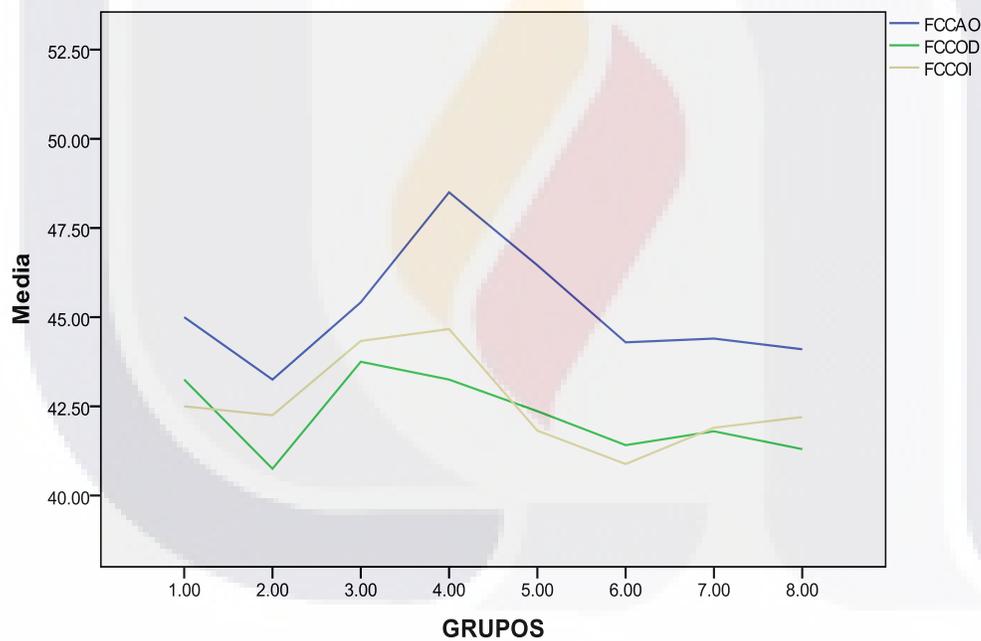


Gráfico 9. Umbral de FCC monocular para cada grupo de edad (Hz)

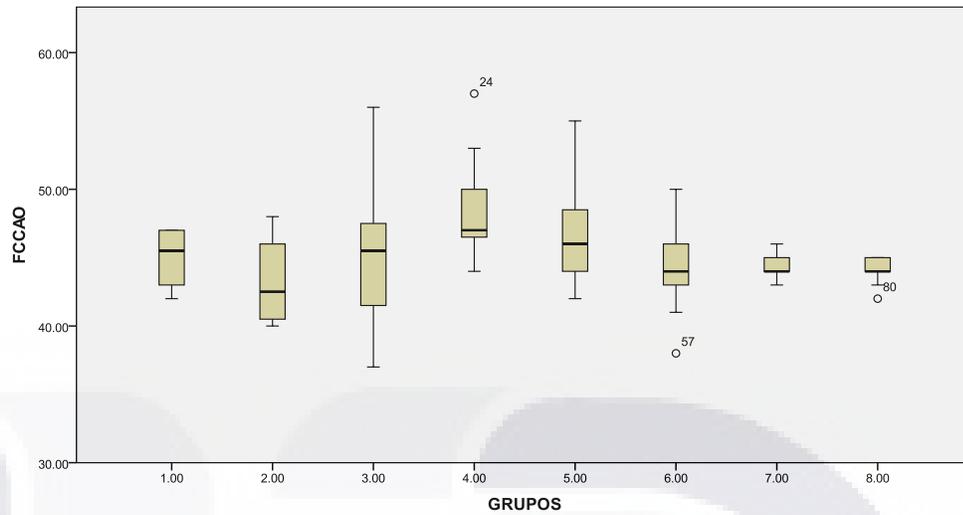


Gráfico 10. Umbral de FCC binocular para cada grupo de edad (Hz)

Adicionalmente se midió la FCC con luz apagada luego de haber expuesto a cada sujeto a un periodo de adaptación a la oscuridad de 20 minutos (gráfico 11). Se aprecia un patrón semejante en los valores umbrales del registro hecho bajo condiciones fotópicas; los grupos 3,4 y 5 siguen mostrando valores promedio más altos en comparación con el resto de los grupos. La comparación de umbrales en condiciones fotópicas/escotópicas permite observar un dato interesante. El umbral de frecuencia de centelleo sin luz se encuentra en un rango de entre 40 y 44 Hz, a diferencia del rango de umbral que se obtuvo de la medición con luz que se encuentra entre 41 y 50 Hz.

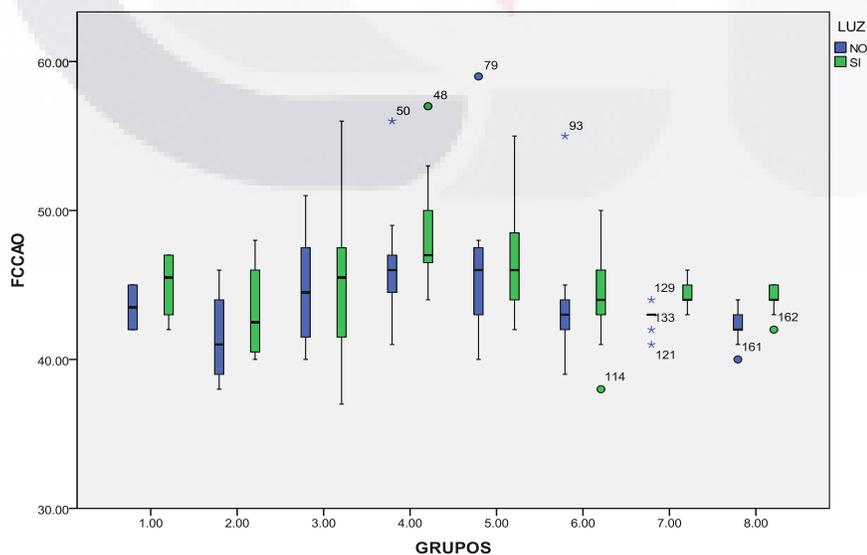


Gráfico 11. Umbral de FCC para cada grupo de edad (Hz)

V. RESULTADOS DE PRUEBAS DE HIPÓTESIS:

H0: No existe diferencia de la media de FCC entre grupos de edad

Ha: Existe una diferencia de la media de FCC en por lo menos un par de grupos de edad

Kruskal-Wallis rank sum test
 data: datos[, 2] and datos[, 1]
 Kruskal-Wallis chi-squared = 18.0799, df = 7, p-value = 0.01161

Tabla 7. Prueba de hipótesis Kruskal-Wallis

De la tabla anterior, debido a que el resultado del valor p es pequeño (para un nivel de significancia del 5%) , se rechaza H0. Con esto se concluye que, en efecto, existe una diferencia en la media del umbral de FCC en por lo menos un par de grupos de edad.

Para determinar entre cuales grupos existe tal diferencia, se realizaron los contrastes de Tukey.

Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level

Par de grupos	Diferencia	Límite Inferior	Límite superior	valor p
2-1	-1.75	-8.9323434	5.43234336	0.9945616
3-1	0.4166667	-5.4476921	6.28102546	0.9999985
4-1	3.5	-2.3643588	9.36435879	0.5800696
5-1	1.4545455	-4.4760794	7.38517029	0.9943384
6-1	-0.7058824	-6.3505237	4.93875898	0.9999291
7-1	-0.6	-6.6091796	5.40917958	0.9999847
8-1	-0.9	-6.9091796	5.10917958	0.999762
3-2	2.1666667	-3.6976921	8.03102546	0.9421784
4-2	5.25	-0.6143588	11.11435879	0.1125072
5-2	3.2045455	-2.7260794	9.13517029	0.6955428
6-2	1.0441176	-4.6005237	6.68875898	0.9990462
7-2	1.15	-4.8591796	7.15917958	0.9988116
8-2	0.85	-5.1591796	6.85917958	0.9998375
4-3	3.0833333	-1.0633945	7.2300612	0.2967535
5-3	1.0378788	-3.2020456	5.27780319	0.9944049
6-3	-1.122549	-4.9522519	2.70715381	0.9836617
7-3	-1.0166667	-5.3657915	3.33245821	0.9957861
8-3	-1.3166667	-5.6657915	3.03245821	0.9803425
5-4	-2.0454545	-6.2853789	2.19446986	0.8017245
6-4	-4.2058824	-8.0355852	-0.37617952	0.0213754
7-4	-4.1	-8.4491249	0.24912488	0.078928
8-4	-4.4	-8.7491249	-0.05087512	0.0453821
6-5	-2.1604278	-6.0908515	1.76999592	0.677
7-5	-2.0545455	-6.4926187	2.38352779	0.8329319
8-5	-2.3545455	-6.7926187	2.08352779	0.7146837
7-6	0.1058824	-3.9420997	4.15386444	1
8-6	-0.1941176	-4.2420997	3.85386444	0.9999999
8-7	-0.3	-4.8425128	4.24251279	0.9999991

Tabla 8. Prueba de hipótesis Tukey

Y con esto se muestra en los grupos 4 y 6, 4 y 8, 4 y 7 es donde se encuentran las diferencias entre los umbrales de la FCC. El gráfico correspondiente a éstos resultados es el siguiente:

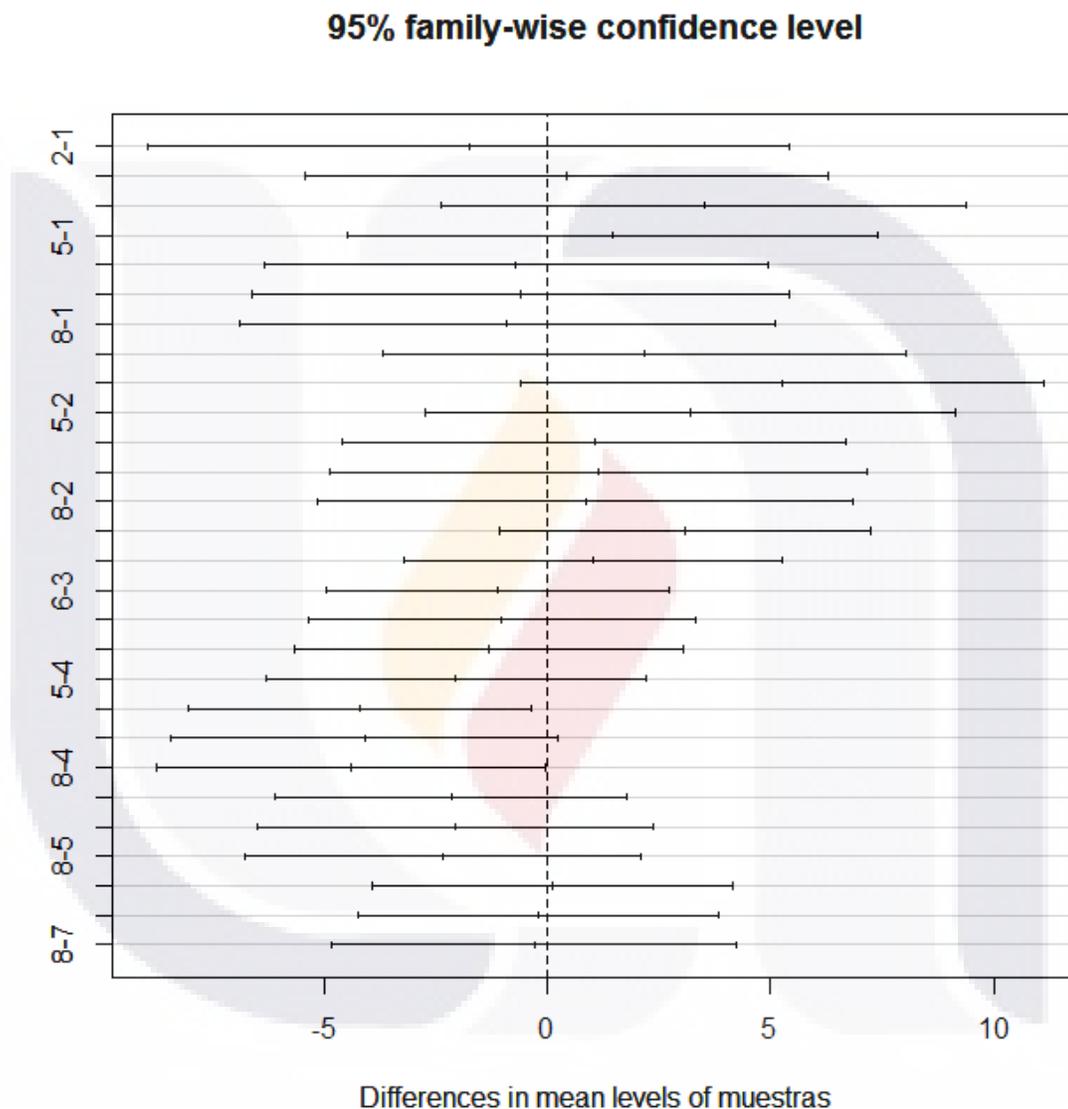


Gráfico 12. Diferencias en los niveles de medias de las muestras.

VI. DISCUSIONES

El umbral de resolución temporal, asociado a la habilidad de percibir el movimiento, descrito en la literatura (Schwartz, 1998), se ubica en un rango de entre 55-60 Hz de manera generalizada sin especificar variaciones de acuerdo a la edad de las personas. En contraste, en éste estudio, se encontraron valores por debajo del umbral descrito, específicamente entre 43.25 y 48.5 Hz y además hubo variaciones entre los grupos de estudio. Ciuffreda (2009) evaluó la fijación foveal excéntrica y la FCC en pacientes con lesiones traumáticas cerebrales leves y buscó determinar la existencia de una correlación entre el grado de luz y la sensibilidad al movimiento; se estimularon 10° a la izquierda y 10° a la derecha de la fóvea, descartándose la correlación que pretendía establecer. El resultado encontrado fue la tendencia a los valores bajos en dichas regiones excéntricas (en donde el número de células cono es menor y el número de células bastón aumenta). En éste estudio se hizo un hallazgo semejante; se variaron las condiciones de iluminación y se encontró que la FCC disminuía bajo condiciones escotópicas –cuando la visión depende en gran parte de los bastones- y aumentaba en condiciones fotópicas –cuando la visión está en gran parte dada por los conos- en todos los grupos de estudio.

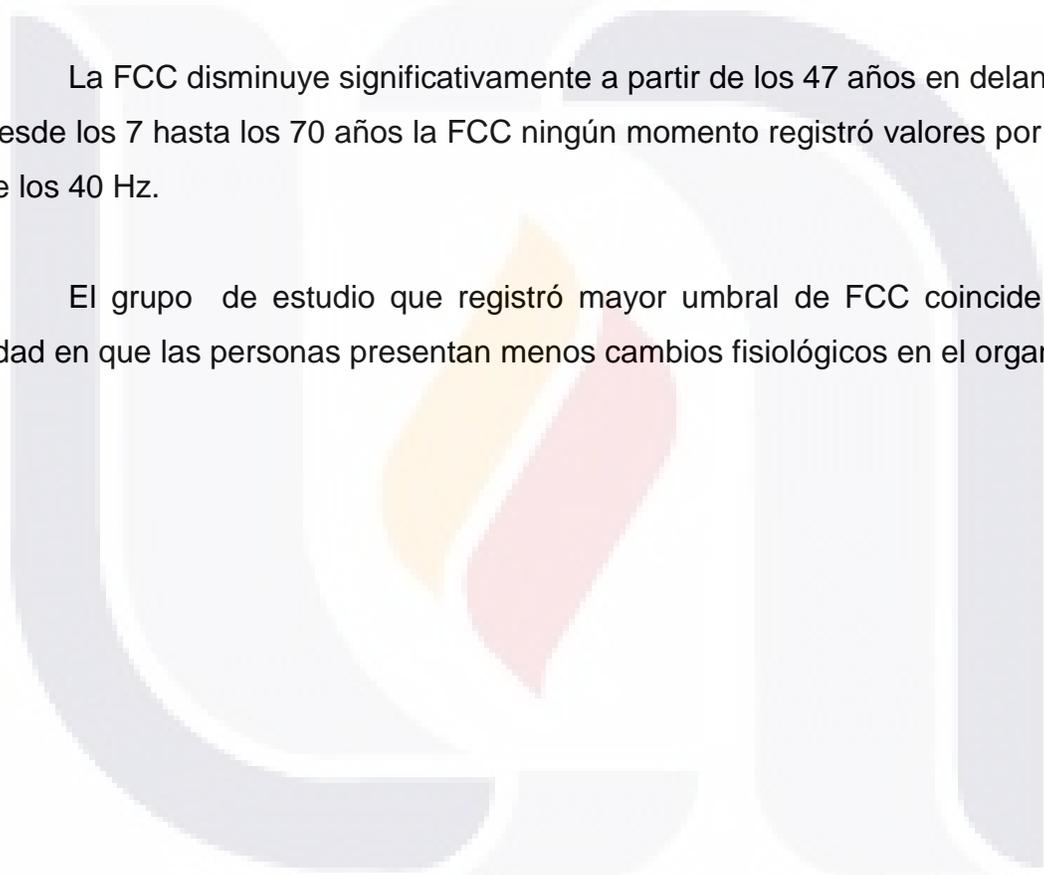
VII. CONCLUSIONES

El umbral de FCC es variable en función de la edad, tanto en condiciones fotópicas como escotópicas.

La mayor sensibilidad de resolución temporal, se registra entre los 31 a 38 años.

La FCC disminuye significativamente a partir de los 47 años en adelante. Desde los 7 hasta los 70 años la FCC ningún momento registró valores por debajo de los 40 Hz.

El grupo de estudio que registró mayor umbral de FCC coincide con la edad en que las personas presentan menos cambios fisiológicos en el organismo.



VIII. GLOSARIO

CELULAS BIPOLARES: células situadas en la zona intermedia de la retina. Se trata de neuronas que disponen de dos terminaciones, una dendrita y un axón. La dendrita las conecta con las células fotorreceptoras mientras que el axón sirve para realizar la conexión con la capa celular más externa de la retina, unidas por las células ganglionares de las que parte el nervio óptico.

CELULAS FOTORRECEPTORAS: neuronas especializadas en la fototransducción, convirtiendo la luz que capta la retina en una cadena de procesos químicos. Los fotorreceptores absorben fotones de luz desde el campo de visión y envían este estímulo lumínico por medio de un cambio en su potencial de acción. Existen dos tipos de células fotorreceptoras: bastones y conos. Los primeros son más sensibles a la luz menos intensa y no detectan los colores; los segundos reaccionan a la luz más intensa y pueden detectar los colores y detalles finos.

CELULAS GANGLIONARES: neuronas localizadas en la superficie interna de la retina. Reciben información de las fotorreceptores mediante neuronas intermediarias bipolares. Varían en tamaño, conexiones y respuesta sensorial, pero todas comparten la característica de tener un largo axón que va hacia el cerebro, formando a su paso el nervio óptico, el quiasma, y la vía óptica, llevando información hacia la corteza visual.

ENZIMA: moléculas de naturaleza proteica y estructural que catalizan reacciones químicas; haciendo que una reacción química que es energéticamente posible que transcurre a una velocidad muy baja, sea cinéticamente favorable, es decir, transcurra a mayor velocidad que sin la presencia de la enzima.

FOTÓN: partícula elemental responsable de las manifestaciones del fenómeno electromagnético. Es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, incluyendo los rayos gamma, los rayos X, la luz ultravioleta, la luz visible (espectro electromagnético), la luz infrarroja, las microondas. Presenta tanto propiedades corpusculares como ondulatorias.

FOVEA: área de la retina donde se enfocan los rayos luminosos y se encuentra especialmente capacitada para la visión del color. Es el área de mayor agudeza visual espacial de la retina. Posee mayor cantidad de células conos y menor cantidad de células bastón.

FRECUENCIA CRÍTICA DE CENTELLEO: Límite de la agudeza visual en términos de su resolución temporal, expresada en ciclos/segundo (Hz), asociada a la capacidad de percepción de movimiento y variable en función de la edad. Representa el valor umbral de resolución en el cual una luz que enciende y apaga deja de ser percibida como tal y se interpreta como un estímulo luminoso permanentemente encendido.

HERTZ: Hercio o Hertz (Hz) es la unidad de frecuencia del Sistema Internacional de Unidades. Representa un ciclo por segundo, entendiendo como ciclo la repetición de un suceso.

NERVIO OPTICO: nervio craneal y sensitivo, encargado de transmitir la información visual desde la retina hasta el cerebro. Se origina en la capa de células ganglionares de la retina, siendo su origen aparente el ángulo anterior del quiasma óptico.

NEUROTRANSMISOR: biomolécula que transmite información de una neurona a otra neurona consecutiva, unidas mediante una sinapsis. El neurotransmisor se libera por las vesículas en la extremidad de la neurona presináptica durante la propagación del impulso nervioso atraviesa el espacio sináptico y actúa cambiando el potencial de acción en la neurona siguiente.

OPSINA: proteína heptahelical formada por 365 aminoácidos que modifica las propiedades fisicoquímicas del cromóforo. Su función principal es proveer un ambiente propicio para la absorción de luz en una longitud de onda particular.

PROTEÍNA: Moléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos. Desempeñan un papel fundamental para la vida y son las biomoléculas más versátiles y diversas. Son imprescindibles para el crecimiento del organismo y realizan una enorme cantidad de funciones: estructural, inmunológica, enzimática, contráctil, homeostática, transducción de señales.

RETINA: Capa interna del ojo de los vertebrados y otros animales encargada de transformar los estímulos luminosos en impulsos nerviosos enviados al cerebro mediante el nervio óptico para formar una imagen.

RETINAL: Carotenoide componente de los pigmentos visuales.

SINAPSIS: unión intercelular especializada entre neuronas o entre una neurona y una célula efectora.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Goldstein B. Sensación y percepción. 5 ed. Thompson editores; 1999. P 29-62
- Schwartz S. Visual perception a clinical orientation. 2 ed. McGraw-Hill; 1998. P. 205-220
- Grosvenor T. Optometría de atención primaria. Masson. P 11-16
- Richard W. Gordon A. Anderson M. Fisiología Animal. Editorial Médica Panamericana; 2006. P. 405-455
- Estadística descriptiva. La media y la desviación estándar. Disponible en: URL: www.mailxmail.com/...estadistica.../estadistica-descriptiva-media-aritmetica-desviacion-estandar
- Estadística descriptiva de los datos. Disponible en: URL: www.fisterra.com/.../10descriptiva/10descriptiva.asp
- Estadística inferencial. Disponible en: URL: www.ditutor.com/...estadistica/estadistica_inferencial.html - España
- Prueba T de student para datos relacionados (muestras independientes). Disponible en: URL: www.members.fortunecity.com/bucker4/.../pruebatrel.htm
- Blog de estadística: análisis de varianza (ANOVA). Disponible en URL: www.elestadistico.blogspot.com/.../anlisis-de-la-varianza-anova.html

X. REFERENCIAS

1. Schwartz S. Visual perception a clinical orientation. 2 ed. McGraw-Hill; 1998. P. 205-220
2. Schwartz S. Visual perception a clinical orientation. 2 ed. McGraw-Hill; 1998. P. 205-220
3. Goldstein B. Sensación y percepción. 5 ed. Thompson editores; 1999. P 29-62
4. Foveal versus eccentric retinal flicker frequency in mild traumatic brain injury. Optometry 2009.Disponible en: URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19861221>
5. The effect of hipoxia on the critical flicker fusion threshold in pilots. Int. J Occup Med Environ Health, 2009.Disponible en: URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19342364
6. A differential color flicker test for detecting acquired color vision impairment in multiple sclerosis and diabetic retinopathy. J Neuro Sci. 2011 Jan 15 . Disponible en: URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=A%20differential%20color%20flicker%20test%20for%20detecting%20acquired%20color%20vision
7. Temporal Resolution. Disponible en: URL: www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=critical%20flicker%20frequency



XI. ANEXOS

Anexo A. Solicitud al gabinete.

Dr. J. Jesús del Rosario Vargas García
Jefe de la Unidad Médico Didáctica
UAA

Presente.

Por este conducto me permito solicitarle el gabinete número 9 de la Clínica de Optometría los días jueves y viernes, en horario de 12:00 – 16:00 hrs durante el semestre ENERO-JUNIO del 2013, a partir del 7 de Febrero del 2013. El gabinete será usado para desarrollar el trabajo de campo correspondiente al protocolo de investigación titulado:

"Identificación del umbral de la frecuencia de centelleo en pacientes de diferentes grupos de edades clínicamente sanos"

Sin más por el momento me despido de usted agradeciendo sus finas atenciones.

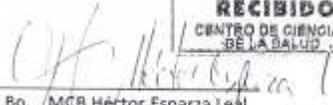
Atentamente


Uc. Opt. María Guadalupe Pedroza Sánchez
Profesor del departamento de optometría

Aguascalientes, Ags. a 05 de febrero del 2013.




Vo. Bo.
MCO Sergio Ramírez González
Jefe del departamento de optometría


Vo. Bo. / MCB Héctor Esparza Leal
Tutor del proyecto
Profesor del departamento de optometría

c.c.p. Jefatura del departamento de Optometría
c.c.p. L.S.P. Araceli García Covarrubias

VoBo 06-02-13


Anexo B. Solicitud al gabinete.

*Dr. J. Jesús del Rosario Vargas García
Jefe de la Unidad Médico Didáctica
UAA*

Presente.

Por este conducto me permito solicitarle el gabinete número 3 de la Clínica de Optometría el día lunes, así como también el gabinete número 9 los días jueves y viernes en horario de 12:00 – 18:00 hrs durante el semestre AGOSTO-DICIEMBRE del 2012, a partir del 27 de Agosto del 2012. Los gabinetes serán usados para desarrollar el trabajo de campo correspondiente al protocolo de investigación titulado:

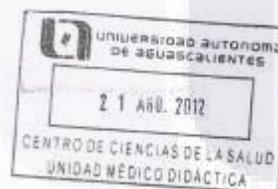
"Identificación del umbral de la frecuencia de centelleo en pacientes de diferentes grupos de edades clínicamente sanos"

Sin más por el momento me despido de usted agradeciendo sus finas atenciones.

Atentamente

Lic. Opt. María Guadalupe Pedroza Sánchez
Profesor del departamento de optometría

Aguascalientes, Ags. a 20 de agosto del 2012.



Vo. Bo.
MCO Sergio Ramírez González
Jefe del departamento de optometría

Vo. Bo. MCB Héctor Esparza Leal
Tutor del proyecto
Profesor del departamento de optometría

*c.c.p. Jefatura del departamento de Optometría
c.c.p. L.S.P. Araceli García Covarrubias
Enc. del servicio de optometría.*

Anexo C. Consentimiento informado para participar en un estudio de investigación médica

Título del protocolo: Identificación del umbral de la frecuencia de centelleo en pacientes de diferentes grupos de edades clínicamente sanos.

Investigador principal: María Guadalupe Pedroza Sánchez

Sede donde se realizará el estudio: Universidad Autónoma de Aguascalientes

Nombre del paciente: _____

A usted se le está invitando a participar en este estudio de investigación médica. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Este proceso se conoce como consentimiento informado. Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto.

Una vez que haya comprendido el estudio y si usted desea participar, entonces se le pedirá que firme esta forma de consentimiento, de la cual se le entregará una copia firmada y fechada.

1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO. La agudeza visual temporal es el análisis de los cambios en la luminancia en un determinado lapso de tiempo y se relaciona con la habilidad del sistema visual para percibir movimiento, su respuesta es condicionada por la capa de células fotorreceptoras de la retina. Dicha respuesta puede ser medida mediante un instrumento que emite un estímulo luminoso que puede ser modulado en frecuencia (Hz) mientras la amplitud se mantiene constante. Debido a que la información existente del umbral de ésta frecuencia es generalizado (55-60 Hz) se identificó este valor en pacientes clínicamente sanos de diferentes grupos de edad entre la infancia y la vejez.

2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

Medir la FCC en pacientes clínicamente sanos

Ubicarlos en diferentes grupos de edades

Observar los resultados de los grupos

3. BENEFICIOS DEL ESTUDIO

La información generada en este estudio permitirá identificar el umbral de frecuencia de centelleo en pacientes clínicamente sanos en los diferentes grupos de edades.

4. PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

Se le mostrará al paciente una fuente de luz que será modulada a una frecuencia baja, conforme se incrementa la frecuencia de un estímulo modulado temporalmente, el centelleo se hace más rápido y así eventualmente se llega a una frecuencia tal que ya no se podrá resolver y el estímulo se observará como estático.

5. RIESGOS ASOCIADOS CON EL ESTUDIO

En este caso, no existe ningún riesgo para el paciente.

6. ACLARACIONES Su decisión de participar en el estudio es completamente voluntaria. No habrá ninguna consecuencia desfavorable para usted, en caso de no aceptar la invitación. Si decide participar en el estudio puede retirarse en el momento que lo desee, - aun cuando el investigador responsable no se lo solicite-, pudiendo informar o no, las razones de su decisión, la cual será respetada en su integridad. No tendrá que hacer gasto alguno durante el estudio. o recibirá pago por su participación. En el transcurso del estudio usted podrá solicitar información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable. La información obtenida en este estudio, utilizada para la identificación de cada paciente, será mantenida con estricta confidencialidad por el investigador. Si considera que no hay dudas ni preguntas acerca de su participación, puede, si así lo desea, firmar la Carta de Consentimiento Informado que forma parte de este documento.

7. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación. Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante o del padre o tutor Fecha

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador Fecha

8. CARTA DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Título del protocolo:

Investigador principal: _____

Sede donde se realizará el estudio: _____

Nombre del participante: _____

Por este conducto deseo informar mi decisión de retirarme de este protocolo de investigación por las siguientes razones: (Este apartado es opcional y puede dejarse en blanco si así lo desea el paciente)

_____.

Si el paciente así lo desea, podrá solicitar que le sea entregada toda la información que se haya recabado sobre él, con motivo de su participación en el presente estudio.

Firma del participante o del padre o tutor Fecha

Testigo Fecha

Testigo Fecha

c.c.p El paciente.

(Se deberá elaborar por duplicado quedando una copia en poder del paciente)

