



FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACION
ESPECIALIDAD EN:
OFTALMOLOGÍA

MEDICIÓN DEL GROSOR DE LA CAPA DE FIBRAS NERVIOSAS EN
JÓVENES MEXICANOS SANOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE
REHABILITACIÓN MEDIANTE TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA
ÓPTICA DE DOMINIO ESPECTRAL

T E S I S

*PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MEDICO
ESPECIALISTA EN OFTALMOLOGIA*

P R E S E N T A
Dra. Miriam Gómez Solana

PROFESOR TITULAR
Dr. Everardo E. Barojas Weber

ASESOR
Dra. Verónica Leyva González



MEXICO, D.F.

FEBRERO DE 2013



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.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQUETZAL HERNÁNDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO
Y EDUCACIÓN CONTINUA

DR. LUIS GÓMEZ VELÁZQUEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ENSEÑANZA MÉDICA

DR. EVERARDO ESTEBAN BAROJAS WEBER
PROFESOR TITULAR

DRA. MARIA ISABEL GABRIELA ORTEGA LARROCEA
PROFESOR ADJUNTO

DRA. VERÓNICA LEYVA GONZÁLEZ
ASESOR CLÍNICO

*A mis padres, Guadalupe y Héctor, por **TODO**.*

A mis hermanos, Héctor, Roberto, Carlos y Lorena, quienes a pesar de estar lejos, siempre estuvieron junto a mí y me sostuvieron en momentos de flaqueza. Jamás dudaron de mí.

A todas las personas que han cruzado por mi vida y que me han hecho la persona que soy.

GRACIAS!

Miriam Gómez Solana

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todos mis maestros (de los Institutos Nacionales de Rehabilitación, Nutrición, Pediatría, Cardiología y Neurología y Neurocirugía), que me señalaron mis debilidades y me enseñaron a fortalecerme, no sólo en el aspecto académico.

Gracias a Carmen Sánchez, pues trabajó duro conmigo para sacar adelante este proyecto y siempre lo hizo con optimismo.

Gracias al Dr. Everardo Barojas Weber, que con su experiencia, me dió lecciones de vida.

Agradezco especialmente a la Dra. Gabriela Ortega Larrocea, a quien siempre sentí cerca y pendiente de mí, y de quien recibí un gran apoyo en los momentos más difíciles. Gracias, Doctora Ortega.

Gracias a la Dra. Verónica Leyva González, de quien admiro el entusiasmo con el que me apoyó en la elaboración de esta tesis.

Gracias a mis compañeros y amigos, Juan Carlos, Jorge, Arturo Alejandro, Cristian, Verónica, Celeste, Jaime, Vianhi, Nathalie, Isis, Octavio, Denise, Alejandra, Dalila, Carmen y Carmen, pues su compañía siempre exigió un reforzamiento de mis conocimientos y siempre confiaron en mí.

ÍNDICE

Introducción	8
<i>Anatomía del nervio óptico</i>	8
<i>Glaucoma</i>	9
<i>Epidemiología del glaucoma</i>	10
<i>Factores de riesgo</i>	10
<i>Aspectos genéticos</i>	11
<i>OCT de dominio espectral</i>	11
<i>Antecedentes</i>	14
Planteamiento del problema	17
Justificación	18
Objetivos	19
<i>General</i>	19
<i>Específicos</i>	19
Hipótesis	20
<i>Hipótesis</i>	20
<i>Hipótesis nula</i>	20
Material y métodos	21
<i>Pacientes y método</i>	21
<i>Lugar y fecha</i>	21
<i>Recolección de pacientes</i>	21
<i>Valoración inicial</i>	21
<i>Criterios de inclusión</i>	22
<i>Criterios de exclusión</i>	22
<i>Criterios de eliminación</i>	22
<i>Variables</i>	23
<i>Análisis estadístico</i>	23
<i>Aspectos éticos</i>	23
Resultados	24
Conclusión	26
Discusión	27

Gráficas y tablas	28
Anexos	30
<i>Hoja de recolección de datos</i>	30
<i>Consentimiento informado</i>	32
Bibliografía	33

INTRODUCCIÓN

Anatomía del nervio óptico

El nervio óptico es la conexión neural entre la retina neurosensorial y el cuerpo geniculado lateral. Está compuesto por tejido neuronal, glial, matriz extracelular y vasos sanguíneos.

Tenemos aproximadamente de 1.2 a 1.5 millones de axones, con variabilidad significativa entre individuos. Los cuerpos de las células ganglionares descansan sobre la retina, formando la capa de fibras nerviosas.

La porción intraocular del nervio óptico está constituido por la cabeza del nervio óptico, que es la porción más afectada por enfermedades congénitas y adquiridas. Mide 1.5 mm (horizontalmente) y 1.7 mm (verticalmente). Presenta una excavación fisiológica y está ligeramente temporal al centro de la papila. La arteria central de la retina y la vena central de la retina pasan a través del nervio óptico, en su parte central.

La cabeza del nervio óptico tiene 4 porciones:

- Capa de fibras nerviosas.
- Porción preliminar.
- Porción laminar.
- Porción postlaminar.

Capa de fibras nerviosas

Las células ganglionares no mielinizadas entran al nervio óptico. (Esquema de la distribución).

Porción preliminar

Los axones de las células ganglionares entran al nervio óptico soportadas por tejido glial (astrocitos) que pasan a través de la lámina cribosa. Los astrocitos acompañan a las células ganglionares en su recorrido por la porción intraocular e intraorbitaria, separándolas de otras estructuras de sostén y tejido conectivo

No hay células de Müller en la cabeza del nervio óptico, pero los astrocitos forman una capa limitante interna que cubre la superficie de la papila. Los astrocitos conforman el 10% del volumen de la cabeza del nervio.

Cuando hay daño al nervio óptico, hay pérdida de axones de las células ganglionares y de tejido glial (astrocitos), esto puede resultar en el

“agrandamiento” de la excavación del nervio óptico. Esta excavación patológica es el signo más objetivo de daño por glaucoma. Las células de Müller que constituían la membrana limitante interna son reemplazadas por astrocitos, el epitelio pigmentado de la retina puede verse expuesto en el margen temporal del disco óptico formando una crecencia pigmentada.

Porción laminar

La lámina cribosa está compuesta por aproximadamente 10 láminas de tejido conectivo, por cuyas fenestraciones pasan los axones de las células ganglionares. Contiene colágeno tipo I y II, elastina, laminina y fibronectina.

Porción postlaminar

Detrás de la lámina cribosa, el nervio óptico incrementa su diámetro 3 mm, resultado de la mielinización y la presencia de leptomeninges. El axoplasma de las neuronas contiene neurofilamentos, microtúbulos, mitocondrias y retículo endoplásmico.

Glaucoma

Una variedad de enfermedades pueden afectar al nervio óptico y a la capa de fibras nerviosas.

De todas estas entidades, el glaucoma es la más importante, dada su frecuencia y su progresión hacia la ceguera.

El glaucoma está definido como una neuropatía óptica asociada a una pérdida de la función visual evaluada mediante defectos campimétricos característicos de glaucoma.

Se han identificado varios factores de riesgo, siendo el más importante la presencia de hipertensión ocular.

La hipertensión ocular está dada por 3 mecanismos:

1. Aumento en la tasa de producción de humor acuoso por el cuerpo ciliar.
2. Aumento de la resistencia del flujo de salida del humor acuoso a través de la malla trabecular.
3. Aumento en la presión episcleral

Se sabe que de estas causas, la más importante es el aumento en la resistencia del flujo de salida.

Epidemiología

La prevalencia en Estados Unidos de América está estimada en 1.86%, con un intervalo de confianza de 1.75- 1.96%, Esto se traduce a 2.22 millones de norteamericanos afectados. Se estima que para el 2020 habrá 3.36 millones, cifra que podría estar subestimada, ya que el defecto campimétrico es necesario para el diagnóstico y los casos de glaucoma temprano no son detectables clínicamente.

La OMS reporta una prevalencia global de 104.5 millones de afectados, con una incidencia de 2.4 millones al año. Ambos datos se refieren al glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA). Los casos de ceguera (según la OMS, visión mejor corregida en el mejor ojo igual o menor a 20/200 o campo visual menor de 20°) por cualquier tipo de glaucoma ascienden hasta 8 millones, de los cuales, 4 millones se deben a GPAA.

La prevalencia en pacientes de raza negra es 3 a 4 veces más alto que en pacientes de raza blanca. Los hispanos al parecer tienen un riesgo intermedio entre la raza blanca y raza negra.

La razón por la que la prevalencia es considerablemente más alta en los pacientes de raza negra, sigue siendo desconocida. Se sabe que estos pacientes tienen nervios ópticos más grandes más fibras nerviosas. También se ha reportado que tienen la córnea más delgada. Es probable que presenten la excavación más profunda.

Factores de riesgo

Desde el aspecto clínico, es muy difícil diferenciar un ojo en etapas tempranas de glaucoma de un ojo normal.

El uso de la tecnología es obligada para la detección de estadios tempranos. Por esta razón, la definición de glaucoma temprano es dependiente de la sensibilidad de los métodos usados para evaluar la estructura y función del niervo óptico y de la capa de fibras nerviosas y también de la variabilidad en la apariencia entre individuos de un nervio óptico normal.

Los factores de riesgo bien identificados para el desarrollo de glaucoma son:

- Edad avanzada.

- Disminución del grosor corneal.
- Raza.
- Historia familiar.

Existen factores de riesgo sujetos a controversia en la actualidad, como lo son la diabetes mellitus y la miopía. Es posible que la exploración detallada del fondo de ojo en estos pacientes, haga posible el diagnóstico de un glaucoma coexistente sin que exista relación.

Aspectos genéticos

Se han identificado un gran número de genes relacionados sobre todo al GPAA. La mayoría se heredan con un patrón autosómico dominante. ⁽¹⁾

OCT DE DOMINIO ESPECTRAL

Se trata de una prueba de imagen no invasiva, diagnóstica, con una resolución cercana a las imágenes obtenidas de cortes histopatológicos. ⁽²⁾

En 1991 se introdujo la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT por sus siglas en inglés – Optical Coherence Tomography) para la evaluación de la retina y del nervio óptico.

En 1995 se utilizó por primera vez para la práctica clínica el TD-OCT (Time-Domain OCT) en patologías maculares, siendo un estudio de rutina para la medición del grosor retiniano ⁽³⁾. El TD-OCT utiliza escaneo por interferometría y una luz infrarroja de 820nm separada en dos objetivos, y dependiendo de la separación de ambos es la formación del grosor de las imágenes. ⁽⁴⁾

El OCT 1 (Carl Zeiss Meditec, Humphrey Division, Dublin, California, USA), fue el primer modelo disponible con resolución axial de 15 μm a una velocidad de 100 imágenes por segundo. En el 2002 apareció el OCT 3000 (Stratus OCT, Carl Zeiss Meditec), con resolución axial de 10 μm a velocidad de 400 imágenes axiales por segundo.

Posteriormente en el año 2004 apareció el FD-OCT (Frequency-Domain OCT) con resolución de imágenes 5 veces mejor y 100 veces más rápido que el TD-OCT; el Stratus OCT (Carl Zeiss Meditec, Inc. Dublin, CA) utiliza 6 líneas radiales que se cruzan para el escaneo macular y medición del grosor macular. Recientemente el SD-OCT (Spectral-Domain OCT) incorpora “eye tracking” para evitar falta de fijación del paciente durante el estudio y que las mediciones sean confiables y siempre de la misma zona. ⁽⁵⁾

La cámara del OCT de dominio espectral (Spectralis, Heidelberg Engineering, Vista, California, USA) utiliza un dispositivo de fijación central para la fovea del paciente. El operador monitoriza independientemente la estabilidad de la fijación por medio de una cámara infrarroja. El Spectralis (Heidelberg Engineering, Vista, California, USA) toma imágenes de un área específica de la retina de 30° elegida por el operador, quien selecciona una rejilla que consta de un círculo central y un anillo concéntrico de 3.6 mm de diámetro y que se ajusta de manera manual al centro del nervio óptico.

¿Cómo funciona el OCT?

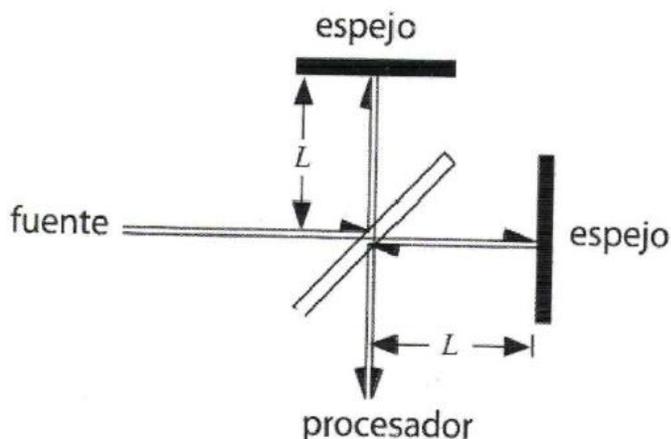
El OCT utiliza un diodo superluminiscente que emite una luz coherente con longitud de onda de 820 nm, mide distancias de 8 a 15 micras y penetra en la retina 2mm.

Esta luz emitida tiene 3 efectos en los tejidos:

1. Transmite la luz y no se afecta.
2. Absorbe la luz, lo que genera calor en el tejido.
3. Produce reflexión o reflectividad.

El término “reflectividad” (en inglés “backscattering”) implica que la luz proyectada regresa en la misma dirección pero en sentido opuesto.

Esta luz es captada mediante un sistema de espejos. El reflejo emitido por las diferentes estructuras oculares produce la interferencia que el aparato interpreta mediante algoritmos.



Cada estructura que toca el haz de luz, emite “ecos” que se interpretan de manera precisa.

El interferómetro del OCT detecta, recopila, procesa y almacena electrónicamente los patrones de retardo de los “ecos”.

En cada bloque de barridos, se obtienen 128 a 768 “barridos A” semejantes al eco modo A. Cada barrido contiene 1,024 puntos de 2 mm de profundidad a analizar.

El OCT integra:

- 131, 072 a 786, 432 puntos.
- A partir de estos, reconstruye una imagen de corte transversal o tomográfica de la anatomía de la retina.

Las imágenes se visualizan en tiempo real.

El OCT delinea la anatomía intrarretiniana efectuando cortes lineales con una resolución axial de 10 micras y resolución transversal de 20 micras.

Cuenta con 2 sistemas de scanner: lineal y circular, cada uno con un grupo de protocolos para seleccionar según el objetivo del estudio. ⁽⁶⁾

ANTECEDENTES

Wang M et al. demostraron que el OCT de dominio de tiempo es más preciso para detectar glaucoma temprano que para la valoración macular. ⁽⁷⁾

Mansoori T. *et al.* observaron la eficacia del OCT para detectar glaucoma temprano al comparar pacientes con glaucoma en fases tempranas contra pacientes sanos. ⁽⁸⁾

Samin Hong *et al.* compararon la medición del grosor de la capa de fibras nerviosas medidos con OCT de dominio de tiempo contra un OCT de dominio espectral. Concluyeron que el OCT de dominio espectral es superior al OCT de dominio de tiempo en en todos los cuadrantes (excepto el inferior) para la detección temprano de glaucoma, ya que en estos cuadrantes, los grosores se reportaron más delgados que los reportados en el OCT de dominio de tiempo. ⁽⁹⁾

Benjamin B. Tan *et al.* compararon 2 aparatos de OCT espectral (Cirrus y Spectralis) para valorar la reproducibilidad de la medición de la capa de fibras nerviosas y su similitud. También evaluaron si el tamaño de la pupila influía en los resultados. Estudiaron 50 pacientes. La variabilidad de el test- retest en el Cirrus fue de 4.89 micras, mientras que en el Spectralis fue de 4.95 micras. El cuadrante temporal fue más reproducible en Cirrus, mientras que el nasal lo fue para el Spectralis. La dilatación pupilar afectó la reproducibilidad en el Cirrus, particularmente en el cuadrante superior, pero no tuvo efecto en el Spectralis. Encontraron que en el Spectralis, los grosores se reportan más delgados (en general) que en el Cirrus. ⁽¹⁰⁾

Young Hoon Hwang *et al.* observaron las características de la capa de fibras nerviosas medidas por OCT de dominio espectral en papilas oblicuas de pacientes con miopía. Estudiaron 255 ojos de 255 jóvenes varones sanos con varios grados de astigmatismo (equivalente esférico de $-3.17 \pm 2.40D$, rango desde -11.00 hasta $0.00 D$). El grosor de la capa de fibras nerviosas está en relación al grado de inclinación de la cabeza del nervio óptico. Si la papila está oblicua hacia el lado temporal, el grosor temporal será menor. ⁽¹¹⁾

Lin Lu *et al.* evaluaron la influencia del astigmatismo corneal en la medición del grosor de la capa de fibras nerviosas con OCT de dominio espectral en pacientes con miopía alta. En los ojos con astigmatismo, la imagen obtenida por OCT puede estar distorsionada y puede variar dependiendo del eje del astigmatismo. Hallaron que el astigmatismo algo con la regla puede influir en las mediciones de la capa de fibras nerviosas peripapilar (OCT Cirrus dominio espectral). Los pacientes con

más alto astigmatismo, tiene un área peripapilar más grande y más delgado el cuadrante temporal. ⁽¹²⁾

En cuanto a las características demográficas de la población, también se han realizado varios estudios correlacionando raza, edad, sexo, etc.

Jong Yeon Lee *et al.* correlacionaron la edad con el grosor de la capa de fibras nerviosas medida con OCT de dominio espectral con la edad. Estudiaron 302 ojos de 155 pacientes. El rango de edad fue de 20 a 79 años. Se demostró un decremento de 2.1 micras por década en el grosor general, 3.4/década en el cuadrante superior, 2.9 en el inferior, 1.1 temporal y 1 nasal. ⁽¹³⁾

Alasil T. *et al.* estudiaron la influencia de la edad, sexo y raza en el grosor de la capa de fibras nerviosas en OCT de dominio espectral (Spectralis, Heidelberg Engineerin). Estudiaron 190 pacientes sanos, con rangos de edad de 9 a 86 años. Incluyeron blancos (125), afro- americanos (26), asiáticos (16) e hispanos (14) y de otras razas (9). Los blancos tuvieron grosores menores comparados con los hispanos y los asiáticos. ⁽¹⁴⁾

AUTOR	EDAD	TEMPORAL	SUPERIOR	NASAL	INFERIOR
Schuman et al.	49- 71	91.5	133.5	89.2	128.7
Bowd et al.	53- 73	66.2	105.7	61.8	107.6
Varma et al.	40- 79	102.5	157.7	109.3	159.8

Comparación de grosores de la capa de fibras nerviosas entre 3 autores, los primeros 2 estudiaron pacientes de cualquier raza, mientras que Varma estudió pacientes latinos.

O'Rese J. Knight *et al.* incluyeron 284 pacientes de entre 18 a 84 años, de los cuales, 122 fueron europeos, 63 chinos, 51 africanos y 35 hispanos (españoles). El rango de error refractivo fue desde -12.00 hasta +8.00 (esfera). Midieron el grosor de la capa de fibras nerviosas con HD- OCT de dominio espectral (Cirrus). Hubo diferencias estadísticamente significativas entre razas. Los europeos registraron grosores más delgados que las otras razas, excepto en el cuadrante temporal. Los pacientes africanos tuvieron el cuadrante temporal más delgado. ⁽¹⁵⁾

El estudio más importante de medición del grosor de capa de fibras nerviosas en pacientes latinos, lo hicieron Rohit Varma *et al.* quienes midieron las retinas de 312 pacientes latinos sanos de 40 a 79 años. ⁽¹⁶⁾

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los parámetros de normalidad del grosor de fibras nerviosas en jóvenes sanos mexicanos del Instituto Nacional de Rehabilitación, determinados por tomografía de coherencia óptica de dominio espectral?

¿Existen diferencias en los parámetros de normalidad del grosor de la capa de fibras nerviosas de pacientes de población abierta comparados con pacientes mexicanos?

JUSTIFICACIÓN

Se ha demostrado que existen diferencias raciales en el grosor de la capa de fibras nerviosas de pacientes sanos.

En la actualidad no existen valores de referencia para la determinación del grosor normal de la capa de fibras nerviosas en pacientes latinos menores de 40 años determinadas por tomografía de coherencia óptica de dominio espectral.

Es importante determinar si los parámetros de normalidad de pacientes mexicanos son similares a los establecidos en los equipos de medición, pues estos parámetros son base para el diagnóstico de muchas enfermedades que involucran al nervio óptico.

OBJETIVOS

General: Determinar el grosor de la capa de fibras nerviosas en retinas de jóvenes mexicanos sanos del Instituto Nacional de Rehabilitación mediante tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (Spectralis, Heidelberg Engineering, Vista, California, USA).

Específicos:

- Determinar el grosor de la capa de fibras nerviosas en retinas de jóvenes sanos mexicanos del Instituto Nacional de Rehabilitación en 6 cuadrantes peripapilares.
- Comparar los resultados de este estudio con los parámetros de normalidad establecidos obtenidos en otros grupos raciales.

HIPÓTESIS

El grosor de la capa de fibras nerviosas medido por OCT de dominio espectral (*Spectralis, Heidelberg Engineering, Vista, California, USA*) varía con la edad y raza del paciente y no está asociado al género en jóvenes sanos mexicanos del Instituto Nacional de Rehabilitación.

Hipótesis nula

El grosor de la capa de fibras nerviosas medido por OCT de dominio espectral (*Spectralis, Heidelberg Engineering, Vista, California, USA*) no está determinado por la edad ni la raza del paciente y es inconstante en comparación interocular (ojo derecho versus ojo izquierdo del mismo sujeto).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un estudio observacional, descriptivo y transversal.

Universo de trabajo: se incluirán jóvenes mexicanos sanos, que acepten participar en el protocolo, principalmente amigos y familiares de pacientes y personal del Instituto Nacional de Rehabilitación, en el periodo del 04 de junio del 2012 al primero de agosto del 2012.

Se usarán medios verbales y escritos (volantes, redes sociales) para la difusión.

Metodología

Se realizará interrogatorio dirigido a todos los pacientes, se determinará agudeza y capacidad visual con cartillas de Snellen, visión al color (Ishihara y puntos de Farnsworth (25), campimetría Humphrey 24-2 SITA estándar, refracción y queratometrías por autoqueratorrefractómetro marca Topcon (8800 KR), medición de eje axial mediante ultrasonografía modo A, presión intraocular con tonometría de aplanamiento (Goldman), microscopía de segmento anterior en lámpara de hendidura (con énfasis en el ángulo, reflejos pupilares) posteriormente se valorará segmento posterior bajo dilatación farmacológica con especial atención a las características anatómicas del nervio óptico.

Se realizará OCT de dominio espectral (Spectralis, Heidelberg Engineering, Vista, California, USA) de fibras nerviosas en ambos ojos. El paciente será examinado bajo dilatación farmacológica (Tropicamida con Fenilefrina). Una vez posicionado y con el enfoque adecuado, se centrará el nervio óptico en el objetivo y se centrará la rejilla circular de manera manual, obteniéndose 3 tomas en cada ojo, con una diferencia de 5 a 10 segundos entre toma. Las imágenes serán capturadas por un solo operador (M.G.S).

Nervio óptico sin alteraciones estructurales: Con excavaciones no mayores a 0.5, asimetría no mayor a 0.2, anillo neuroretiniano sin adelgazamiento generalizado o localizado (analizado con luz aneritra), con coloración adecuada (no palidez).

Mexicano: persona nacida en territorio mexicano, en cuyas 3 generaciones ascendentes directas no haya personas de otras nacionalidades.

Jóven: entre 12 y 40 años.

Criterios de inclusión

- Hombres y mujeres mexicanos jóvenes sanos.
- Ausencia de enfermedades crónicas.
- Sin antecedentes familiares de glaucoma.
- Sin antecedentes de enfermedad ocular (quirúrgica, traumática o crónica).
- Sin enfermedad ocular aguda.
- Con capacidad visual mínima de 20/30.
- Refracción de -5.00 a +3.00.
- Presiones intraoculares dentro de parámetros normales (<21 mmHg).
- Sin anomalías estructurales oculares.
- Eje axial normal (22- 25 mm).
- Que firmen consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Pacientes de otra nacionalidad.
- Contraindicación para dilatación pupilar.
- Presencia de enfermedades crónicas.
- Antecedentes familiares de glaucoma.
- Enfermedad ocular (quirúrgica, traumática o degenerativa).
- Enfermedad ocular aguda.
- Capacidad visual peor que 20/30.
- Refracción menor de -5.00 o mayor de 3.00.
- Presiones intraoculares fuera de parámetros normales (>21 mmHg).
- Con anomalías estructurales oculares.
- Eje axial menor de 22 o mayor de 25 mm.
- Que no firmen consentimiento informado.

Criterios de eliminación

- No cooperador en la realización de estudios.
- No acudir a su cita para realización de OCT.
- Detección de alguna patología ocular en el momento de la exploración oftalmológica.
- Detección de alguna patología ocular por medio del OCT.

Variables

Grosor de la capa de fibras nerviosas en cada cuadrante (nasal, temporal, nasal superior, nasal inferior, temporal superior, temporal inferior) en cada uno de los ojos del paciente.

Análisis estadístico

Se realizará un análisis estadístico descriptivo de los resultados obtenidos, con cálculo de promedio, mediana y desviación estándar de cada una de las variables.

Aspectos éticos

Con base en los reglamentos de los Organismos Nacionales e Internacionales entre los que destacan: Reglamento de la Comisión de Investigación del Instituto Nacional de Rehabilitación; Ley General de Salud (publicada en el Diario Oficial de la Federación el martes 7 de febrero de 1984, entró en vigor el primero de julio del mismo año); Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (publicado en el Diario Oficial de la Federación el martes 6 de enero de 1987, entró en vigor al día siguiente); Declaración de la 18ª Asamblea Médica Mundial en Helsinki, Finlandia de 1964 y la Abrogación hecha en la 29ª Asamblea Médica Mundial en Tokio, Japón en 1975; El Código Internacional de Ética Médica elaborado en octubre de 1949, en Nuremberg, Alemania.

RESULTADOS

Se estudiaron 88 ojos de 44 pacientes que acudieron a valoración, de los cuales, se excluyeron 26 en ojos: 4 por presentar miopía de mayor de -5.00, 5 por queratometrías mayores de 47, 2 por discromatopsia, 2 por enfermedad aguda de superficie ocular, 11 por presentar grosor de uno o más cuadrantes en la capa de fibras nerviosas fuera de límites normales, 2 por no presentarse a la realización de OCT.

Se valoraron 62 ojos de 33 pacientes, 23 (69.69%) fueron mujeres y 10 (30.30%) hombres (*gráfica 1*); con un rango de edad de entre 18 y 35 años y promedio de 25 (SD \pm 4.38). 31 (50%) ojos derechos y 31 (50%) ojos izquierdos (*gráfica 2*). Los grosores de la capa de fibras nerviosas del grupo total de pacientes encontrados en cada cuadrante medido están reportados en las (*tabla 1*).

El promedio de la esfera fue de -0.14 (SD \pm 0.64), con una mediana de 0; para el cilindro, -0.57 (SD \pm 0.55), mediana -0.5; equivalente esférico -0.42 (SD \pm 0.65), mediana -0.31; queratometría más plana 42.93 (SD \pm 1.6), mediana 43.25; queratometría más curva 44.07 (SD \pm 1.62), mediana 44.5; eje antero- posterior 23.33 (SD \pm 0.74), mediana 23.32. (*Tabla 2*).

El promedio del grosor por sectores se reportó en micras de la siguiente manera: N.S. 130.56 (SD \pm 20.93), mediana 129.5; N 76.72 (SD \pm 15.72), mediana 76; N.I. 130.14 (SD \pm 25.23), mediana 131; T.I. 149.56 (SD \pm 18.45), mediana 150; T 70.19 (SD \pm 10.84), mediana 70.5; T.S. 146.43 (SD \pm 21.89), mediana 152. (*Tabla 2*).

El grosor máximo y mínimo para el cuadrante nasal superior fueron 197 y 90 micras respectivamente. Para el cuadrante nasal, 121 y 49; nasal inferior, 193 y 70; temporal inferior, 193 y 194; temporal, 124 y 50; temporal superior, 188 Y 78.

Se midió la correlación entre el eje anteroposterior y los grosores de cada sector medido, encontrándose una correlación negativa débil, la más significativa correspondió al sector N.I. (-0.36). Para el sexo se encontró correlación negativa débil, la más significativa pertenece al sector N.S. (-0.15), Para la edad, de igual forma se reportó una correlación negativa débil, la más significativa para el sector T. (-0.21). EN cuanto a ojos derechos e izquierdos, llama la atención una correlación significativa para el sector N, siendo la medición de este sector más delgada en ojos izquierdos que en ojos derechos (-0.5). (*Tabla 2*).

En el estudio que realizó O' Rese J. Knight, se observan los valores encontrados en africanos, chinos, europeos e hispanos de 18 a 84 años. Es notable que en este

estudio se reportan valores más altos en el grosor de la capa de fibras nerviosas que en los pacientes de dichas nacionalidades (*tabla 3*).

El promedio global de las mediciones de todos los sectores fue de 117.27 micras. Carpineto P. *et al.* realizó estudios de HD- OCT Cirrus en 68 pacientes caucásicos de entre 19 y 29 años, encontrando un promedio global de 91.78. ⁽¹⁷⁾

CONCLUSIÓN

El promedio global de las mediciones de todos los sectores fue de 117.27 micras.

Los grosores de los 6 sectores de la capa de fibras nerviosas es mayor en pacientes mexicanos que en pacientes de otras razas (negra, china, europea) según estudios reportados, entre ellos, el de O' Rese Knight *et al.* (sólo estudiaron 35 hispanos) para este grupo de edad.

No hay correlación entre el eje, edad ni sexo con la medición del grosor de la capa de fibras nerviosas.

Es importante subrayar que la distribución de sexos no es uniforme, pues el grupo del sexo masculino es pequeño comparado con el grupo del sexo femenino, por lo que la correlación no es confiable.

DISCUSIÓN

No existen estudios que reportan el grosor de la capa de fibras nerviosas en pacientes mexicanos sanos con OCT de dominio espectral.

Los grosores no muestran diferencias importantes entre edades o sexos. En cuanto a ojos derechos e izquierdos, se muestra una correlación negativa media en el grosor del sector nasal, que se reporta más delgado en ojos izquierdos que en derechos. Sin embargo, la muestra es insuficiente para confirmar este dato.

Al comparar nuestros resultados con los resultados en estudios previos (O'Rese Knight), se observa que nuestros pacientes presentan mayores grosores que los pacientes de otras razas (tabla 3).

Las limitantes para nuestro estudio están basadas principalmente en el grupo valorado, que es reducido; requiriendo el incrementar el tamaño de la muestra ampliando el rango de edad para que el trabajo tenga el impacto estadístico necesario y se puedan establecer los valores de la capa de fibras nerviosas normales en población mexicana.

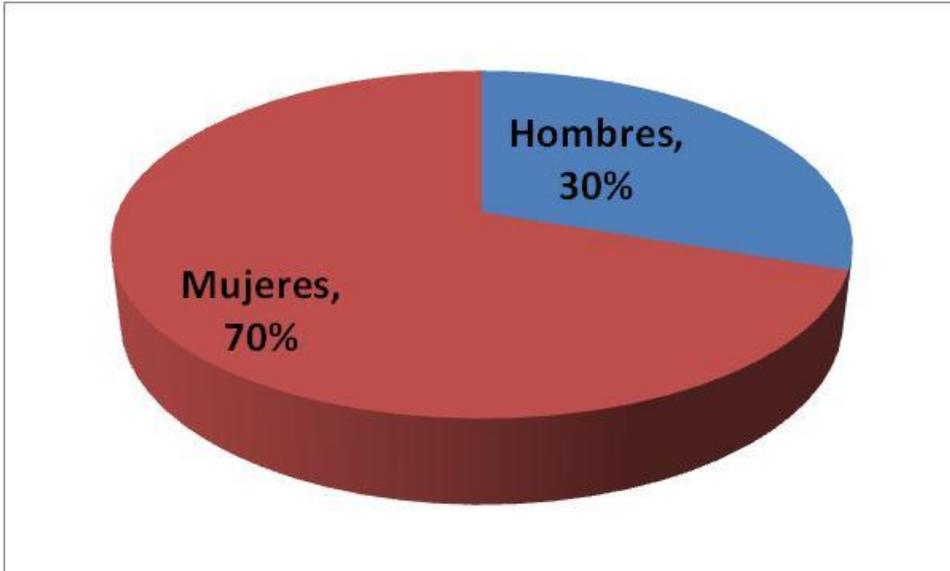
También se observa una desproporción entre los grupos según el sexo, pues tenemos 23 pacientes femeninas y solamente 10 pacientes masculinos.

No fue posible realizar campos visuales a todos los pacientes estudiados, lo cual es otra limitación del estudio y debe ser considerado para futuros estudios.

GRÁFICAS Y TABLAS

GRUPO TOTAL				
Pacientes	33		Ojos	62
Hombres	23		Derechos	31
Mujeres	10		Izquierdos	31

Tabla 1: Total de pacientes por sexo y total de ojos derechos e izquierdos.



Gráfica 1: Distribución por sexo.



Gráfica 2: Distribución entre ojos derechos e izquierdos.

GRUPO		ESFERA	CILINDRO	ESFÉRICO	Q. PLANA	Q. CURVA	EJE	NS	N	NI	TI	T	TS	EDAD
TOTALES	Promedio	-0.14	-0.57	-0.42	42.94	44.07	23.33	130.56	76.73	130.15	149.55	70.19	146.44	24.89
	Desviación estándar	0.65	0.55	0.66	1.61	1.63	0.74	20.93	15.73	25.23	18.46	10.84	21.89	4.36
	Mediana	0.00	-0.50	-0.31	43.25	44.50	23.32	129.50	76.00	131.00	150.00	70.50	152.00	25.50
MUJERES	Promedio	-0.18	-0.53	-0.44	42.82	44.07	23.27	128.52	75.77	128.00	149.16	71.14	144.93	24.20
	Desviación estándar	0.72	0.50	0.70	1.50	1.57	0.70	17.46	15.86	23.63	17.42	11.92	22.90	4.40
	Mediana	0.00	-0.50	-0.38	43.25	44.50	23.22	129.50	75.50	131.00	146.50	70.50	149.00	24.00
HOMBRES	Promedio	-0.04	-0.67	-0.38	43.21	44.07	23.50	135.56	79.06	135.39	150.50	67.89	150.11	26.56
	Desviación estándar	0.40	0.65	0.54	1.85	1.82	0.82	27.63	15.60	28.80	21.30	7.38	19.31	3.90
	Mediana	0.00	-0.50	-0.25	43.50	44.75	23.40	128.00	76.50	132.00	152.00	70.50	156.50	28.00
OJO DERECHO	Promedio	-0.14	-0.60	-0.44	42.90	43.94	23.39	128.00	85.35	136.08	145.74	68.10	144.61	25.03
	Desviación estándar	0.68	0.59	0.71	1.63	1.68	0.73	23.29	15.23	26.04	17.26	12.85	19.87	4.41
	Mediana	0.00	-0.50	-0.25	43.25	44.50	23.32	126.00	87.00	136.00	141.00	68.00	150.00	26.00
OJO IZQUIERDO	Promedio	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14	-0.14
	Desviación estándar	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
	Mediana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Q. PLANA Queratometría más plana
Q. CURVA Queratometría más curva
NS Nasal superior
N Nasal
NI Nasal inferior
TI Temporal inferior
T Temporal
TS Temporal superior

Tabla 2

Grosor de capa de fibras nerviosas por razas				
	Africanos	Chinos	Europeos	Hispanos
Global	93.9 (1.2)	96.4 (1.1)	90.1 (0.8)	95.6 (1.4)
Temporal	57.8 (1.3)	75.7 (1.2)	61.2 (0.9)	61.5 (1.6)
Superior	119.6 (1.9)	122.0 (1.7)	113.0 (1.2)	121.2 (2.3)
Nasal	73.0 (1.5)	64.4 (1.4)	70.1 (1.0)	71.6 (1.8)
Inferior	125.2 (2.0)	123.6 (1.8)	115.9 (1.3)	127.9 (2.4)

Tabla 3: Estudio de O' Rese Knight et al.

ANEXOS

HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

NOMBRE COMPLETO

EDAD

FECHA DE NACIMIENTO

LUGAR DE ORIGEN

LUGAR DE RESIDENCIA

REGISTRO (Si lo tiene)

ANTECEDENTES HERDOFAMILIARES

- Generaciones previas con algún extranjero:
- Sobre todo de Glaucoma u otra enfermedad oftalmológica hereditaria:

ANTECEDENTES NO PATOLÓGICOS

Tabaquismo	SI	NO
Alcoholismo	SI	NO

ANTECEDENTES PATOLÓGICOS

Oftalmológicos:

Infecciosos	SI	NO	Desde cuándo?
Traumáticos	SI	NO	
Quirúrgicos (refractiva, etc)	SI	NO	
Degenerativos (miopía...)	SI	NO	
Refractivos (lentes, LDC, queratocono)	SI	NO	
Glaucoma	SI	NO	

Especificar:

Crónicas:

DM2	SI	NO
HAS	SI	NO
AR (otras autoinmunes)	SI	NO
OTRAS	SI	NO

Medicamentos:

EXPLORACIÓN FÍSICA

EXPLORACIÓN	OD	OI
AV, (.), CV		
Refracción		
Queratometrías		
PIO		
Reflejos pupilares		
Ángulo		
Excavación del NO.		
Ishihara		
Eje AP		
OCT		
Campos visuales		

GROSORES POR CUADRANTES						
OJO	NS	N	NI	TI	T	TS
OD						
OI						

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por mi propio derecho, en pleno uso de mis facultades y por mi libre decisión, acepto participar en el protocolo de investigación que lleva por título "**Medición del Grosor de la Capa de Fibras Nerviosas en Jóvenes Mexicanos Sanos del Instituto Nacional de Rehabilitación mediante Tomografía de Coherencia Óptica de Dominio Espectral**", a cargo del personal médico adscrito al Instituto Nacional de Rehabilitación y que consiste en:

Valoración oftalmológica completa, incluyendo historia clínica mediante interrogatorio directo, pruebas de agudeza visual y visión al color, toma de presión intraocular, medición de eje anteroposterior de los ojos, defectos refractivos y toma de una tomografía de coherencia óptica de la capa de fibras nerviosas de la retina.

No omito manifestar que tengo amplio conocimiento de los procedimientos a los que seré sometido, sus implicaciones y consecuencias, tales como la detección de alguna patología estructural y/o funcional.

Cabe señalar que mi médico me ha informado, que de acuerdo con el procedimiento que se me practique se esperan obtener los resultados más óptimos.

Se me ha informado también que obtendré los beneficios de una valoración oftalmológica y de hallarse alguna patología, me brindarán orientación y atención especializada si así lo requiero.

Nombre y firma del paciente y/o responsable legal.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gregory L. Skuta, MD, Louis B. Cantor, MD, Jayne S. Weiss, MD. American Academy of Ophthalmology, Glaucoma. 2011; 47- 54.
2. Wexler, Alexandra; Sand, Trond; Elsas, TorB; Macular Thickness Measurements in Healthy Norwegian Volunteers: An Optical Coherence Tomography Study; BioMed Central Ophthalmology, Vol. 10:13, Mayo 2010.
3. Kiernan, DF; Hariprasad, SM; Chin, EK; Kiernan, CL; Rago, J; Mieler, W; Prospective Comparison of Cirrus and Stratus Optical Coherence Tomography for Quantifying Retinal Thickness; American Journal of Ophthalmology, Vol. 147, No. 2; Febrero 2009.
4. Menke, MN; Dabov, S; Knecht, P; Sturm, V; Reproducibility of Retinal Thickness Measurements in Healthy Subjects Using Spectralis Optical Coherence Tomography; American Journal of Ophthalmology, Vol. 147, No. 3; Marzo 2009.
5. Sandeep, Grover; Ravi, Murthy; Vikram, Brar; Kakarla, Chalam; Normative Data for Macular Thickness by High-Definition Spectral-Domain Optical Coherence Tomography (Spectralis); American Journal of Ophthalmology, Vol 148, No.2; Agosto 2009.
6. Herbert S. Stern Díaz, MD. Guía para la Interpretación de la Tomografía de Coherencia óptica. 2005; 95-119.
7. Wang M, Lu AT, Carma R, Schuman JS, Greenfield DS, Huang D. Combining Information From 3 Anatomic Regions in the Diagnosis of Glaucoma With Time- Domain Optical Coherence Tomography. J Glaucoma 2012 Jul 23.
8. Mansoori T, Viswanath K, Balakrishna N. Ability of spectral domain optical coherence tomography peripapillary retinal nerve fiber layer thickness measurements to identify early glaucoma; Indian J Ophthalmol. 2011, Nov- Dec; 59 (6): 455-9.
9. Samin Hong, Gong Je Seong, Sung Soo Kim, Sung Yong, Kang, Chan Yun Kim. Comparison of Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measured By Spectral vs Time Domain Optical Coherence Tomography; Current Eye Research, 36(2), 125- 134, 2011.
10. Bejamin G. Tan, MBBS, Maricel Natividad, MD, Kia Chong Chua, MSc, Leonard W. Yip, MBChB, FRCSEd. Comparison of Retinal Nerve Fiber Layer Measurement Between 2 Spectral Domain OCT Instruments; J Glaucoma 2012; 21: 266- 273.
11. Young Hoon Hwang, MD, Chungkwon Yoo, MD, PhD, Young Teon Kim, MD, PhD. Myopic Optic Disc Tilt and the Characteristics of Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measured by Spectral- domain Optical Coherence Tomography; J Glaucoma 2012; 21: 260- 265.
12. Lin Liu, Jun Zou, Hui Huang, Jian. Guo Yang, Shao- rong Chen. The Influence of Corneal Astigmatism on Retinal Nerve Fiber Layer Thickness and Optic Nerve Head Parameter Measurements by Spectral- domain Optical Coherence Tomography; Diagnostic Pathology 2012, 7:55.
13. Jong Yeon Lee, Young Hoon Hwang, Sun Min Lee, Young Yeon Kim. Age and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measured by Spectral Domain Optical Coherence Tomography; J Ophthalmology 2012; 26(3): 163- 168.
14. Alsil T, Wang K, Keane PA, Lee H, Banlasadl N, de Boer JF, Chen TC. Analysis of Normal Retinal Nerve Fiber Layer Thickness by Age, Sex, and Race Using Spectral Domain Optical Coherence Tomography; J Glaucoma 2012 Apr 30.
15. O' Rese J. Knight, MD; Christopher A. Gtrkin, MD, MSPH; Donald I. Budenz, MD, MPH; Mary K. Durbin, PhD; William J. Feuer, MS. Effect of Race, Age, and Axial Length on Optic Nerve Head Parameters and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measured by Cirrus HD- OCT. Arch Ophthalmol. 2012; 130 (3): 312- 318.
16. Rohit Varma, Sheila Bazzaz, Mei Lai. Optical Tomography- Measured Retinal Nerve Fiber Layer Thickness in Normal Latinos; Invest Ophthalmol Vis Sci, 2003; 44: 2269- 3373.
17. Carpineto P, Nubile M, Agnifili L, Toto L, Aharrh- Gnama A, Mastropasqua R, Di Antonio L, Fasanella V, Mastropasqua A. Reproductibility and repeatability of Cirrus HD- OCT peripapillary retinal nerve fiber layer thickness measurement in young normal subjects; Ophthalmologica. 2012; 227 (3): 139- 45.
18. Huang D, Chopra V, Lu AT, Tan O, Francis B, Varma R; Does optic nerve head size variation affect circumpapillary retinal nerve fiber layer thickness measurement by optical coherence tomography?; Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012 Jul 27;53(8):4990-7. Print 2012.
19. Wang M, Lu AT, Varma R, Schuman JS, Greenfield DS, Huang D; Advanced Imaging for Glaucoma Study Group. Combining Information From 3 Anatomic Regions in the Diagnosis of Glaucoma With Time- Domain Optical Coherence Tomography; J Glaucoma 2012, Jul 23.

20. Mansouri K, Liu JH, Tafreshi A, Medeiros FA, Weinreb RN. Positional Independence of Optic Nerve Head and Retinal Nerve Fiber Layer Thickness Measurements With Spectral-Domain Optical Coherence Tomography. *Am J Ophthalmol* 2012 Jul 17.
21. Felipe A. Medeiros, MD, PhD; Renato Lisboa, MD; Robert N. Wetnreb, MD; Christopher A. Gtrktn, MD; Jeffrey M. Liebmann, MD; Linda M. Zangeill, PhD. A combined Index of Structure and Function for Staging Glaucomatous Damage; *Arch Ophthalmol* 2012 May 14.