

**MACRODISCO Y GLAUCOMA EN INDIVIDUOS ESTUDIADOS CON
TOMOGRAFIA OPTICA COHERENTE**

GLORIA NAYIBE NOVA AVILA

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

FUNDACION OFTALMOLOGICA NACIONAL

BOGOTA

2012

**MACRODISCO Y GLAUCOMA EN INDIVIDUOS ESTUDIADOS CON
TOMOGRAFIA OPTICA COHERENTE**

GLORIA NAYIBE NOVA AVILA

Trabajo de Grado para optar al título de especialista en Oftalmología

Director Temático: **SANDRA BELALCAZAR REY**

Oftalmóloga especialista en Glaucoma

Director Metodológico: **JOSE RAFAEL TOVAR**

Estadístico MSc, PHD

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

ESCUELA DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

FUNDACION OFTALMOLOGICA NACIONAL

BOGOTA

2012

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma de Jurado

Bogotá, 29 de octubre de 2012

Dedicatoria:

A Dios, Amigo de constante compañía e infinito Amor.

A Nuestra Señora del Rosario por su maternal e incansable intercesión.

A mis padres Anselmo e Imelda por su amor que ha sido fortaleza en este caminar.

A mi hermano Hilbert por construir conmigo este sueño, por su constante apoyo y su ejemplo de perseverancia.

Agradecimientos

A la doctora Sandra Belalcázar por todas sus enseñanzas y su ejemplo de perseverancia en investigación.

A las doctoras Marcela Valencia y Mónica Rodríguez por su gran aporte en la realización de este trabajo.

Al doctor José Rafael Tovar por su valiosa ayuda en la culminación de este trabajo.

A la doctora Lina Morón por su asesoría epidemiológica.

Al grupo de Investigación de la Fundación Oftalmológica Nacional por su colaboración.

A mis compañeros de residencia y a los médicos internos de la Fundación Oftalmológica Nacional por su participación en la investigación.

A los empleados de la Fundación Oftalmológica Nacional y sus familiares por su colaboración en el desarrollo de la investigación y su participación en el estudio.

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	10
INTRODUCCION	12
1. JUSTIFICACION	15
2. MARCO TEORICO	17
2.1 EPIDEMIOLOGIA	17
2.2 DEFINICION	17
2.3 CARACTERISTICAS CLINICAS	17
2.4 MACRODISCO Y MICRODISCO	19
2.5 EVALUACION DEL DISCO OPTICO	22
2.5.1.Histomorfometría	22
2.5.2 Biomicroscopía	23
2.5.3 Planimetría	23
2.5.4 Oftalmoscopía de Laser Confocal de Barrido	23
2.5.5 Tomografía Optica Coherente	25
2.6 EXAMEN CLINICO	31
3. OBJETIVOS	36
3.1 OBJETIVO GENERAL	36
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	36
4. METODOLOGIA	37
4.1. FORMULACION DE HIPOTESIS	37
4.1.1 Pregunta de Investigación	37

4.1.2 Hipótesis	37
4.1.2.1 Hipótesis Nula	37
4.1.2.2 Hipótesis Alternativa	37
4.2 TIPO Y DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO	37
4.2.1 Tipo de Estudio	37
4.2.2 Diseño General del Estudio	37
4.3. POBLACION	38
4.3.1. Población de estudio	38
4.3.2. Tamaño de Muestra	38
4.4 SELECCIÓN DE LOS SUJETOS	38
4.4.1 Criterios de Inclusión	38
4.4.1.1 Criterios de Inclusión de los Sujetos con Glaucoma	39
4.4.1.2 Criterios de Inclusión de los Sujetos Sanos	39
4.4.2 Criterios de Exclusión	40
4.5 CONTROL DE SESGOS	42
4.5.1 Sesgo de Selección	42
4.5.2 Sesgo de Información	42
4.6 DEFINICIÓN Y OPERALIZACIÓN DE VARIABLES	43
4.6.1 Variables Cualitativas	43
4.6.2 Variables Cuantitativas	43
4.6.3 Definiciones Operacionales	50
4.6.3.1 Ojo estudiado	50
4.6.3.2 Espesor promedio de la capa de fibras nerviosas	50
4.6.3.3 Espesor promedio de cada meridiano	51
4.6.3.4 Espesor promedio de cada cuadrante	51
4.6.3.5 Area del disco	51

4.6.3.6	Area del Anillo	51
4.6.3.7	Ancho Horizontal Integrado del Anillo	51
4.6.3.8	Area del Anillo Integrado Vertical	51
4.6.3.9	Area de la Excavación	52
4.6.3.10.	Volumen de la Excavación	52
4.6.3.11.	Relación C/D Horizontal	52
4.6.3.12.	Relación Copa/Disco Vertical	52
4.6.3.13.	Relación Copa/Disco	52
4.6.3.14.	Agudeza Visual Sin Corrección (logMar)	52
4.6.3.15.	Agudeza Visual Con Corrección (logMar)	52
4.6.3.16.	Presión Intraocular	52
4.6.3.17.	Anillo Neural	52
4.6.3.18.	Excavación Clínica	52
4.6.3.19.	Aumento de la Mancha Ciega	52
4.6.3.20.	Escotoma Arqueado superior	52
4.6.3.21.	Escotoma Arqueado Inferior	53
4.6.3.22.	Escotoma Paracentral Superior	53
4.6.3.23.	Escotoma Paracentral Inferior	53
4.6.3.24.	Escalón Nasal	53
4.6.3.25.	Isla Residual de Visión Central	53
4.6.3.26	Escotoma Aislado	53
4.6.3.27.	Gonioscopía	53
4.7	TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS	53
4.7.1	Recolección de datos	53
4.8	PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	54
5.	CONSIDERACIONES ETICAS	55
6.	CRONOGRAMA	57

7. PRESUPUESTO	58
8. RESULTADOS	59
8.1 RESULTADOS AREA DE DISCO POR GENERO	63
8.2 RESULTADOS ESPESOR DE CAPA DE FIBRAS POR GENERO	65
9. DISCUSION	71
10. CONCLUSIONES	76
11. RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFIA	78

Introducción: El glaucoma representa la tercera causa de ceguera a nivel mundial y un diagnóstico oportuno requiere evaluar la excavación del nervio óptico que está relacionada con el área del mismo. Existen reportes de áreas grandes (macrodiscos) que pueden ser protectoras, mientras otros las asocian a susceptibilidad para glaucoma.

Objetivo: Establecer si existe asociación entre macrodisco y glaucoma en individuos estudiados con Tomografía Óptica Coherente (OCT) en la Fundación Oftalmológica Nacional.

Métodos: Estudio transversal de asociación que incluyó 25 ojos con glaucoma primario de ángulo abierto y 74 ojos sanos. A cada individuo se realizó examen oftalmológico, campo visual computarizado y OCT de nervio óptico.

Se compararon por grupos áreas de disco óptico y número de macrodiscos, definidos según Jonas como un área de la media más dos desviaciones estándar y según Adabache como área $\geq 3.03 \text{ mm}^2$ quien evaluó población Mexicana.

Resultados: El área promedio de disco óptico fue 2,78 y 2,80 mm^2 glaucoma Vs. sanos. De acuerdo al criterio de Jonas, se observó un macrodisco en el grupo sanos y según criterio de Adabache se encontraron ocho y veinticinco macrodiscos glaucoma Vs. sanos. (OR=0,92 IC_{95%}=0.35 – 2.43).

Discusión: No hubo diferencia significativa (P=0.870) en el área de disco entre los dos grupos y el porcentaje de macrodiscos para los dos grupos fue similar, aunque el bajo número de éstos no permitió concluir en términos estadísticos sobre la presencia de macrodisco y glaucoma.

Palabras clave: Tamaño de disco óptico, glaucoma, Tomografía óptica coherente, capa de fibras nerviosas de la retina.

Introduction: Glaucoma is the third leading cause of blindness worldwide and timely diagnosis requires evaluating the cup of the optic nerve which is related to the same area. There are reports of larger areas (macro discs) which can be protective, while others associated with susceptibility to glaucoma.

Purpose: To establish the association between macro disc and glaucoma in studied individuals with Optical Coherence Tomography (OCT) in the Fundación Oftalmológica Nacional.

Methods: Cross-sectional association study that involved 25 eyes with primary open-angle glaucoma and 74 healthy eyes. Each individual had an eye examination, computerized visual field and optic nerve OCT. It was compared the optic disc areas and the macro discs number by groups according to Jonas as an area mean plus two standard deviations and according to Adabache as $\geq 3.03 \text{ mm}^2$ who evaluated Mexican population.

Results: The average area of the optic disc was 2,78 and 2,80 mm^2 glaucoma Vs. healthy. According to Jonas criteria, it was observed a macro disc in the healthy group and according to Adabache criteria, it was found eight and twenty five macro discs glaucoma Vs. healthy. (OR=0,92 IC_{95%}=0.35-2.43).

Discussion: There was no significant difference (P=0,870) in the disc area between the two groups and the percentage of macro discs for both groups was similar, although the low number of these are not allowed to conclude in statistical terms the presence of macro disc and glaucoma.

Key words: Optic disc size, glaucoma, Optical Coherence Tomography, retinal nerve fiber layer.

INTRODUCCION

El glaucoma es la tercera causa de ceguera a nivel mundial ⁽¹⁾ y la pérdida visual causada por éste es irreversible y varía de acuerdo al momento en que se realice el diagnóstico y al control que se mantenga de la presión intraocular. El hecho de emitir este diagnóstico genera en el paciente y en su familia un estado de alerta con respecto a su salud visual e implica el uso de medicamentos por el resto de su vida e incluso la posibilidad de requerir en algún momento de la evolución de la enfermedad manejo quirúrgico para evitar un mayor daño del nervio óptico. A su vez estos cambios en la salud visual del individuo tienen además implicaciones a nivel social y de salud pública.

El diagnóstico de glaucoma se basa en los hallazgos clínicos de las características del disco óptico y de la capa de fibras nerviosas y en los cambios a nivel del campo visual ^(2,3,4).

Los cambios que se observan en el disco óptico y en la capa de fibras nerviosas ocurren antes de que se detecten alteraciones en el examen de campo visual, si éstas ya se detectan, son indicativas de una pérdida de 30% a 35 % de las células ganglionares de la retina ^(2,4); de ahí la importancia de una adecuada valoración de las características del disco óptico en el examen clínico. Esta observación detallada ha llevado a que se desarrollen sistemas estandarizados para evaluar las características del disco óptico tratando de eliminar la subjetividad en la observación del mismo. Estos sistemas de evaluación permiten con base en parámetros como el tamaño del disco, el tamaño de la excavación, la relación excavación/disco, la apariencia del anillo neural, la apariencia de la capa de fibras nerviosas, la presencia de atrofia peripapilar y hemorragias en el disco clasificar al paciente como sospechoso de glaucoma y permite además hacer un seguimiento de la progresión del glaucoma en quienes se ha confirmado la enfermedad ^(2,3).

Una de las características que se evalúa es el tamaño del disco óptico y su excavación y junto a ésta, la apariencia del anillo neural. Se ha observado que el disco óptico tiene una variabilidad interindividual en el tamaño relacionado con factores

como la raza, con los reportes de áreas de disco más grandes en población hispana y negra y áreas más pequeñas en población asiática y blanca⁽⁵⁾ y que existe una correlación fisiológica entre el área del disco y su excavación^(2,6).

Se ha reportado una mayor susceptibilidad a glaucoma en población Afro-americana así como la presencia de discos ópticos más grandes que en población blanca lo cual ha llevado a pensar que discos ópticos más grandes tienen mayor susceptibilidad a glaucoma^(6,7,8). Los estudios realizados no son concluyentes pues se han descrito factores anatómicos como la existencia de una mayor distancia entre la emergencia del tronco central de vasos retinianos y el anillo neural como factor de riesgo para la pérdida del anillo neural⁽⁶⁾, sin embargo otros estudios consideran que un macrodisco tiene una mayor capacidad de reserva anatómica para la pérdida de fibras nerviosas⁽⁹⁾. Los estudios en población blanca no han mostrado asociación entre el tamaño del disco óptico y la susceptibilidad a glaucoma^(10,11) y en población mestiza mexicana se ha descrito un área de disco óptico y una prevalencia de macrodisco mayor en individuos con glaucoma y sospecha de glaucoma respecto a individuos sanos⁽¹²⁾. En Colombia se describió para sujetos con glaucoma y sospecha de glaucoma un tamaño de disco óptico mayor a otras poblaciones hispanas, pero no hay reportes sobre el tamaño de disco en población sana ni se ha establecido comparación con individuos sanos⁽¹³⁾.

A su vez la excavación observada en los macrodiscos es mayor que la observada en discos ópticos de tamaño normal y esto puede llevar a un diagnóstico equivocado de glaucoma o a clasificar a un individuo como sospechoso de glaucoma. Algunas de estas macroexcavaciones son fisiológicas y otras corresponden a la elongación que ocurre en ojos con miopía alta, pero hay otro grupo de macroexcavaciones que corresponden a una real pérdida del anillo neural secundario a una neuropatía óptica glaucomatosa⁽⁶⁾.

La confirmación de si la sospecha de glaucoma en sujetos con macrodisco corresponde a la enfermedad se puede realizar mediante el estudio con campo visual computarizado que evalúa el estado funcional del nervio óptico y mediante tomografía óptica coherente (OCT) de nervio óptico que muestra las medidas topográficas de la cabeza del mismo y a su vez permite conocer el estado estructural

de la capa de fibras nerviosas teniendo la ventaja sobre el campo visual de ser una prueba independiente del efecto de aprendizaje y es por tanto un indicador más objetivo de la presencia o no de un daño glaucomatoso⁽¹⁴⁾.

En este estudio se busca comparar el tamaño de disco óptico evaluado mediante OCT entre individuos con diagnóstico de glaucoma crónico de ángulo abierto e individuos sanos de una muestra de población Colombiana y responder a la pregunta ¿Cuál es la relación entre la presencia de macrodisco y la presencia de glaucoma de ángulo abierto? para poder contar con datos específicos que sirvan como base para el oftalmólogo que a diario se encuentra en la consulta con discos ópticos de estas características y se plantea el interrogante sobre si corresponde a un individuo con macrodisco sano o con glaucoma.

1. JUSTIFICACION

El glaucoma primario de ángulo abierto representa un importante problema de salud pública. Genera 6.7 millones de personas ciegas alrededor del mundo y en Estados Unidos 2.2 millones de personas mayores de 40 años padecen la enfermedad y se espera que este número aumente a 3.3 millones para el año 2020 en la medida que aumenta la expectativa de vida de la población. Sin embargo estas cifras pueden ser menores de la real magnitud del problema dado que el diagnóstico de glaucoma se establece cuando el individuo ya tiene una pérdida del campo visual y muchas personas padecen glaucoma sin que hayan detectado cambios en su campo visual. A su vez el glaucoma primario de ángulo abierto en sus etapas iniciales no genera sintomatología, tiene una progresión lenta y es indoloro, se sospecha solamente cuando el paciente es sometido a una evaluación de las características del nervio óptico y de los niveles de presión intraocular y se confirma con los hallazgos en la campimetría de una pérdida del campo visual. Por esta razón es de suma importancia la evaluación clínica de las personas que presentan factores de riesgo para desarrollar glaucoma como aquellos que presenten antecedentes familiares de la enfermedad, personas mayores de 40 años, personas de raza negra y aquellos a quienes en evaluaciones oftalmológicas previas se han encontrado niveles elevados de presión intraocular o espesores corneanos centrales delgados.

Dentro de la evaluación clínica del disco óptico el tamaño del disco y el tamaño de la excavación ocupan un importante lugar así como la relación excavación/disco, sin embargo estos parámetros deben ser evaluados en conjunto con los demás hallazgos clínicos, pues cada uno de ellos como parámetro único no es confiable para diagnosticar glaucoma ya que un disco óptico grande con una excavación de 0.7 puede ser normal, así como un disco óptico pequeño con una excavación de 0.3 puede tener un daño glaucomatoso. Los estudios mencionan que un macrodisco se acompaña fisiológicamente de una macroexcavación, sin embargo también es posible que un macrodisco posea una macroexcavación porque tiene un daño glaucomatoso y en este caso recurrir a imágenes como la oftalmoscopia de laser confocal de barrido o la

tomografía óptica coherente nos ayuda a confirmar el diagnóstico mediante la evaluación del estado de la capa de fibras nerviosas de la retina. .

Teniendo en cuenta las graves consecuencias de no sospechar a tiempo un glaucoma, sabiendo que dentro de los parámetros para sospechar glaucoma se encuentran el tamaño del disco, el tamaño de la excavación y la relación excavación disco y teniendo reportes controversiales en la literatura sobre la predisposición de discos ópticos grandes para presentar glaucoma, es de gran importancia conocer en nuestro medio la prevalencia de macrodisco y analizar si éste presenta asociación con glaucoma.

2. MARCO TEORICO

2.1 EPIDEMIOLOGIA

El glaucoma es la tercera causa de ceguera a nivel mundial ⁽¹⁾ con aproximadamente 6.7 millones de personas ciegas por glaucoma ⁽¹⁵⁾. Se estima que 66.8 millones de personas en el mundo presentan glaucoma de ángulo abierto ^(15,16) siendo una de las principales causas de ceguera irreversible en todo el mundo. Su prevalencia en Estados Unidos para adultos mayores de 40 años es 1.86% y los cálculos indican que más de 2.2 millones de personas mayores de 40 años en Estados Unidos padece la enfermedad. Se espera que este número se incremente a 3.3 millones en el 2020 con el envejecimiento de la población ^(1,17,18).

2.2 DEFINICION

El glaucoma primario de ángulo abierto es una neuropatía óptica crónica y progresiva en adultos en el que la presión intraocular y otros factores desconocidos contribuyen al daño del nervio óptico y en el cual en ausencia de otras causas identificables hay una característica atrofia adquirida del nervio óptico y pérdida de las células ganglionares de la retina. Está asociado con un ángulo abierto de la cámara anterior en la apariencia gonioscópica ^(14,18).

2.3 CARACTERISTICAS CLINICAS

Una persona con sospecha de glaucoma se presenta con hallazgos clínicos y/o un grupo de factores de riesgo que indican un incremento en la posibilidad de desarrollar glaucoma primario de ángulo abierto. Entre los hallazgos clínicos y paraclínicos que permiten sospechar glaucoma se encuentran los cambios en la apariencia del disco óptico respecto a su tamaño, excavación y relación excavación/disco, respecto al anillo neural y cambios en la apariencia de la capa de fibras nerviosas de la retina o bien una presión intraocular (P.I.O.) elevada asociada a una apariencia normal del disco óptico y de la capa de fibras nerviosas, asociados a un reporte de estudio de campos visuales normal o un campo visual con defectos sugestivos de daño glaucomatoso aún con valores normales de presión intraocular. Entre los factores de

riesgo se encuentran: una medida elevada de la P.I.O, edad avanzada, historia familiar de glaucoma, ascendencia Africana, Hispana o Latina y presentar un espesor corneal central delgado ^(18,19,20,21,8,22). La presencia de macrodisco como factor de riesgo para desarrollar glaucoma es controversial ⁽⁶⁾.

El número de personas con hallazgos clínicos de sospecha de glaucoma (una P.I.O. elevada o una morfología anormal del disco óptico) excede bastante el número de personas que se han diagnosticado con glaucoma. El estudio de tratamiento de hipertensión ocular demostró que la tasa de participantes que desarrollaron neuropatía óptica glaucomatosa fue 9.5% en 5 años o cerca de 2% por año ^(18,23,22).

Los cambios glaucomatosos en la cabeza del nervio óptico y la pérdida en la capa de fibras nerviosas de la retina frecuentemente preceden a los defectos en el campo visual que son la manifestación funcional después de que un gran porcentaje de células ganglionares de la retina han sido dañadas ^(17,2,3,18,14). La evaluación de la cabeza del nervio óptico y la capa de fibras nerviosas retinianas peripapilares aportan la evidencia más confiable y temprana en la detección del daño glaucomatoso ^(2,3). Un daño glaucomatoso temprano puede ser difícil de detectar. Una vez se sospecha o se detecta glaucoma, se deben realizar estereofotografías del disco óptico o imágenes del disco óptico y de la capa de fibras nerviosas en la visita inicial y a intervalos regulares durante el seguimiento para documentar su estado ⁽²⁾.

Para reconocer las alteraciones patológicas de la cabeza del nervio óptico se deben tener en cuenta el amplio rango de variaciones normales del mismo ⁽²⁾.

Se ha descrito una aproximación sistemática para la evaluación de la cabeza del nervio óptico y de la capa de fibras nerviosas que puede ser fácilmente incorporada a la práctica clínica, conocida como FORGE (Focusing Ophthalmology on Reframing Glaucoma Evaluation) ^(2,3) e incluye cinco reglas para evaluar la cabeza del nervio óptico:

1. Observar el anillo escleral para identificar los límites del disco óptico y evaluar su tamaño.
2. Identificar el tamaño del anillo.
3. Examinar la capa de fibras nerviosas retiniana.

4. Examinar la región externa del disco óptico para atrofia parapapilar.
5. Observar la presencia de hemorragias retinianas y en el disco óptico.

Con base en este sistema, el primer paso en la evaluación del disco óptico para glaucoma es evaluar su tamaño, el disco óptico varía considerablemente en área en diferentes razas y a su vez el tamaño de la excavación se correlaciona con el tamaño disco^(24,2,3,6).

2.4 MACRODISCO Y MICRODISCO

El área del disco óptico no es constante en los individuos y posee una variabilidad que va desde 0.80 mm² hasta 6.00 mm² existiendo ojos normales con discos ópticos muy pequeños y ojos normales con discos ópticos muy grandes^(6,24) (Figuras 1 y 2).

Se habla de la diferencia en el tamaño del disco óptico respecto al sexo con algunas investigaciones que sostienen que no hay diferencia en el tamaño del disco óptico entre hombres y mujeres^(25,6,5,20) y otras que reportan que el área media del disco óptico es 3.2% mayor en hombres que en mujeres^(26,6). Se considera además que mientras el error refractivo del sujeto se encuentre en el rango de -5 hasta +5 dioptrías el tamaño del disco es independiente de la ametropía que posea el individuo^(6,25,24) aunque algunos estudios mencionan un incremento en 1.2% +/- 0.15% por cada dioptría de incremento hacia la miopía^(6,5,24). Pero todos los estudios están de acuerdo en que el disco óptico es más grande en ojos con miopía alta y más pequeño en ojos con hipermetropía alta (+5D), respecto a los ojos con errores refractivos en un rango normal^(27,6,28).

Se ha observado también variabilidad del tamaño de disco óptico con la raza del sujeto, observándose en los individuos blancos disco ópticos más pequeños, incrementándose el tamaño del mismo en los mexicanos, asiáticos y afro-americanos^(29,2,6,25,5,24,26,28,20,21,8).

Con base en la distribución bajo la curva de Gauss del área del disco óptico, un disco óptico se puede definir como “microdisco” cuando es menor que la media menos 2 desviaciones estándar y como “macrodisco” cuando es mayor que la media más 2 desviaciones estándar y se espera que solo el 2.3% de la población exceda estos límites⁽⁶⁾.



Figura 1. Disco óptico pequeño normal.

Las flechas negras señalan el anillo escleral peripapilar.

Imagen: Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol* 1999; 43(4): 293-320.

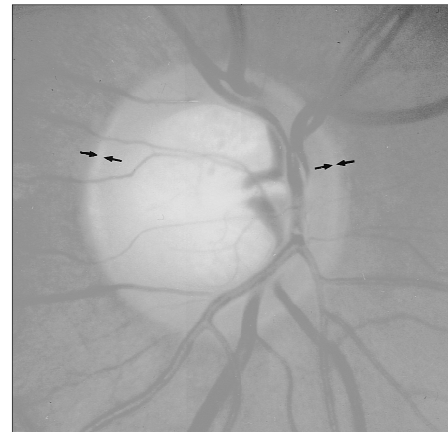


Figura 2. Disco óptico grande normal.

Las flechas negras señalan el anillo escleral peripapilar.

Imagen: Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol* 1999; 43(4): 293-320.

A su vez los macrodiscos pueden dividirse en primarios y secundarios o adquiridos.

Los macrodiscos primarios son independientes de la edad después de los primeros 10 años de vida y se clasifican en asintomáticos cuando no presentan ningún defecto morfológico o funcional y en sintomáticos cuando presentan defectos morfológicos y funcionales como fosetas del disco óptico y síndrome de morning-glory⁽⁶⁾.

Los macrodiscos primarios se correlacionan también con el tamaño de la cornea; un disco óptico grande se asocia con una cornea y con un radio de curvatura anterior de la cornea más grandes⁽⁶⁾.

Los macrodiscos secundarios o adquiridos incrementan su tamaño después del nacimiento y ocurren en ojos con miopía alta (Figura 3). Se clasifican en macrodiscos de ojos con miopía alta primaria de causa desconocida y miopía alta secundaria a glaucoma congénito. En los dos tipos de macrodisco secundario el tamaño del disco se correlaciona con el defecto refractivo miópico y en estos pacientes el tamaño del disco se incrementa con la edad asociado al incremento del defecto refractivo con el paso del tiempo⁽⁶⁾.

En sujetos saludables un disco pequeño (definido como aquél que posee un diámetro vertical menor de 1.5 mm), tendrá una excavación pequeña, mientras que un disco

grande (definido como aquél que posee un diámetro vertical mayor de 2.2 mm), tendrá una excavación grande (Figuras 1 y 2). Por lo tanto los discos ópticos grandes en personas saludables tienden a tener excavaciones grandes y esto puede llevar a un diagnóstico equivocado de glaucoma y a su vez excavaciones pequeñas pueden ser glaucomatosas en discos pequeños y pueden ser pasadas por alto ^(2,3).

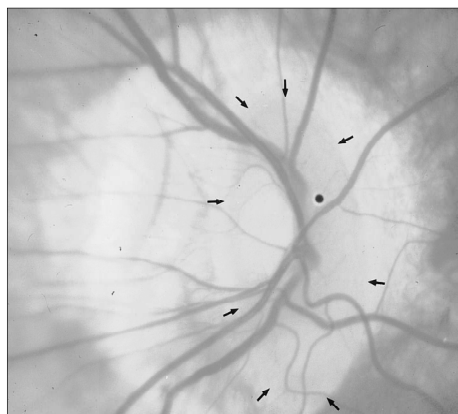


Figura 3. Macrodisco secundario.

Disco óptico grande en un ojo con miopía alta. Las flechas negras señalan los bordes del disco óptico.

Imagen: Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol* 1999; 43(4): 293-320.

Los ojos con macrodiscos comparados con los microdiscos tienen un área de anillo neural más grande, más fibras nerviosas en el nervio óptico, menos apiñamiento de las fibras nerviosas por mm^2 de área de disco, un área total y un conteo mayor de poros en la lámina cribosa, un conteo más alto de arterias cilioretinales y un conteo más alto de fotorreceptores y células del EPR ⁽⁶⁾.

A su vez se ha encontrado una mayor asociación entre discos ópticos pequeños y anomalías como drusen del disco óptico, pseudopapiledema y neuropatía óptica isquémica anterior no arterítica. En macrodiscos se ha observado una mayor frecuencia de fosetas del disco óptico y síndrome de morning-glory ⁽⁶⁾.

La variabilidad interindividual en el tamaño del disco óptico ha generado dudas respecto a si el tamaño del disco óptico se correlaciona con la susceptibilidad a padecer glaucoma.

Hay diferentes factores que favorecen la relación entre macrodisco y susceptibilidad a glaucoma. Teniendo en cuenta los factores mecánicos se ha deducido que el gradiente de presión a través de la lámina cribosa produce un desplazamiento más pronunciado en macrodiscos que en microdiscos. A su vez dentro del disco óptico la susceptibilidad para la pérdida del anillo neural es mayor en las regiones con una larga distancia a la

salida del tronco de los vasos centrales de la retina que en sectores con una corta distancia, factores que favorecerían tal relación ^(6,24, 27).

Sin embargo hay factores que se oponen a esta relación como el hecho de que la neuropatía óptica isquémica anterior no arterítica y los drusen del disco óptico ocurren más frecuentemente en microdiscos que en macrodiscos y los mecanismos patogénicos propuestos para estas entidades son una alteración en la perfusión y un bloqueo en el flujo axoplásmico ortógrado ⁽⁶⁾.

En los microdiscos las fibras del nervio óptico se encuentran más apiñadas que en los macrodiscos y una densa disposición de las fibras nerviosas en los mismos puede sugerir que la lámina cribosa mecánicamente deformada por el proceso glaucomatoso puede más fácilmente presionar las fibras del nervio óptico en microdiscos que en macrodiscos.

Los ojos con discos ópticos pequeños han sido reportados como poseedores de un número ligeramente menor de fibras de nerviosas que los ojos con discos ópticos más grandes lo cual sugiere que los ojos con microdiscos poseen una menor capacidad de reserva anatómica ^(6, 27).

En el estudio de Peng y colaboradores se observó una sensibilidad de 85% para el diagnóstico de glaucoma en ojos con macrodiscos, de 72% en ojos con discos de tamaño medio y de 58% en ojos con microdiscos pero no se evidenció que el tamaño del disco óptico fuera un factor de riesgo para el desarrollo de glaucoma ^(20,21,10).

2.5 EVALUACION DEL DISCO OPTICO

Existen diferentes métodos para evaluar el tamaño del disco óptico como la histomorfometría, el exámen de biomicroscopía con lámpara de hendidura, la planimetría y las imágenes como la oftalmoscopia de laser confocal de barrido (tomografía retiniana de Heidelberg(HRT)), la tomografía óptica coherente (OCT) y el analizador de disco óptico de Rodenstock ^(3, 6, 7,26).

2.5.1 Histomorfometría. La histomorfometría de preparaciones histológicas es una herramienta de gran valor para la evaluación estructural del disco óptico, pero es costosa y requiere mucho tiempo, la ventaja que posee es que la medición es

independiente de la corrección por error de magnificación. Las mediciones encontradas del tamaño del disco en ojos normales varían de 2.57 mm^2 a 2.81 mm^2 ⁽⁷⁾.

2.5.2. Biomicroscopía. El examen de biomicroscopía con lámpara de hendidura es un método fácil, rápido y económico para estimar el tamaño del disco óptico. Se realiza con la ayuda de un lente de magnificación del fondo (60, 78 ó 90 dioptrías) y se han desarrollado factores de corrección específicos para cada lente (1.0 para el lente de 60 D, 1.1 para el lente de 78D y 1.3 para el lente de 90D) que permiten estimar el tamaño del disco, encontrando medidas con un promedio de diámetro vertical de 1.8 mm y un promedio del diámetro horizontal de 1.7 mm^(3,6,24,7). Esta técnica de medición presenta una aceptable variabilidad interobservador con un coeficiente de variación usando el lente de 78 dioptrías de 2.45% y con unas diferencias interobservador en el diámetro medio del disco usando el lente de 60 dioptrías de -0.04 mm. La limitación del uso de los lentes indirectos es que la distancia del lente al ojo puede variar e influir la exactitud de la corrección de la magnificación, especialmente si existe un error refractivo alto. Bajo condiciones miópicas los lentes de fondo subestiman el tamaño real del objeto examinado y bajo condiciones hiperópicas lo sobrestiman, por lo que Ansari y colaboradores calcularon un factor de corrección individual para los lentes de fondo sobre un rango de ametropía de -12.5 D hasta +12.6D^(7,26).

2.5.3. Planimetría. La planimetría permite una medición cuantitativa del disco óptico al hacer un gráfico de las estereofotografías del disco en papel y medirlas manualmente o con la ayuda de técnicas computarizadas. Se ha demostrado un buen acuerdo inter e intraobservador para observadores experimentados usando esta técnica. Los rangos de área media del disco en población blanca normal usando planimetría varían desde 1.70 mm^2 hasta 2.89 mm^2 . Esta técnica presenta algunas limitaciones como el hecho de que consume tiempo y depende del juicio subjetivo del borde del disco óptico⁽⁷⁾.

2.5.4 Oftalmoscopía de Laser Confocal de Barrido. En cuanto al uso de imágenes la oftalmoscopía de laser confocal de barrido permite una medición rápida, objetiva y altamente reproducible del tamaño del disco óptico, el promedio del área del disco usando esta técnica en individuos normales varía de 1.74 mm^2 a 2.47 mm^2 .

La tomografía retinal Heidelberg usa la tecnología de laser confocal de barrido para calcular la medición topográfica de la cabeza del nervio óptico⁽¹⁷⁾.

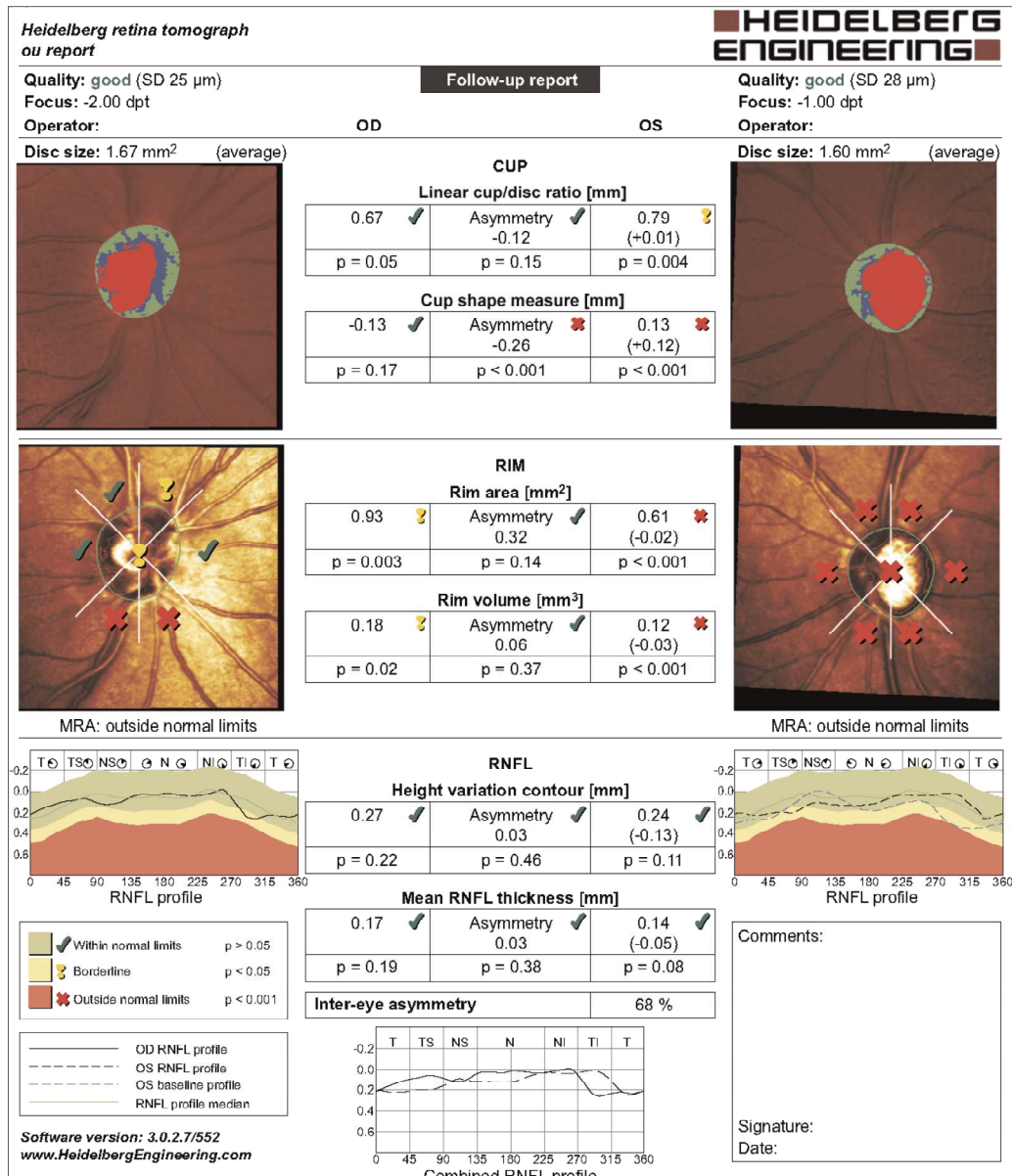


Figura 4. HRT versión 3.0.

Se muestran las mediciones del anillo y la excavación fuera de límites normales (“x” roja). Las mediciones de la Capa de Fibras Nerviosas se encuentran dentro de límites normales (“visto” verde)

Imagen: Zangwill LM, Bowd C. Retinal nerve fiber layer analysis in the diagnosis of glaucoma. Curr Opin Ophthalmol 2006; 17 (2) :120–131.

El tomógrafo retiniano de Heidelberg (HRT, Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germany) emplea un laser de diodo para escanear secuencialmente la superficie de la retina en las direcciones “X” y “Y” en múltiples planos focales. Usando los principios de exploración confocal, se construye una imagen topográfica tridimensional desde una

serie de secciones de imágenes ópticas en planos focales consecutivos. Con la versión actual, el software HRT II un operador traza los márgenes del disco óptico y las mediciones topográficas incluyendo el área del disco son calculadas automáticamente. El último software (la versión 3.0) incluye el suministro de las mediciones topográficas que no requiere trazar los márgenes del disco (Figura 4). La magnificación es corregida usando queratometría y refracción^(7,16,21).

Las ventajas del uso de esta técnica incluyen el hecho de no necesitar medios claros ni dilatación pupilar, aporta imágenes reproducibles y en tiempo real del disco óptico y la capa de fibras nerviosas, tiene disponibilidad de análisis automatizados y permite adquirir las imágenes rápida y fácilmente. Entre las limitaciones se encuentran el hecho de depender de un operador para definir los márgenes del disco óptico y para algunos parámetros topográficos del disco óptico un plano de referencia para identificar el plano de medida^(7,16).

La HRT es considerada el estándar de referencia para medir el tamaño del disco óptico y se ha observado que esta técnica tiene una alta reproducibilidad⁽²⁶⁾. Su sensibilidad se encuentra entre el 62% al 87% y su especificidad entre 80% a 96% en los estudios clínicos realizados, aunque algunos describen una disminución de la sensibilidad y la especificidad en los individuos con microdiscos^(16,21).

2.5.5. Tomografía Óptica Coherente. La tomografía óptica coherente (OCT) también se ha usado en la práctica clínica para evaluar la topografía del disco óptico. Este instrumento permite visualizar cortes transversales in-vivo de las estructuras retinianas usando interferometría de baja coherencia para crear una imagen bidimensional de la retina, análoga a un corte histológico (Figura 5). Mediante la interferometría se pueden medir e interpretar distancias por la respuesta o no a una señal luminosa y la luz emitida por el equipo de OCT es coherente, es decir que la distancia entre los puntos luminosos es exactamente igual, de manera que cuando esta luz incide sobre un objeto, se obtiene como respuesta un reflejo que se puede medir y de esta forma establecer la distancia a la que se encuentra ese objeto.

El haz de luz emitido puede generar tres tipos de respuesta: que el tejido transmita la luz y no se afecte o que el tejido absorba la luz generando calor en el mismo o que el tejido refleje la luz. La OCT identifica mediante el reflejo de luz que emiten los diferentes tejidos, las distancias entre éstos. De acuerdo a la intensidad de esa

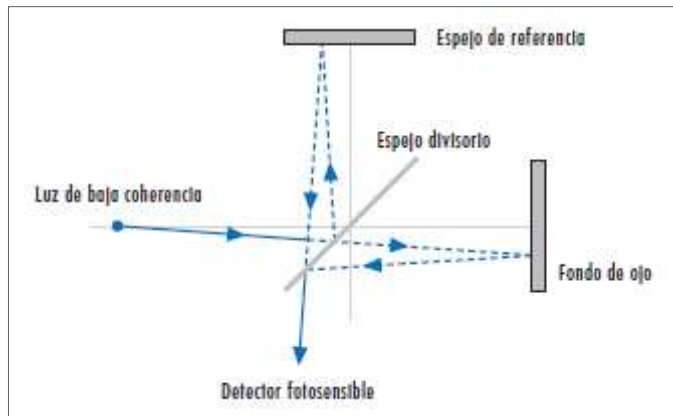


Figura 5. Esquema de funcionamiento de la OCT mediante interferometría.

Imagen: Duch T, Buchacra O. Tomografía de Coherencia Óptica en Glaucoma [Publicaciones Thea]; Thea información; 2010

reflectividad se asignan colores que no son los colores reales de la estructura por lo que reciben el nombre de algoritmo pseudocromático. Los colores oscuros representan regiones con mínima reflectividad (negro y azul) y los colores brillantes (rojo y blanco) representan regiones con alta reflectividad ^(30,31,32,33,14).

La tomografía Óptica Coherente tiene aplicación práctica en el estudio de glaucoma por su capacidad de medir el espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina y del disco óptico.

La exploración de la cabeza del nervio óptico se realiza a través de 6 haces de barrido en patrón radial centrado en la cabeza del nervio óptico, con una separación angular de 30°. El equipo extrapola la información para llenar los espacios vacíos entre los radios de los 6 barridos y así arroja las medidas completas del disco óptico ⁽³⁴⁾.

La OCT da una demarcación automatizada de los márgenes del disco así como del final de la capa EPR- coriocalpilar ^(31,7,14).

El equipo muestra 2 imágenes del nervio óptico, la primera es un corte transversal, en el cual se delimita el ERP en ambos lados del disco con cruces rojas y una línea continua conecta los bordes del complejo EPR- coriocalpilar representando el diámetro del disco. El equipo traza una línea paralela de referencia 150 micras arriba de la anterior con lo que se delimita el anillo neuroretinal que está ubicado arriba de la línea y se señala con color azul y por debajo de la línea de referencia se encuentra la excavación del nervio óptico (Figura 6). En el segundo esquema se delimita con una línea roja el borde del disco óptico e interna a esta una línea verde que delimita el borde de la excavación y en el esquema se marcan con color azul las 6 líneas de

barrido indicando en amarillo la que nos muestra el corte transversal del disco ⁽³⁵⁾ (Figura 7).

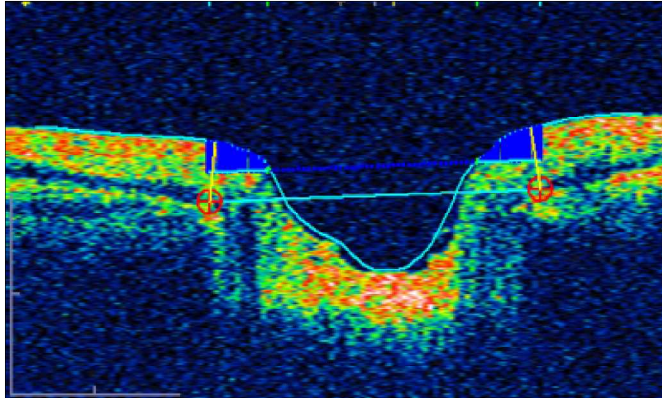


Figura 6. Corte transversal del Nervio Óptico en OCT Stratus.

Imagen Cortesía del Servicio de OCT de la Fundación Oftalmológica Nacional

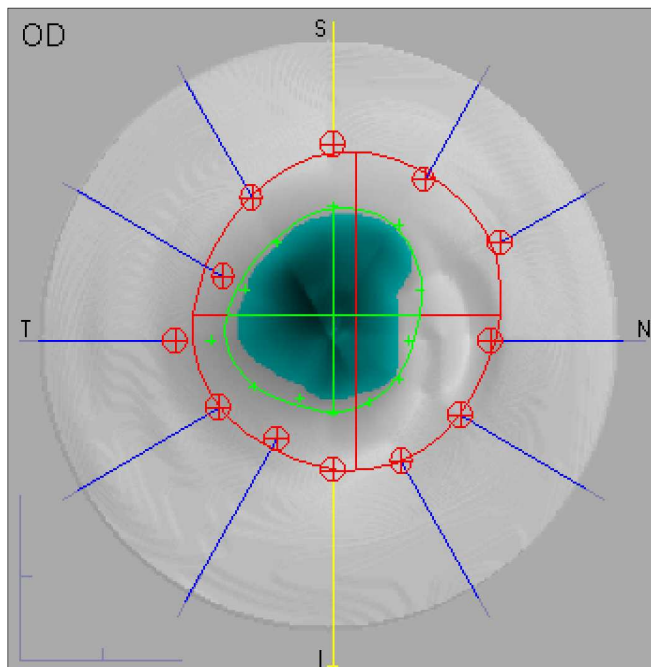


Figura 7. Esquema del Nervio Óptico en OCT Stratus.

Imagen Cortesía del Servicio de OCT de la Fundación Oftalmológica Nacional

El grosor de la capa de fibras nerviosas se cuantifica por un algoritmo automático y los datos se presentan por meridianos del reloj o por cuadrantes o en su totalidad. El equipo muestra un diagrama del espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina alrededor del disco óptico, traza una línea negra que representa el comportamiento de la capa de fibras nerviosas del paciente, sobre un gráfico con bandas de colores blanco, verde, amarillo y rojo para indicar que porcentaje de la población normal se encuentra en esa ubicación así: roja 1%, amarilla 5%, verde 90% y blanca 5%. Se muestra además el espesor de capa de fibras nerviosas en diagramas circulares por

cuadrantes y por segmentos horarios de 30°. Los resultados de los espesores de capa de fibras nerviosas se muestran en una tabla de tres columnas en las que se comparan los valores de ojo derecho e izquierdo ⁽³⁵⁾ (Figura 8).

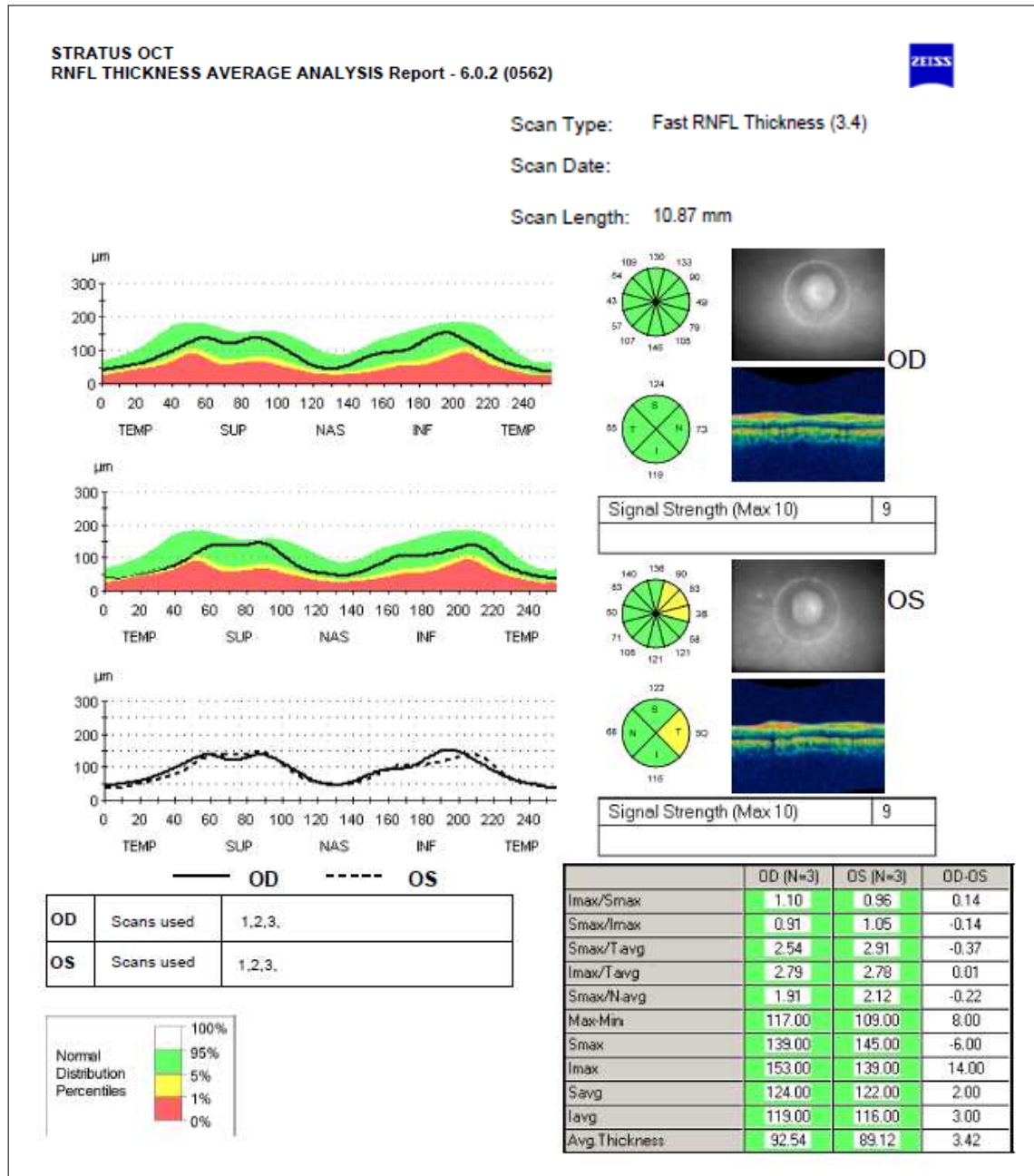


Figura 8. Algoritmo Fast RNFL Thickness (3,4) Stratus OCT.

Imagen Cortesía del Servicio de OCT de la Fundación Oftalmológica Nacional

Los primeros modelos de OCT usaron la tecnología dominio de tiempo para obtener las imágenes, con esta tecnología la luz con longitud de onda cercana al infrarojo es

dirigida a la retina y reflejada desde un espejo de referencia que está colocado a una distancia conocida de cada capa de la retina, cuando la luz se refleja desde la retina se combina con la luz reflejada desde el espejo de referencia y se forma un patrón de interferencia que es interpretado como una señal de scan-A por el instrumento de OCT. El espejo de referencia se mueve a diferentes distancias de la retina produciendo entonces diferentes señales de la luz reflejada desde cada capa de la retina, de esta manera el tiempo de retraso es usado para formar una señal diferente para cada capa de la retina a una velocidad de 512 scan-A por 1.3 segundos (Figura 5). Varios scan-A se combinan para formar una imagen bidimensional (scan-B), mostrando una señal diferente para cada capa de la retina.

Los modelos más recientes de OCT adquieren las imágenes manteniendo el espejo de referencia en una posición y recolectando todas las luces dispersas desde la retina en un punto simple en el tiempo. Más que depender del consumo de tiempo del movimiento desde un espejo de referencia para transmitir una señal, la nueva tecnología depende de las diferencias en la frecuencia del espectro de luz reflejado desde las diferentes capas de la retina. Esta tecnología recibe el nombre de dominio espectral y permite una adquisición mucho más rápida de cada señal de scan-A a una velocidad de 18.000 a 40.000 scan-A por segundo⁽³¹⁾.

La resolución axial de la tecnología dominio de tiempo es de 10 a 12 micras y de la tecnología dominio espectral es de 5 micras⁽³⁴⁾.

Los estudios de área promedio de disco óptico en individuos sanos evaluada mediante OCT han reportado 2,17 mm² para población blanca, 2,33 mm² para población hispana y 2,49 mm² para afro-americanos⁽³⁶⁾.

La medición en OCT del grosor promedio de la capa de fibras nerviosas es el mejor parámetro para realizar el seguimiento de la progresión del glaucoma. Este valor es una medida más directa de la integridad de las células ganglionares y la pérdida de axones se correlaciona con la pérdida funcional mejor que el anillo neuroretinal⁽¹⁴⁾.

El análisis de OCT permite además evaluar la morfología del disco óptico para reducir la subjetividad de la evaluación clínica del mismo.

Las ventajas del OCT incluyen la determinación automatizada de los márgenes del disco y el análisis automatizado de los parámetros topográficos y del grosor de la capa de fibras nerviosas^(37,7). Las limitaciones incluyen la necesidad de interpolar entre

6 exploraciones radiales para obtener las medidas topográficas, la necesidad de dilatación pupilar en algunos individuos y el ajustar los márgenes automatizados del disco en casos seleccionados ⁽⁷⁾.

Tabla 1. Comparación entre diferentes Técnicas de Medición del Disco Óptico

Técnica	Aplicación	Requiere corrección de Magnificación	Requiere Dilatación Pupilar	Identificación Subjetiva de los márgenes del Disco	Técnica Rápida	Otras Limitaciones
Histomorfometría	Investigación	No	-	-	No	Cambios tisulares Post-mortem. Requiere equipo especial
Biomicroscopía	Investigación/Clínica	Si	Si	Si	Si	Técnica Subjetiva. Las mediciones varían de acuerdo al lente usado
Planimetría	Investigación	Si	Si	Si	No	Técnica Subjetiva
Oftalmoscopia de Laser Confocal de Barrido (HRT)	Investigación/Clínica	Si	No	Si	Si	Mediciones basadas en un plano de referencia
Tomografía Optica Coherente (OCT)	Investigación/Clínica	Si	No/Si	No	Si	Interpolación entre los escaneos.

Fuente: Hoffmann EM, Zangwill LM, Crowston JG, Weinreb RN. Optic disk size and glaucoma. *Surv Ophthalmol* 2007; 52 (1): 32-49.

En general las medidas topográficas del disco óptico por medio de OCT se correlacionan con las encontradas por oftalmoscopia de laser confocal de barrido, aunque en un estudio se encontraron medidas del área del disco más grandes al ser evaluadas mediante OCT 2.15 mm^2 Vs. 1.85 mm^2 en individuos normales ⁽³⁸⁾.

2.6 EXAMEN CLINICO

Aún con la utilidad que genera el análisis del disco óptico mediante OCT o HRT no reemplaza la información que nos genera un adecuado examen clínico.

Clínicamente es posible realizar esta evaluación con la ayuda del oftalmoscopio directo comparando el tamaño del disco óptico con el punto de luz usado para observar con el oftalmoscopio Welch- Allyn que tiene una magnitud de 5 grados y proyecta un círculo de luz que mide 1.5 mm con un área de 1.8 mm², considerándose que un disco óptico es pequeño si la cabeza del nervio óptico es más pequeña que el punto de luz proyectado en la retina y considerándose un disco óptico grande si la cabeza del nervio óptico es 1.5 veces mayor respecto al punto de luz proyectado en la retina ^(3,6) (Figura 9).

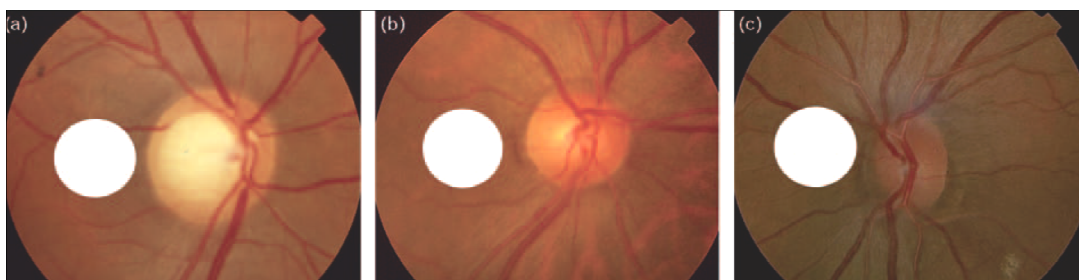


Figura 9. Comparación del Disco Óptico con el punto de 5° Welch-Allyn

Imagen: Susanna R Jr, Vessani RM. New findings in the evaluation of the optic disc in glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 2007; 18 (2): 122-128.

Comparadas con la evaluación clínica del disco óptico, las técnicas automáticas o semiautomáticas tienen la ventaja de una alta reproducibilidad y una menor variabilidad inter-observador ^(6,24).

Respecto a la excavación del disco óptico, ésta muestra también una alta variabilidad interindividual ⁽⁶⁾. De manera similar a los macrodiscos, las macroexcavaciones se definen como aquellas que son más grandes que la media más 2 desviaciones estándar y se dividen en primarias y secundarias o adquiridas.

Las macroexcavaciones primarias ocurren en macrodiscos primarios, dan la impresión de ser glaucomatosas, pero son fisiológicas y constantes en tamaño después de los

primeros años de vida. Las macroexcavaciones secundarias o adquiridas pueden ser consecuencia de la miopía alta y se observan en los macrodiscos secundarios causados por el elongamiento miópico de la cabeza del nervio óptico y el otro tipo son las causadas por la pérdida glaucomatosa del anillo neuroretiniano ⁽⁶⁾.

En ojos con microdiscos es posible no observar excavación así como en ojos con macrodiscos se observan excavaciones grandes. Este hallazgo morfológico se debe tener en cuenta ya que un daño glaucomatoso se puede pasar por alto en discos ópticos pequeños con una baja relación excavación/disco si no se tiene en cuenta que normalmente los microdiscos no muestran excavación. Los ojos con glaucoma y microdisco y una mini-excavación pseudonormal pero glaucomatosa muestran anomalías en la región parapapilar como una menor visibilidad de la capa de fibras nerviosas, un diámetro difusamente o focalmente disminuido de las arteriolas retinianas y una atrofia corioretiniana parapapilar. Al contrario una macroexcavación en un macrodisco no conducirá al diagnóstico de glaucoma si las otras variables intrapapilares son normales en particular la configuración del anillo neuroretiniano ^(6,24).

La relación excavación/disco depende del tamaño del disco y del tamaño de la excavación. Los rangos de esta relación varían en la población normal entre 0.0 a 0.9, de manera que las relaciones excavación/disco que son fisiológicamente altas en macrodiscos no deben ser consideradas como daño glaucomatoso y los ojos con hipertensión ocular, microdisco y una relación excavación/disco baja, no deben ser sub-diagnosticados para daño glaucomatoso ^(6,24).

En segundo lugar se observa el anillo neural, en particular su amplitud y su forma en todos los sectores del disco óptico, lo cual es de importancia para detectar una pérdida localizada o difusa del anillo en pacientes con glaucoma y es de gran utilidad debido al amplio rango de la excavación óptica en la población normal ^(2,3). La amplitud del anillo se refiere a la distancia que hay entre el borde del disco óptico delimitado por el anillo escleral y la posición de un vaso sanguíneo incurvado. En ojos normales el anillo neural muestra una configuración del disco óptico a nivel vertical en forma ovalada y una configuración de la excavación a nivel horizontal en forma ovalada, siendo a su vez el diámetro vertical entre 7% y 10% más grande que el horizontal

(2,3,6,24). La forma que toma el anillo neural se describe bajo la nemotecnia “regla ISNT” que describe al disco como más ancho en la región inferior, seguido por la región superior, luego la región nasal y por último la región temporal (Figura 10). El hecho de que no se cumpla la “regla ISNT” es de gran importancia para el diagnóstico de daño glaucomatoso temprano del nervio óptico en ojos con hipertensión ocular, antes de que aparezcan los defectos en el estudio de campo visual, sin embargo este hallazgo debe ser evaluado con precaución, pues hasta en el 37.8% de los ojos normales la región inferior del anillo neural no es la más ancha. En el glaucoma el anillo neural se pierde en todos los sectores del disco óptico con preferencia en algunas áreas de acuerdo al estado de la enfermedad, de forma que en ojos que presentan un daño glaucomatoso inicial la pérdida del anillo ocurre preferentemente en las regiones ínfero-temporal y supero-temporal del disco; en ojos con un daño glaucomatoso avanzado es la región temporal horizontal la que presenta una pérdida más marcada del anillo neural y en el daño glaucomatoso muy avanzado el anillo queda localizado principalmente en el sector nasal del disco con una porción mayor del mismo en la región supero-nasal que en la ínfero-nasal. Esta secuencia se correlaciona con la progresión de los defectos en el campo visual con unos cambios perimétricos tempranos en el cuadrante superonasal y una última isla de visión en la parte ínfero-temporal del campo visual en ojos con un glaucoma casi absoluto (2,3,6,24).

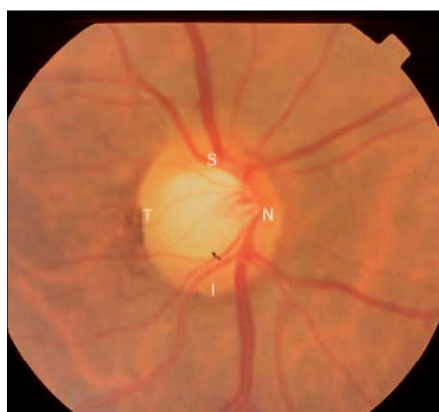


Figura 10. Regla ISNT

Imagen: Imagen: Susanna R Jr, Vessani RM. New findings in the evaluation of the optic disc in glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 2007; 18 (2): 122-128.

Es necesario evaluar también el color del anillo pues un anillo pálido habla de la posibilidad de la existencia de una neuropatía óptica no glaucomatosa (2,3,6,24).

La tercer regla se refiere a la capa de fibras nerviosas y su evaluación se puede hacer mediante biomicroscopía usando un lente de alta magnificación (de 78 ó 90 dioptrías) y el filtro red free o la luz verde o también pueden ser visibles con luz blanca y se evalúan también mediante inspección de fotografías de fondo de ojo. En un ojo sano se observan estriaciones brillantes y luminosidad en la retina en el área donde la capa de fibras nerviosas es más gruesa que corresponde a las áreas supero-temporal e ínfero-temporal desde el disco óptico. Además de observar la luminosidad de la retina se debe observar la visibilidad de los vasos para-papilares, usualmente sus bordes están ocultos entre la capa de fibras nerviosas y son indistinguibles, pero cuando hay pérdida de la capa de fibras nerviosas, sus bordes se vuelven más claros. Esta pérdida de fibras nerviosas a su vez puede tener un patrón difuso, localizado o mixto. En los casos de pérdida difusa hay una disminución en general del brillo con una reducción en la diferencia que normalmente ocurre entre los polos superior e inferior comparados con la región temporal y nasal. En los casos de pérdida localizada aparecen áreas oscuras en forma de cuña que emanan desde el disco óptico (Figura 11). Estas pérdidas localizadas de fibras nerviosas ocurren en aproximadamente el 20% de los ojos con daño glaucomatoso y no son patognomónicas de daño glaucomatoso del disco ^(2,3,6,24,18).

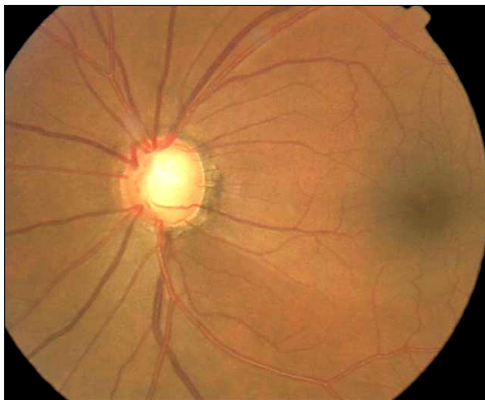


Figura 11. Pérdida Focal de fibras nerviosas. Defecto en cuña en el meridiano de las 5:00.

Imagen: Fingeret M, Medeiros FA, Susanna R Jr, Weinreb RN. Five rules to evaluate the optic disc and retinal nerve fiber layer for glaucoma. Optometry 2005; 76 (11): 661-668.

La cuarta regla se refiere al exámen de la región parapapilar que es el área localizada justo por fuera del disco óptico. La atrofia parapapilar se refiere al adelgazamiento y degeneración del tejido corioretiniano que se encuentra externo al disco óptico y se asocia con el desarrollo y progresión del glaucoma. Existen 2 formas de atrofia parapapilar, la zona alfa (α) y la zona beta (β) (Figura 12). La zona α está presente en los ojos normales y también en ojos con glaucoma y se caracteriza por una región de

hipo e hiperpigmentación irregular del epitelio pigmentario de la retina (EPR) y un adelgazamiento profundo del tejido corioretiniano. Se localiza usualmente periférica a la zona β . La zona β es causada por una marcada atrofia del EPR y de la coriocapilar, lo que hace que los grandes vasos coroideos y la esclera sean visibles. La zona β suele ser más común y extensa en ojos con glaucoma y se localiza central a la zona α ^(2,3,6,24).

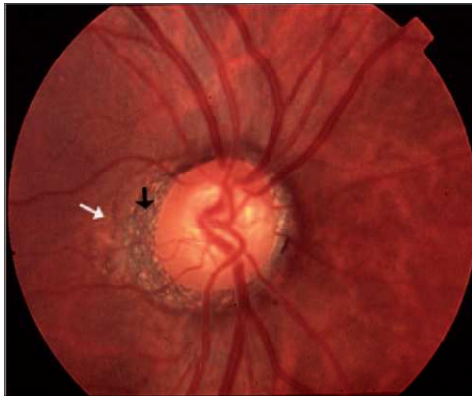


Figura 12. Atrofia Parapapilar α y β .

La flecha negra corresponde a zona β y la flecha blanca a zona α .

Imagen: Imagen: Imagen: Susanna R Jr, Vessani RM. New findings in the evaluation of the optic disc in glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 2007; 18 (2): 122-128.

La última regla se refiere a la inspección de la presencia de hemorragias retinianas y en el disco óptico que son indicativas de progresión del glaucoma. Usualmente son transitorias y duran entre 2 y 6 meses, aunque pueden recurrir. Pueden localizarse en la retina justo por fuera del disco óptico o bifurcarse entre el margen del disco óptico y la retina, también se localizan a nivel de la lámina cribosa y usualmente se encuentran en la región ínfero o supero-temporal (Figura 13). Su presencia indica que la condición del paciente no es estable y que requiere seguimiento futuro, es muy raro encontrarlas en ojos normales, y se pueden hallar hasta en el 4% a 7% de ojos con glaucoma ^(2,3,6,24).

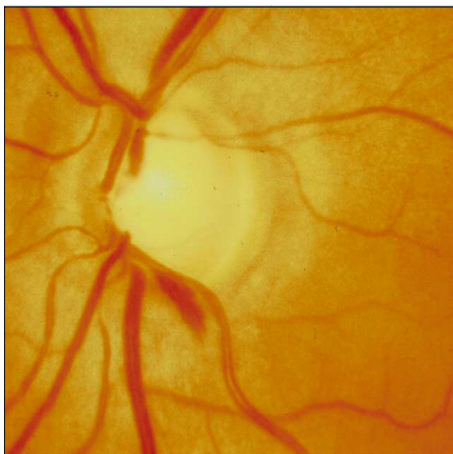


Figura 13. Hemorragia del Disco Óptico

Imagen: Fingeret M, Medeiros FA, Susanna R Jr, Weinreb RN. Five rules to evaluate the optic disc and retinal nerve fiber layer for glaucoma. *Optometry* 2005; 76 (11): 661-668.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer si existe asociación entre la presencia de macrodisco y el glaucoma crónico de ángulo abierto.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer si la presencia de macrodisco es mayor en individuos con glaucoma comparado con individuos sin glaucoma
- Conocer el promedio de tamaño de disco óptico que presenta la población estudiada con OCT en la Fundación Oftalmológica Nacional en el periodo de tiempo del estudio.
- Comparar el tamaño del disco óptico de la población estudiada con el de otras poblaciones referidas en la literatura.
- Establecer si hay diferencias significativas en el tamaño del disco óptico entre sujetos con glaucoma e individuos sin glaucoma.

4. METODOLOGIA

4.1 FORMULACION DE HIPOTESIS

4.1.1 Pregunta de Investigación. ¿Cuál es la relación entre la presencia de macrodisco y la presencia de glaucoma de ángulo abierto?

4.1.2 Hipótesis:

4.1.2.1 Hipótesis nula (**H₀**). La presencia de macrodisco en un individuo colombiano no está relacionada con la presencia de glaucoma de ángulo abierto.

4.1.2.2 Hipótesis Alternativa (**H_a**). La presencia de macrodisco en individuos colombianos está relacionada con la presencia de glaucoma.

4.2 TIPO Y DISEÑO GENERAL DEL ESTUDIO

4.2.1 Tipo de Estudio. Estudio transversal de asociación con dos grupos formados por la presencia-ausencia de glaucoma.

4.2.2 Diseño General del Estudio. Se formaron dos grupos de individuos, uno que tenía la enfermedad (glaucoma crónico de ángulo abierto) que se consideró el grupo de individuos con glaucoma y otro que no tenía ni esa enfermedad ni otra patología oftalmológica que se consideró el grupo de individuos sanos.

Para clasificarlo en algún grupo a cada individuo se le practicó un examen oftalmológico que incluyó: medición de agudeza visual lejana con y sin corrección, la medición del defecto refractivo, evaluación mediante biomicroscopía en lámpara de hendidura, toma de la presión intraocular mediante tonometría de Goldman previa instilación de 1 gota de anestésico tópico y de Fluoresceína sódica en el fondo de saco conjuntival, examen de fondo de ojo con lente de 78 dioptrías y gonioscopía. Se le practico también a cada individuo un examen de campo visual computarizado realizado por un optómetra de la Fundación Oftalmológica Nacional en los equipos

Humphrey Field Analyzer Model 750i y utilizando la estrategia SITA Estándar con Test de Umbrales de campo central 24-2 y un tamaño III de estímulo (excepto para aquellos casos con isla residual de visión central que requirieron estrategia Umbral completo y tamaño de estímulo V) y se realizó lectura del campo por una especialista de Glaucoma de la Fundación Oftalmológica Nacional. Además se realizó una Tomografía Óptica Coherente (OCT) realizada en la Fundación Oftalmológica Nacional en el equipo *OCT Stratus Carl Zeiss 3000-1410* por una oftalmóloga especialista en imágenes diagnósticas. En la OCT se practicaron los algoritmos *Fast RFNL Thickness (3.4)* y *Fast Optic Disc*.

4.3. POBLACION

4.3.1. Población de estudio. Se definió como población de glaucoma aquellos individuos que han asistido a consulta en la Fundación Oftalmológica Nacional en los servicios de glaucoma y oftalmología general entre el año 2004 y 2012 que presentan diagnóstico de glaucoma crónico de ángulo abierto y que ha sido confirmado mediante OCT de nervio óptico en la Fundación Oftalmológica Nacional en el equipo Stratus. Como población sin glaucoma se tomó todas aquellas personas que no tenían diagnóstico de glaucoma en el momento de recolección de los datos.

4.3.2. Tamaño de Muestra. El tamaño de la muestra para el estudio de asociación se calculó aplicando la fórmula de J Fleiss con los siguientes parámetros: asumiendo una prevalencia de macrodiscos en pacientes sanos del 0.33 (con base en los datos observados en la Fundación Oftalmológica Nacional entre octubre de 2009 y septiembre de 2010), un OR estimado de 3.6, un nivel de confianza del 90%, un poder del 80% y una relación de tres sanos por cada caso de glaucoma. De esta forma se obtuvo una muestra de **25 individuos con glaucoma y 74 individuos sanos**. El cálculo de la muestra fue realizado en el Software Epi Info.

4.4. SELECCIÓN DE LOS SUJETOS

4.4.1 Criterios de Inclusión

4.4.1.1 Criterios de Inclusión de los Sujetos con Glaucoma:

- Persona mayor de 18 años
- Que se haya practicado OCT de nervio óptico en la Fundación Oftalmológica Nacional en el equipo Stratus y que evidencie:
 - Compromiso de la capa de fibras nerviosas: Dado por el parámetro: Espesor promedio de la capa de fibras nerviosas localizado en el percentil ≤ 1 (rojo)
- Que presente en el examen oftalmológico ángulos de la cámara anterior abiertos: Gonioscopía grado 3 ó 4 según la clasificación de Shaffer.
- A quien se haya realizado examen oftalmológico en la Fundación Oftalmológica Nacional y se haya encontrado uno o más de los siguientes signos:
 - Adelgazamiento difuso, estrechamiento focal o indentación del anillo neural.
 - Progresión documentada del aumento de la excavación del disco óptico.
 - Anomalías difusas o localizadas de la capa de fibras nerviosas retiniana peripapilar.
 - Hemorragias en el anillo neural o en la capa de fibras nerviosas retiniana peripapilar.
 - Asimetría del anillo neural entre los dos ojos asociada a pérdida del tejido neural.
- Que se haya practicado examen de Campo visual Computarizado en la Fundación Oftalmológica Nacional, o que tenga un campo visual que haya sido evaluado por un especialista de glaucoma de la Fundación Oftalmológica Nacional y que se considere confiable (pérdidas de fijación $< 20\%$, errores falsos positivos y falsos negativos $< 33\%$) y se haya encontrado alguno de los siguientes signos:
 - Prueba de hemicampo para glaucoma fuera de límites normales.
 - Tener un Patrón de Desviación Estandar con un valor de $P < 0.5\%$.
 - Presentar un grupo de al menos 3 puntos alterados en la gráfica de desviación del patrón en un hemicampo simple (superior o inferior) con valores de $P < 0.5\%$

4.4.1.2 Criterios de Inclusión de los Sujetos Sanos:

- Persona mayor de 18 años.

- Que se haya practicado OCT de nervio óptico en la Fundación Oftalmológica Nacional en el equipo Stratus en el periodo de tiempo a estudiar y que evidencie:
 - Ausencia de Compromiso de la capa de fibras nerviosas: Dado por el parámetro:
 - Espesor promedio de la capa de fibras nerviosas localizado en el percentil 95 (verde) o 100 (blanco).
 - Localización de todos los cuadrantes y meridianos horarios en el percentil 95 (verde) o 100 (blanco).
- Que presente en el examen oftalmológico ángulos de la cámara anterior abiertos:
 - Gonioscopía: grado 3 ó 4 según la clasificación de Shaffer.
- A quien se haya realizado examen oftalmológico en la Fundación Oftalmológica Nacional y se hayan descartado los siguientes signos:
 - Adelgazamiento difuso, estrechamiento focal o indentación del anillo neural.
 - Progresión documentada del aumento de la excavación del disco óptico.
 - Anomalías difusas o localizadas de la capa de fibras nerviosas retiniana peripapilar.
 - Hemorragias en el anillo neural o en la capa de fibras nerviosas retiniana peripapilar.
 - Asimetría del anillo neural entre los dos ojos asociado a pérdida del tejido neural.
- Que se haya practicado examen de Campo visual Computarizado en la Fundación Oftalmológica Nacional que se considere confiable (pérdidas de fijación <20%, errores falsos positivos y falsos negativos < 33%) y en quienes se haya descartado la presencia conjunta de los siguientes signos:
 - Prueba de hemicampo para glaucoma fuera de límites normales.
 - Tener un Patrón de Desviación Estándar con un valor de $P < 0.5\%$.
 - Presentar un grupo de al menos 3 puntos alterados en la gráfica de desviación del patrón en un hemicampo simple (superior o inferior) con valores de $P < 0.5\%$

4.4.2 Criterios de Exclusión:

- Persona que presenta opacidad de medios que no permita la toma de OCT (Catarata madura, leucoma que comprometa eje visual, hifema que comprometa eje visual, presencia de recubrimiento conjuntival, luxación del cristalino, hemorragia vítrea,

presencia de desprendimiento total de retina, cualquier patología que genere leucocoria.)

- Persona con incapacidad de fijación visual e incapacidad para apoyar la cabeza en los equipos para toma de OCT y campo visual (nistagmus, personas con cirugía de columna cervical reciente, parálisis músculos extraoculares, estrabismo.)
- Persona con un estado mental que no le permita colaborar con el examen oftalmológico, la toma del OCT y de campo visual (Retardo mental, enfermedad de Alzheimer, deterioro del estado cognitivo).
- Persona con defecto refractivo mayor de +5.00 ó -5.00 dioptrías para la esfera y 3.00 dioptrías de cilindro.
- Persona con antecedente de malformación genética ocular.
- Paciente a quien por OCT o por evaluación clínica se diagnostique alteración morfológica del disco (síndrome de Morning- Glory, Drusas de nervio óptico, papiledema, papilitis).
- Personas con antecedente de neuropatía óptica de etiología distinta a glaucoma: Neuropatía óptica isquémica anterior, neuritis óptica, esclerosis múltiple, neuropatía tóxica o nutricional, atrofia óptica, neuropatía óptica traumática, neuropatía óptica hereditaria de Leber , enfermedades degenerativas del SNC (Parkinson, Alzheimer).
- Personas evaluadas en el grupo control a quienes se encuentren signos de glaucoma o sospecha de glaucoma.
- Personas con antecedente de Glaucoma congénito.
- Personas con Glaucoma de ángulo cerrado
- Personas con Glaucoma secundario
- Persona que no desee realizar estudio de Campo visual computarizado y/o OCT y que no desea que se le practique examen oftalmológico.
- Persona con antecedente de alergia a los agentes anestésicos tópicos, a la fluoresceína, y/o a la tropicamida.

4.5.CONTROL DE SESGOS

4.5.1. Sesgo de Selección. El control del sesgo de selección se hizo con la clara definición de los criterios de inclusión de los participantes en cada grupo. Teniendo en cuenta que el macrodisco es una condición que la literatura ha mostrado que tiene asociación racial, el estudio se ha llevado a cabo con participantes latinos de raza mestiza en los dos grupos. La literatura no ha mostrado asociación entre el género y el tamaño de disco óptico por lo cual el género no fue criterio de inclusión o exclusión en ninguno de los dos grupos y por último el tamaño de disco óptico se mantiene estable después de los 10 años de edad a menos que existan defectos refractivos altos o condiciones patológicas del nervio óptico, teniendo en cuenta esto, los participantes han sido todos mayores de 18 años y uno de los criterios de exclusión para los dos grupos fue la presencia de defecto miópico o hipermetrópico mayor a 5 dioptrías así como un cilindro mayor a 3 dioptrías y/o alteración morfológica del disco óptico.

4.5.2. Sesgo de Información. Para controlar este tipo de sesgo se confirmó mediante Tomografía Óptica coherente, Campo Visual Computarizado y Examen Oftalmológico el estado anatómico y funcional del nervio óptico de cada uno de los participantes en los dos grupos de forma que de acuerdo a los criterios de inclusión cada uno fuera asignado en algún grupo con un diagnóstico claro, obtenido de forma objetiva. Para minimizar este sesgo uno de los criterios de inclusión del estudio es que estos análisis deben haber sido realizados en la Fundación Oftalmológica Nacional y el formulario de recolección requirió diligenciar los hallazgos en cada prueba diagnóstica para clasificar al participante en cada grupo. Se ha tomado como definición de macrodisco lo expuesta en la literatura por el Dr. Jonas⁽⁶⁾ de la media del área del disco óptico más dos desviaciones estándar, con base en la cual se han realizado otros estudios poblacionales del tamaño de disco óptico⁽¹²⁾, de forma que el criterio fuera objetivo y permitiera comparar con lo reportado en la literatura.

4.6. DEFINICIÓN Y OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

4.6.1 Variables Cualitativas

- Género
- Ojo Estudiado
- Color de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas
- Color de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas cuadrante superior.
- Color de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas cuadrante inferior
- Color de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas cuadrante temporal
- Color de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas cuadrante Nasal
- Criterio presión intraocular
- Estado del anillo Neural
- Defecto en el Campo Visual aumento de la mancha ciega
- Defecto en el Campo Visual escotoma arqueado superior
- Defecto en el Campo Visual escotoma arqueado inferior.
- Defecto en el Campo Visual escotoma paracentral superior
- Defecto en el Campo Visual escotoma paracentral inferior.
- Defecto en el Campo Visual escalon nasal
- Defecto en el Campo Visual escotoma absoluto (isla residual de vision)
- Defecto en el Campo Visual escotoma aislado

4.6.2 Variables Cuantitativas

- Edad
- Espesor en micras de la capa de fibras nerviosas
- Espesor en micras de la capa de fibras nerviosas cuadrante superior
- Espesor en micras de la capa de fibras nerviosas cuadrante inferior
- Espesor en micras de la capa de fibras nerviosas cuadrante temporal
- Espesor en micras de la capa de fibras nerviosas cuadrante nasal
- Area de Disco
- Area del anillo
- Ancho horizontal integrado del anillo
- Volumen del anillo

- Area de la excavación
- Volumen de la Excavación
- Relación copa disco horizontal
- Relación copa disco vertical
- Relación copa disco
- Agudeza visual sin corrección logMar
- Agudeza visual con corrección logMar
- PIO
- Excavación Clínica

Tabla 2. Variables Evaluadas

VARIABLE	DEFINICION	CLASE DE VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	CODIFICACION
Género	Masculino o Femenino	Cualitativa Nominal Dicotómica		1: Hombre 2: Mujer
Edad	Edad cumplida en años	Cuantitativa Continua en escala de Razón	Años	
Ojo Estudiado	Ojo Incluido en el estudio	Cualitativa Nominal		1:Ojo Derecho 2: Ojo Izquierdo
Espesor en micras de Capa de Fibras Nerviosas	Espesor promedio de la capa de fibras nerviosas de de todos los cuadrantes del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	Micras	
Espesor en color de Capa	Calificación del espesor	Cualitativa Ordinal		1: Verde 2:Blanco

de Fibras Nerviosas	promedio de la capa de fibras nerviosas de todos los cuadrantes al compararlo con la base normativa del equipo			3:Rojo 4:Amarillo
Espesor en micras de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Superior	Espesor de la capa de fibras nerviosas medida en el cuadrante superior del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	Micras	
Espesor en color de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Superior	Calificación del espesor del cuadrante superior al compararlo con la base normativa del equipo	Cualitativa Ordinal		1: Verde 2:Blanco 3:Rojo 4:Amarillo
Espesor en micras de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Inferior	Espesor de la capa de fibras nerviosas medida en el cuadrante inferior del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	Micras	

Espesor en color de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Inferior	Calificación del espesor del cuadrante inferior al compararlo con la base normativa del equipo	Cualitativa Ordinal		1: Verde 2:Blanco 3:Rojo 4:Amarillo
Espesor en micras de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Temporal	Espesor de la capa de fibras nerviosas medida en el cuadrante temporal del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	Micras	
Espesor en color de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Temporal	Calificación del espesor del cuadrante temporal al compararlo con la base normativa del equipo	Cualitativa Ordinal		1: Verde 2:Blanco 3:Rojo 4:Amarillo
Espesor en micras de Capa de Fibras Nerviosas Cuadrante Nasal	Espesor de la capa de fibras nerviosas medida en el cuadrante nasal del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	Micras	
Espesor en color de Capa	Calificación del espesor	Cualitativa Ordinal		1: Verde 2:Blanco

de Fibras Nerviosas Cuadrante Nasal	del cuadrante nasal al compararlo con la base normativa del equipo			3:Rojo 4:Amarillo
Area de Disco	Area de superficie delimitada por el contorno del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	mm ²	
Area del Anillo	Superficie de área calculada al restar el área de la excavación del área del Disco	Cuantitativa Continua en escala de Razón	mm ²	
Ancho horizontal integrado del anillo	Estimado del área total del anillo	Cuantitativa Continua en escala de Razón	mm ²	
Volumen del Anillo	Estimado del volumen total de la capa de fibras nerviosas en el anillo del disco óptico	Cuantitativa Continua en escala de Razón	mm ³	
Area de la Excavación	Superficie de área delimitada por el	Cuantitativa Continua en escala de	mm ²	

	contorno interno del disco óptico	Razón		
Volumen de la Excavación	Volumen del espacio papilar situado por debajo del plano de referencia.	Cuantitativa Continua en escala de Razón	mm ³	
Relación Copa/Disco Horizontal	Relación entre la línea horizontal más larga a través de la excavación y la línea horizontal más larga a través del disco	Cuantitativa Continua en escala de Razón		
Relación Copa/Disco Vertical	Relación de la línea vertical más larga a través de la excavación y la línea vertical más larga a través del disco	Cuantitativa Continua en escala de Razón		
Relación Copa/Disco	Relación del área de la excavación al	Cuantitativa Continua en escala de		

	área del disco	Razón		
Presión Intraocular	Medida de la Presión Intraocular con tonómetro de Goldman	Cuantitativa Continua en escala de Razón	mm Hg	
Criterio de Presión Intraocular	Calificación de la Presión Intraocular Obtenida	Cualitativa Nominal Dicotómica		1:Normal 2: Anormal
Excavación Clínica	Medida de la Excavación del nervio óptico de acuerdo al examen clínico	Cuantitativa Continua en escala de Razón		
Estado del Anillo Neural	Calificación del Anillo neural de acuerdo al examen clínico	Cualitativa Nominal Dicotómica		1:Normal 2: Anormal
Agudeza Visual sin corrección logMar	Mejor Agudeza Visual medida con Tabla de Snellen sin corrección	Cuantitativa Continua en escala de Razón	logMar	
Agudeza Visual con corrección logMar	Mejor Agudeza Visual medida con Tabla de Snellen con corrección	Cuantitativa Continua en escala de Razón	logMar	

Defecto en el Campo Visual	Hallazgo anormal encontrado en el Campo Visual	Cualitativa Nominal		1:Aumento de la mancha ciega 2: Escotoma arqueado superior 3: Escotoma arqueado inferior 4: Escotoma paracentral superior 5: Escotoma paracentral inferior 6:Escalón Nasal 7: Escotoma Aislado 8:Isla Residual de Visión Central
----------------------------	--	---------------------	--	---

4.6.3 Definiciones Operacionales

4.6.3.1 Ojo estudiado: ojo derecho, ojo izquierdo.

4.6.3.2 Espesor promedio de la capa de fibras nerviosas: Es el grosor promedio de todos los puntos estudiados en la prueba. El grosor de la capa de fibras nerviosas corresponde a la distancia entre el límite posterior de la capa de fibras nerviosas y la interfaz vitreoretiniana.

Típicamente es más gruesa en los cuadrantes papilares superior e inferior y más delgada en los cuadrantes temporales y nasales. Esto nos genera la configuración en “doble joroba” en el gráfico de grosor de la capa de fibras nerviosa. Tiene un valor cuantitativo y un valor cualitativo. El valor cuantitativo corresponde al valor numérico en micras del grosor promedio de la capa de fibras nerviosas. El valor considerado

normal se encuentra entre 82 μm y 118 μm . El valor cualitativo corresponde al color asignado de acuerdo a una escala de colores, indicando la probabilidad de encontrar estos valores en la población normal, los valores blancos corresponden a valores por encima de lo esperado para la edad de la persona; en los que se encuentra el 5% de la población normal; los valores verdes se encuentran en el 95% de personas normales, nos indican normalidad en el paciente; los valores amarillos se hallan en un 5% de personas normales y nos indican que la persona se encuentra en un área limítrofe y los rojos en menos de un 1% de la población normal e indican que el sujeto se encuentra en un área patológica.

4.6.3.3 Espesor promedio de cada meridiano: Es el grosor promedio de la capa de fibras nerviosas en cada sector horario en particular. Se representa cuantitativamente como el valor numérico en micras del grosor de la capa de fibras nerviosas en ese meridiano y cualitativamente analizándose con base en la escala de colores ya descrita.

4.6.3.4 Espesor promedio de cada cuadrante: Es el grosor promedio de la capa de fibras nerviosas en cada cuadrante: superior, inferior, temporal y nasal. Se representa cuantitativamente como el valor numérico en micras del grosor de la capa de fibras nerviosas en ese cuadrante y cualitativamente analizándose con base en la escala de colores ya descrita. El espesor normal de la capa de fibras nerviosas en el cuadrante inferior se debe encontrar entre 100 y 140 micras y en el cuadrante superior debe estar entre 100 y 134 micras.

4.6.3.5 Area del disco: Es el área de superficie delimitada por el contorno del disco óptico. Este contorno se identifica porque marca el fin de la capa del epitelio pigmentario de la retina en el margen del disco en cualquier lado en el canal escleral. Es medido en mm^2 .

4.6.3.6 Area del Anillo: Corresponde a la superficie de área calculada al restar el área de la excavación del área del Disco.

4.6.3.7 Ancho Horizontal Integrado del Anillo: Corresponde a un estimado del área total del anillo. Se calcula al mutiplicar el promedio los anchos individuales del nervio por la circunferencia del disco.

4.6.3.8 Area del Anillo Integrado Vertical (VIRA) (Volumen del Anillo): Es un estimado del volumen total de la capa de fibras nerviosas en el anillo del disco óptico

calculada al multiplicar el promedio de las áreas individuales del anillo (derivadas de cada scan lineal individual) por la circunferencia del disco óptico.

4.6.3.9 Area de la Excavación: Es la superficie de área delimitada por el contorno del disco óptico y ese contorno se determina por el hallazgo del diámetro de la excavación en cada scan lineal, por una línea que está localizada 150 micras anterior a la línea del diámetro del disco y conecta el marcador del diámetro de la excavación para cada hora del reloj.

4.6.3.10 Volumen de la Excavación : Volumen del espacio papilar situado por debajo del plano de referencia.

4.6.3.11 Relación Copa/Disco Horizontal: Relación entre la línea horizontal más larga a través de la excavación a la línea horizontal más larga a través del disco.

4.6.3.12 Relación Copa/Disco Vertical: Relación de la línea vertical más larga a través de la excavación a la línea vertical más larga a través del disco.

4.6.3.13 Relación Copa/Disco: Relación del área de la excavación al área del disco

4.6.3.14 Agudeza Visual Sin Corrección (logMar): Agudeza Visual medida con Tabla de Snellen sin corrección óptica y expresada en escala logMar.

4.6.3.15 Agudeza Visual Con Corrección (logMar): Agudeza Visual medida con Tabla de Snellen con corrección óptica y expresada en escala logMar.

4.6.3.16 Presión Intraocular: Valor de la Presión dentro del globo ocular medida mediante tonómetro de Goldman.

4.6.3.17 Anillo Neural: Area de tejido que se encuentra entre el borde del disco óptico y la excavación.

4.6.3.18 Excavación Clínica: Espacio localizado dentro del borde interno del anillo Neural.

4.6.3.19 Aumento de la Mancha Ciega: Defecto del campo visual definido por escotomas adyacentes al área de representación del nervio óptico en el campo visual.

4.6.3.20 Escotoma Arqueado superior: Defecto del campo visual que respeta la línea media horizontal, tiene la forma arqueada de la capa de fibras nerviosas y se localiza en el hemisferio visual superior.

4.6.3.21 Escotoma Arqueado Inferior: Defecto del campo visual que respeta la línea media horizontal, tiene la forma arqueada de la capa de fibras nerviosas y se localiza en el hemicampo visual inferior.

4.6.3.22 Escotoma Paracentral Superior: Defecto del campo visual que respeta la línea media vertical y se localiza en el hemicampo superior.

4.6.3.23 Escotoma Paracentral Inferior: Defecto del campo visual que respeta la línea media vertical y se localiza en el hemicampo inferior.

4.6.3.24 Escalón Nasal: Defecto del campo visual que se localiza en el hemicampo superior o inferior hacia el extremo nasal.

4.6.3.25 Isla Residual de Visión Central: Compromiso global del campo visual que respeta únicamente la región central del mismo.

4.6.3.26 Escotoma Aislado: Defecto en el campo visual que no sigue un patrón específico y se localiza de forma aislada en el hemicampo superior o inferior respetando la línea media vertical.

4.6.3.27 Gonioscopía: Es la evaluación de la amplitud del ángulo de la cámara anterior mediante la colocación sobre la cornea después de instilar 1 gota de anestésico tópico de un lente de gonioscopía. Se evalúa el ángulo en los 4 cuadrantes clasificándolo de acuerdo a las estructuras vistas en la gonioscopía: Angulo grado 0 no se visualiza ninguna estructura del ángulo; Grado 1 se visualiza solamente la Línea de Schwalbe, Grado 2 se visualiza la Línea de Schwalbe y la Malla trabecular, Grado 3 se visualizan las anteriores estructuras y el Espolón escleral; Grado 4 se visualizan las anteriores estructuras y la Banda del cuerpo Ciliar.

4.7. TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

4.7.1 Recolección de datos:

Se revisó la historia clínica de cada individuo y se tomaron datos de género, edad, agudeza visual con y sin corrección, refracción, biomicroscopía, Presión Intraocular, gonioscopía, Nervio óptico excavación y características. En cada campo visual se evaluaron datos de confiabilidad y los parámetros para inclusión en el grupo glaucoma o el grupo sanos y de la OCT se tomaron para el algoritmo *Fast RFNL Thickness* (3.4) los valores cualitativos y cuantitativos de espesor de capa de fibras nerviosas

total y en cada cuadrante y para el algoritmo *Fast Optic Disc* se tomaron todos los valores.

Se diligenciaron los datos en el instrumento de recolección (Ver Anexo 3).

4.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

Con todas las observaciones correspondientes a las variables cuantitativas continuas se realizaron pruebas de bondad de ajuste a la distribución normal (Shapiro and Wilks). Dado que no se rechazó la hipótesis nula de normalidad, se tomaron medias y desviaciones estándar para reportar información, se realizaron pruebas t de Student para grupos independientes para comparar las características estructurales del disco óptico entre los individuos con y sin glaucoma. Para estudiar la presencia de alguna característica expresable en forma categórica con los grupos, se utilizaron pruebas para comparación de proporciones entre dos grupos. Se aceptó un valor de 0.05 como máximo para el error tipo I. Los análisis de dato se realizaron con la ayuda del programa SPSS versión 20 para Windows.

5. CONSIDERACIONES ETICAS

El estudio cumple con las consideraciones éticas vigentes contempladas en el decreto 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, por el cual se establecen las normas para la investigación en humanos; así como a los principios de la Declaración de Helsinki.

El protocolo fue aprobado por el Comité de Etica e Investigación de la Fundación Oftalmológica Nacional .

Los datos de los participantes han sido confidenciales, solamente conocidos por el equipo investigador.

No se han utilizado ni se utilizarán el nombre ni número de identificación de los participantes en la publicación de resultados.

Solamente el equipo investigador ha tenido y tendrá acceso a la historia clínica, campos visuales y OCT de los sujetos incluidos en el estudio.

Para la participación en el estudio de los individuos incluidos como sanos fue necesario que previamente leyeran el documento de información para participación en el estudio como individuo sano y decidieran libremente si participarían en el estudio firmando el consentimiento informado. (Anexo 1).

Después del examen oftalmológico y de la realización de los exámenes de Campo visual computarizado y OCT de nervio óptico en los sujetos sanos se les informó personalmente por parte del equipo investigador el resultado de tales evaluaciones.

En los sujetos participantes como sanos a quienes se observó alguna alteración en el examen clínico o en los exámenes paraclínicos se entregó una remisión a su respectiva EPS para seguimiento y manejo.

En los sujetos incluidos como casos con glaucoma el diagnóstico y seguimiento de las anomalías en su examen oftalmológico y sus exámenes paraclínicos será continuada por su médico tratante a quien se ha informado en caso de encontrar algún hallazgo anormal adicional a los ya presentes en la historia clínica del individuo.

6. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	1° Mes	2° Mes	3° Mes	4° Mes	5° Mes	6° Mes	7° Mes	8° Mes	9° Mes	10° Mes	11° Mes	12° Mes
Realización del protocolo												
Evaluación del protocolo												
Análisis de Historias Clínicas												
Realización de examen oftalmológico, Campo Visual y OCT a sujetos sanos												
Recolección-Tabulación de datos												
Análisis de datos												
Presentación y publicación de resultados												

7. PRESUPUESTO

Materiales y suministros	Cantidad	Costo individual	Costo Total
Costo de Campo visual Computarizado ambos ojos	90 (1 campo por por sujeto sano)	\$101.000	\$9.090.000
Costo de Consulta de Oftalmología en FUNDONAL	90	En especie	En especie
Costo de OCT de nervio óptico ambos ojos	90	En especie	En especie
Consulta especializada en el Servicio de Glaucoma de FUNDONAL	20	En especie	En especie
Comité de Etica	1	\$1.800.000	\$1.800.000

Presupuesto Global de la Propuesta:

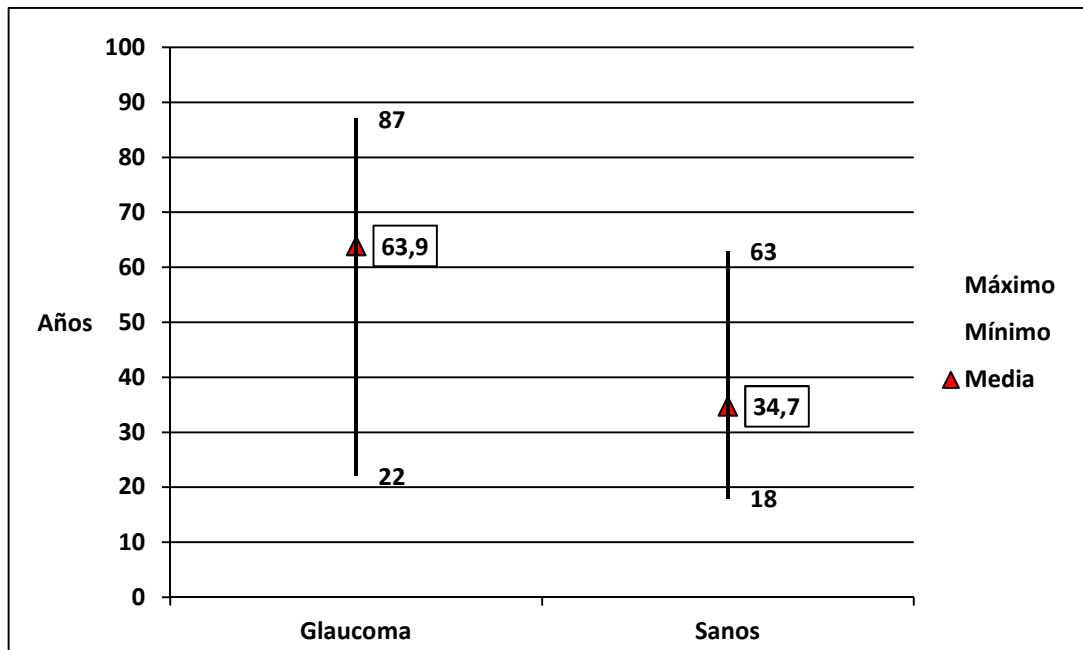
\$ 10.890.000

Nota: Parte del presupuesto es financiado por la Fundación Oftalmológica Nacional mediante la realización de consulta de oftalmología y exámenes de OCT por los investigadores sin costo. La financiación requerida es para la toma de los campos visuales en los individuos sanos (**\$9.090.000**) y para el comité de ética.

8. RESULTADOS

El estudio incluyó 99 ojos de 99 individuos, 25 con glaucoma crónico de ángulo abierto (grupo glaucoma) y 74 individuos sin glaucoma (grupos sanos). El promedio de edad para el grupo de glaucoma fue de 63,9 años (DE= 14,1) y de 34,7 años (DE=11,4) para el grupo sanos. (Figura 14).

Figura 14. Distribución de Grupos por edad



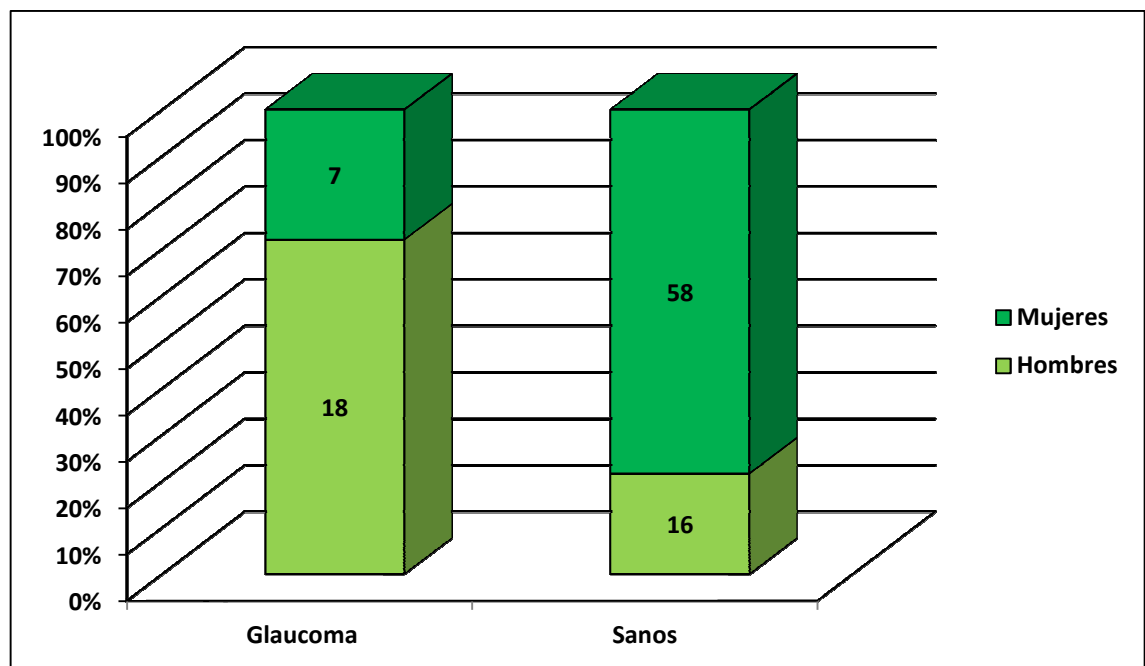
Hubo 18 hombres (72%) en el grupo de glaucoma y 16 (21.6%) en el grupo de individuos sanos. En el primer grupo se estudiaron 11 ojos derechos y 14 izquierdos, mientras que en el otro grupo se evaluaron 44 y 30 ojos respectivamente. (Figura 15).

El área promedio del disco óptico medida en el Stratus OCT en el grupo de glaucoma fue de $2,78 \text{ mm}^2$ (DE=0.50) y en el grupo de individuos sanos fue de $2,80 \text{ mm}^2$ (DE=0,48). (Figura 16).

Para establecer presencia de macrodisco se tuvo en cuenta el concepto de Dr. Jonas que dice que se considera macrodisco aquel disco óptico con un área mayor de la media más 2 desviaciones estándar y microdisco aquél con un área menor de la media menos 2 desviaciones estándar, de modo que en este estudio se consideró que un

macrodisco es un disco con un área mayor de 3.76 mm^2 y un microdisco es un disco con un área menor de 1.84 mm^2 , tomando la media de la población sana, es decir del grupo sin glaucoma (sanos). Con base en los criterios expuestos encontramos que en el grupo de individuos con glaucoma no hubo macrodiscos y hubo 1 microdisco y en el grupo de individuos sanos hubo 1 macrodisco y no hubo microdiscos. (Figuras 17 y 18).

Figura 15. Distribución de Grupos por género

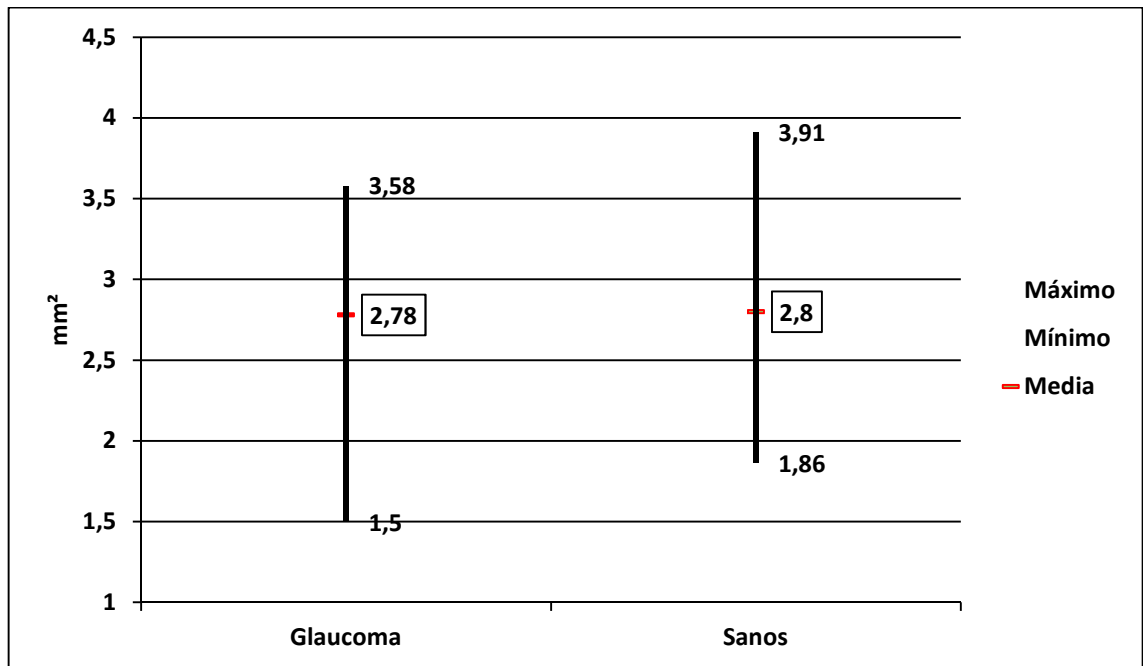


El microdisco que se presentó en el grupo de individuos con glaucoma corresponde a un individuo de género masculino de 42 años en quién se incluyó el ojo izquierdo con un espesor de capa de fibras nerviosas de 50.81 micras que presenta compromiso de la capa de fibras nerviosas en los cuadrantes superior, inferior y nasal con un área de anillo de $0,29 \text{ mm}^2$, ancho horizontal integrado del anillo $0,491 \text{ mm}^2$, un volumen del anillo $0,034 \text{ mm}^3$, un área de la excavación $1,213 \text{ mm}^2$, un volumen de excavación de $0,574 \text{ mm}^3$, una relación C/D 0,807. (Imagen 1).

El macrodisco que se presentó en el grupo de individuos sanos corresponde a un individuo de género femenino de 22 años de edad en quien se incluyó el ojo izquierdo con un espesor de capa de fibras nerviosas de 97.14 micras, sin compromiso de capa

de fibras nerviosas en ningún cuadrante, con un área del anillo de $2,698 \text{ mm}^2$, ancho horizontal integrado del anillo de $2,032 \text{ mm}^2$, volumen del anillo $0,519 \text{ mm}^3$, área de la excavación $1,219 \text{ mm}^2$, volumen de la excavación $0,157 \text{ mm}^3$, una relación C/D 0,311. (Imagen 2).

Figura 16. Area Promedio de Disco Optico



Tomando como criterio para la clasificación de macrodisco lo descrito por Adabache que encontró en su estudio de población mestiza Mexicana un área promedio de disco óptico de $1,97 \text{ mm}^2$ ($DE=0,529$) para sujetos sanos y que consideró macrodisco aquel disco óptico con un área mayor o igual de $3,033 \text{ mm}^2$ y microdisco aquel con área menor o igual de $0,915 \text{ mm}^2$ en este estudio encontramos 8 macrodiscos en el grupo glaucoma y 25 en el grupo sanos y no encontramos microdiscos en ninguno de los dos grupos. Los ocho macrodiscos encontrados en el grupo de glaucoma corresponden a cinco hombres y tres mujeres y en el grupo de individuos sanos a seis hombres y 19 mujeres.

Figura 17. Distribución de Area de Disco Optico por Edad en Grupo Glaucoma

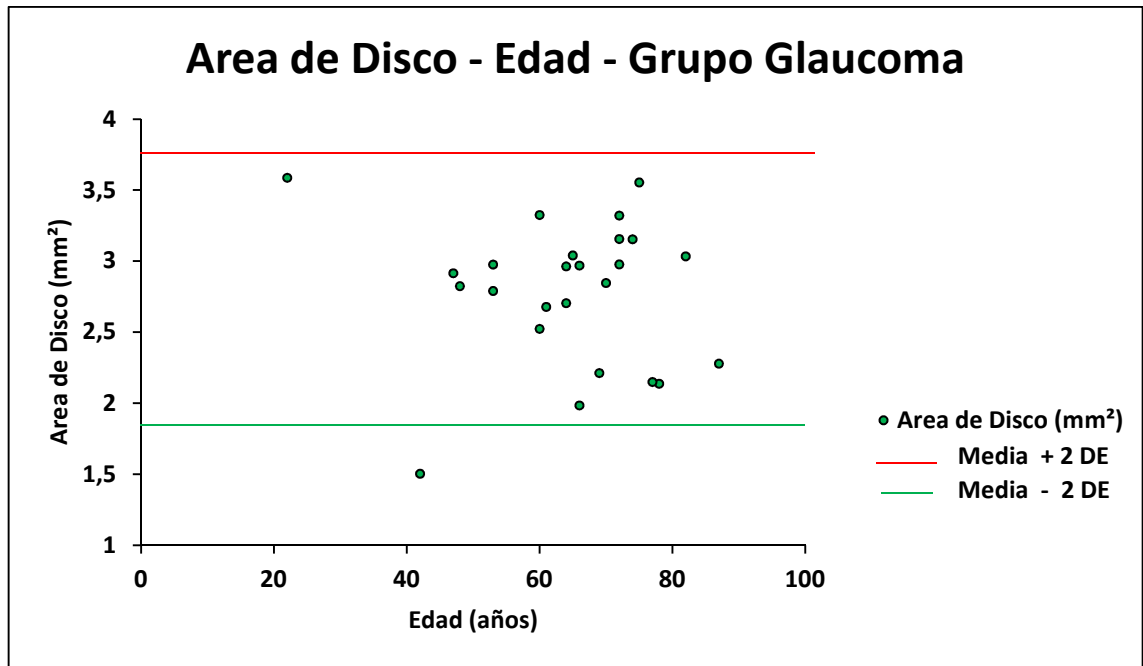


Figura 18. Distribución de Area de Disco Optico por Edad en Grupo Sanos

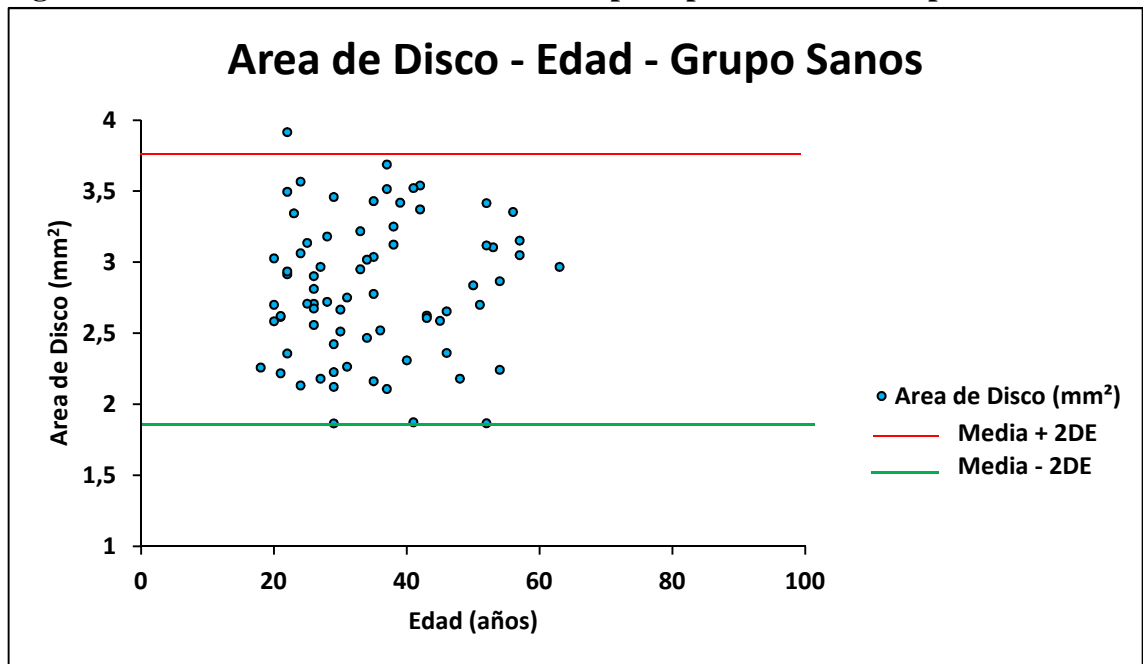
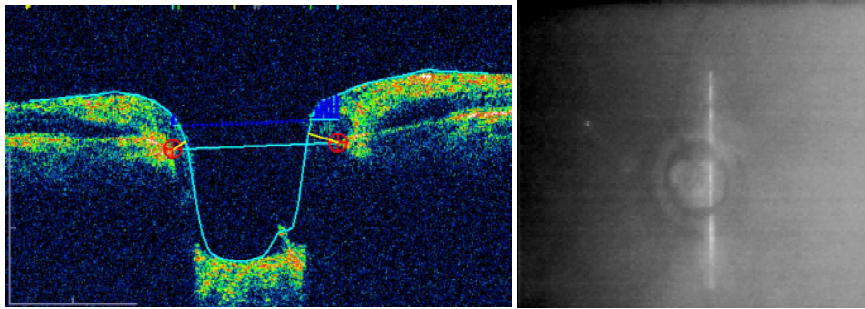
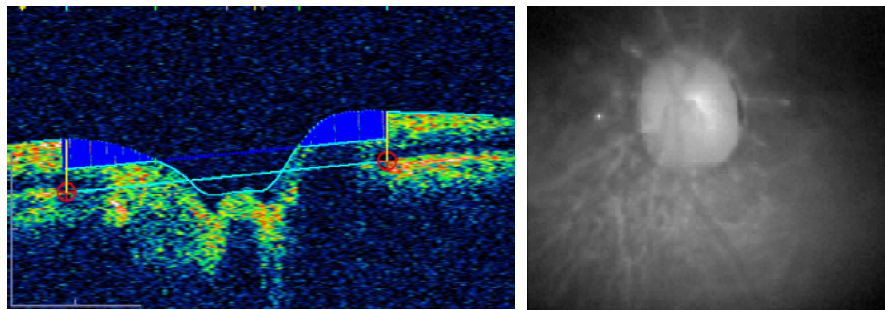


Imagen 1. Microdisco



Imágenes Cortesía del Servicio de OCT de Fundonal

Imagen 2. Macrodisco



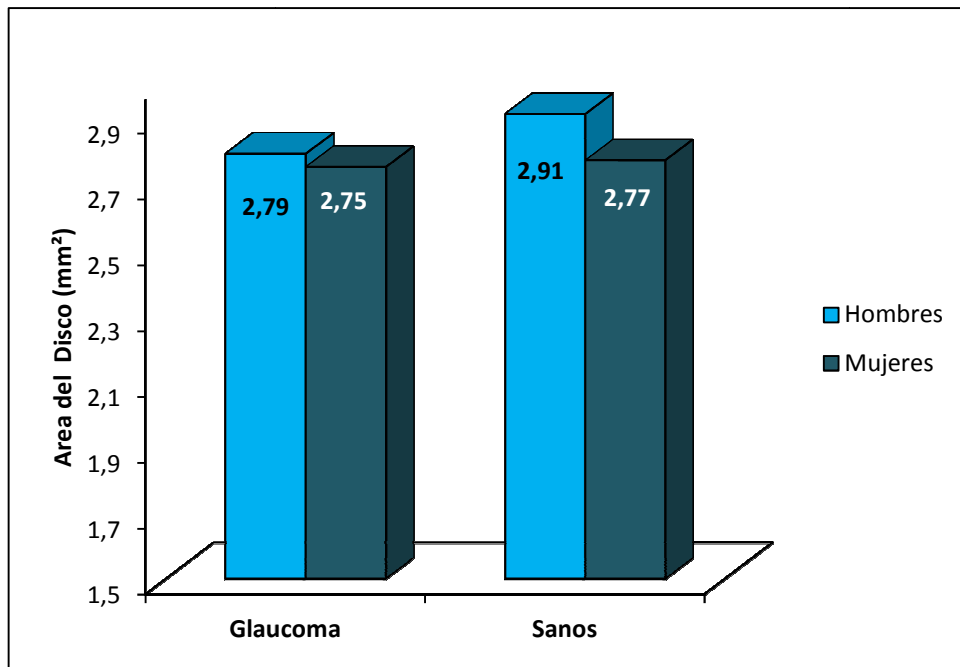
Imágenes Cortesía del Servicio de OCT de Fundonal

Dada la cifra de macrodiscos encontrada, no fue posible evidenciar asociación entre macrodisco y glaucoma. (P=0.870).

8.1. RESULTADOS AREA DE DISCO POR GENERO

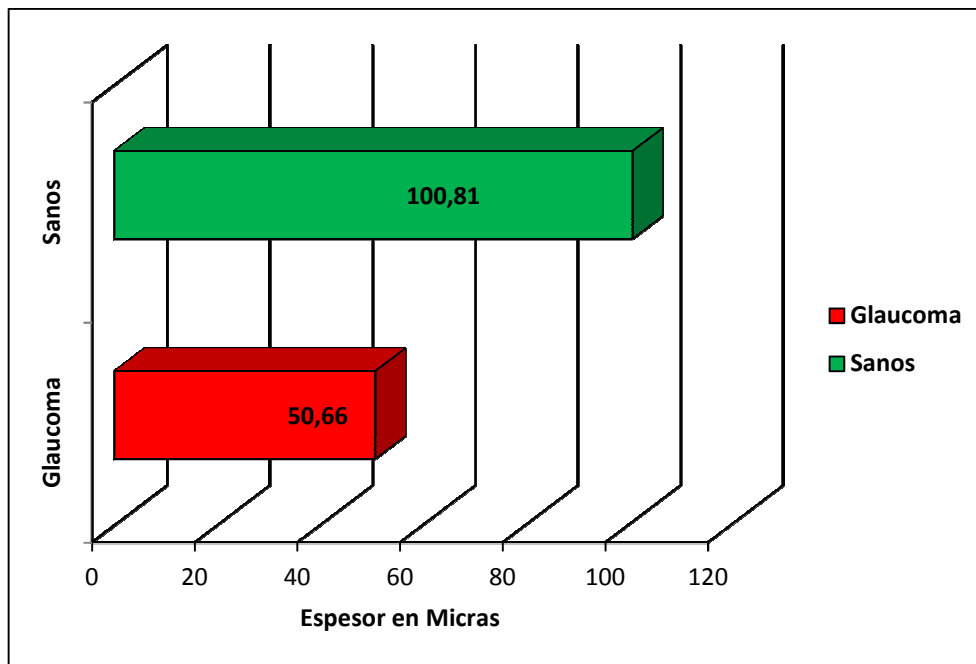
Teniendo en cuenta que no se evidenció una diferencia estadísticamente significativa en el área de disco óptico entre el grupo de individuos con glaucoma y el grupo de individuos sanos, se analizó el área de disco en ambos grupos separando hombres y mujeres y se encontró que el área promedio de disco óptico en el grupo de glaucoma para hombres fue $2,79 \text{ mm}^2$ (DE= 0,51) y para mujeres $2,75 \text{ mm}^2$ (DE=0,52), diferencia que no es estadísticamente significativa (P=0,84) y en el grupo sanos para hombres fue $2,91 \text{ mm}^2$ y para mujeres $2,77 \text{ mm}^2$ que tampoco es estadísticamente significativa (P=0,326). (Figura 19).

Figura 19. Area Promedio de Disco Optico por Género



El espesor promedio de la capa de fibras nerviosas para el grupo de glaucoma fue 50,66 micras (DE= 9,85) y para el grupo sanos 100,81 micras (DE= 8,16). (Figura 20).

Figura 20. Espesor Promedio de Capa de Fibras Nerviosas



El cuadrante que tuvo un promedio de espesor de capa de fibras nerviosas más delgado en el grupo de glaucoma fue el cuadrante temporal con 40,08 micras (DE=11,26) y el más grueso el cuadrante superior con 61,20 micras (DE=17,80).

En el grupo de individuos sanos el cuadrante con un espesor promedio de capa de fibras nerviosas más delgado fue el cuadrante temporal con 65,49 micras (DE=8,2) y el más grueso el cuadrante inferior con 129,47 micras (DE=13,26). (Figura 21).

8.2 RESULTADOS ESPESOR DE CAPA DE FIBRAS NERVIOSAS POR GENERO

El espesor medio de capa de fibras nerviosas en el grupo de individuos con glaucoma para hombres fue 51.561 micras (DE=10.585) y para mujeres 48,371 micras (DE=7.916) y en el grupo de individuos sanos para hombres 100,85 micras (DE=7.555) y para mujeres 100,79 micras (DE=8.386). (Figura 22).

Figura 21. Espesor Promedio por cuadrantes de Capa de Fibras Nerviosas

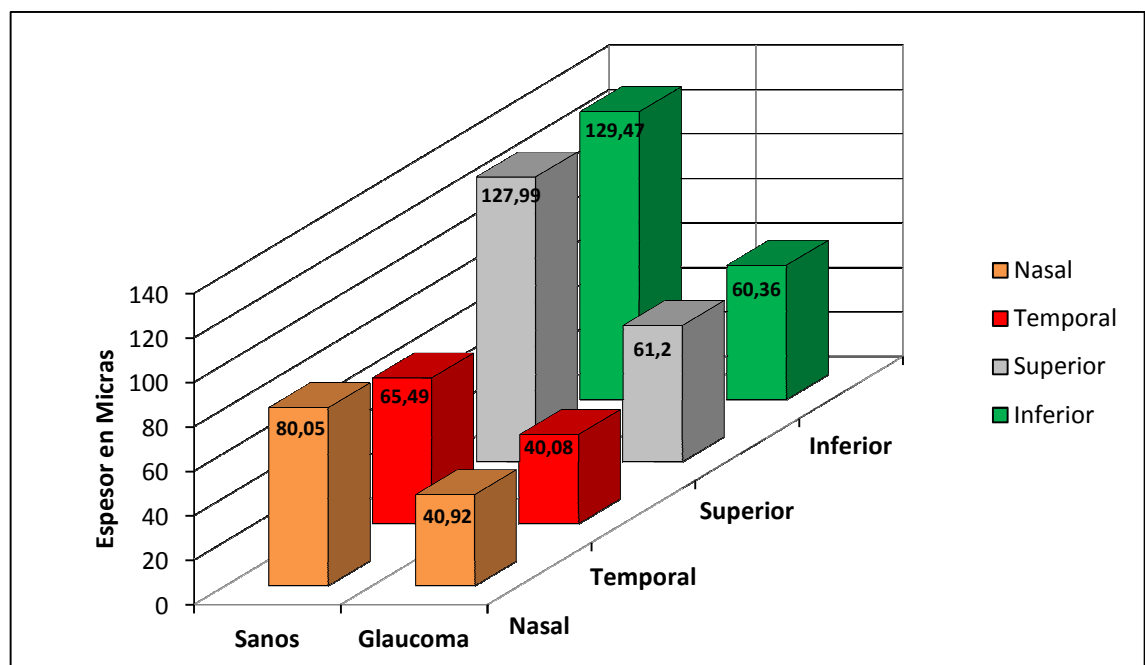
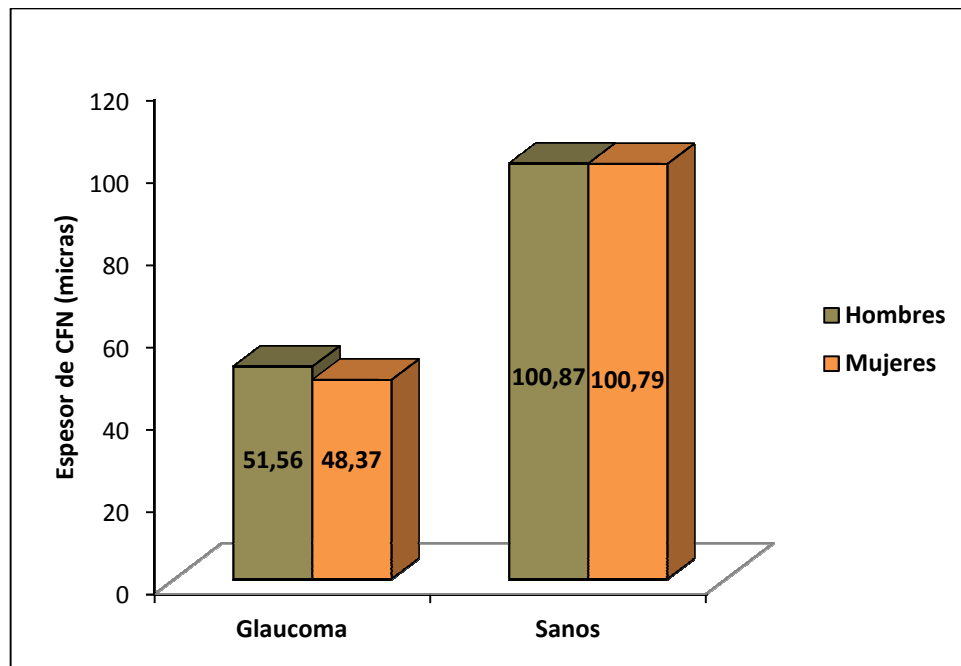


Figura 22. Espesor Promedio de Capa de Fibras Nerviosas por Género



No se observaron diferencias en la distribución del área del disco óptico respecto a la edad en el grupo de glaucoma Vs. el grupo sanos, mientras que si se observó una relación inversa en la distribución del espesor de capa de fibras nerviosas respecto a la edad en el grupo de glaucoma Vs. el grupo sanos. (Figuras 17,18 y 23,24).

El área promedio del anillo neural para el grupo glaucoma fue de $0,5472 \text{ mm}^2$ (DE=0,31) y para el grupo sanos de $2,040 \text{ mm}^2$ (DE=0,52). (Figura 25). El ancho horizontal integrado del anillo (*Rim Cross Sectional Area*) promedio para el grupo glaucoma fue de $0,83 \text{ mm}^2$ (DE= 0,22) y para el grupo sanos fue de $1,70 \text{ mm}^2$ (DE= 0,24). (Figura 25). El volumen promedio del anillo (VIRA) para los casos glaucoma fue de $0,037 \text{ mm}^3$ (DE= 0,034) y para los sanos fue de $0,42$ (DE= 0,23). (Figura 26).

Figura 23. Distribución de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas por Edad en Grupo Glaucoma

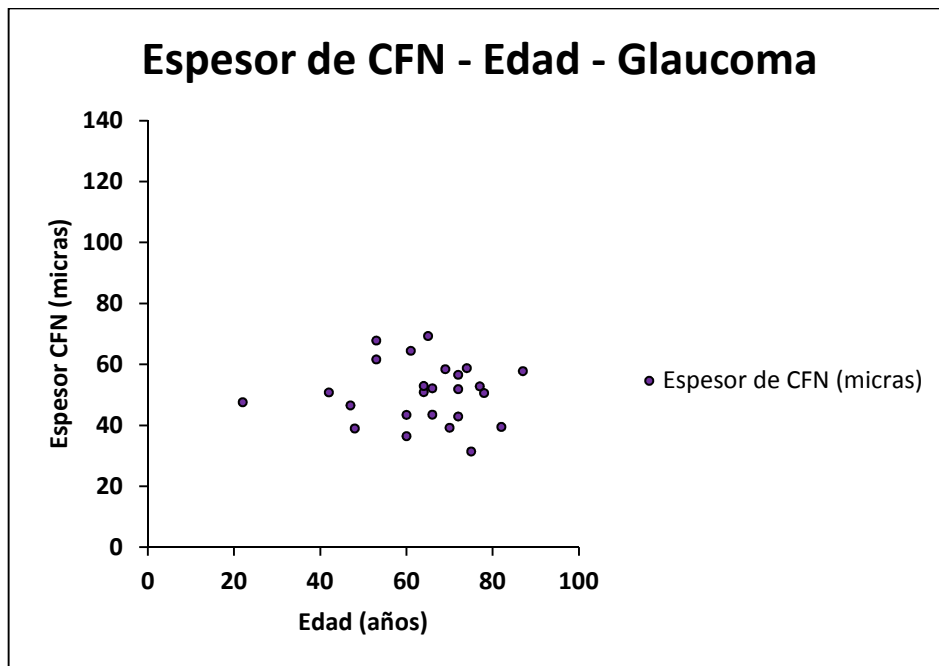
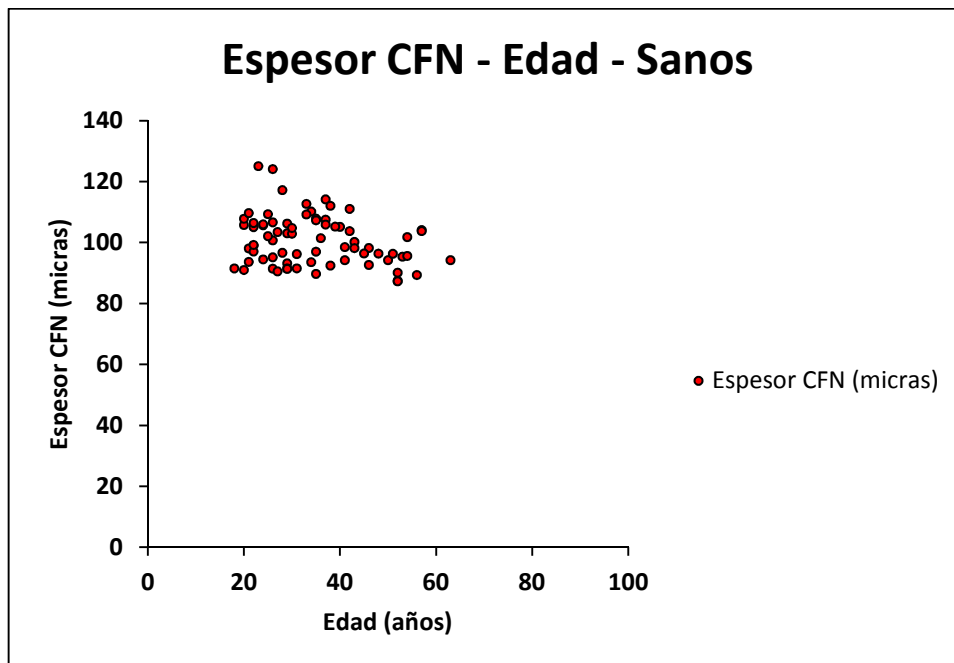


Figura 24. Distribución de Espesor de Capa de Fibras Nerviosas por Edad en Grupo Sanos



El área promedio de la excavación para el grupo glaucoma fue de 2,23 mm² (DE=0,59) y para el grupo sanos fue de 0,82 mm²(DE= 0,54). (Figura 25).

El volumen promedio de la excavación para el grupo glaucoma fue de 0,667 mm³(DE= 0,45) y para el grupo sanos 0,122 mm³ (DE= 0,12) (Figura 26).

Figura 25. Valores Promedio Nervio Optico

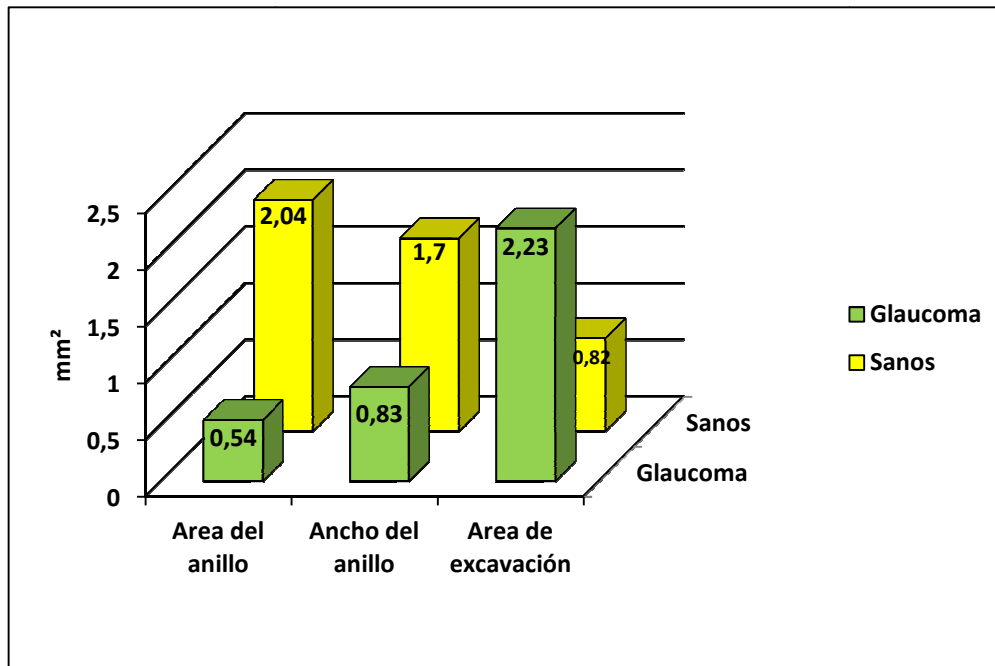
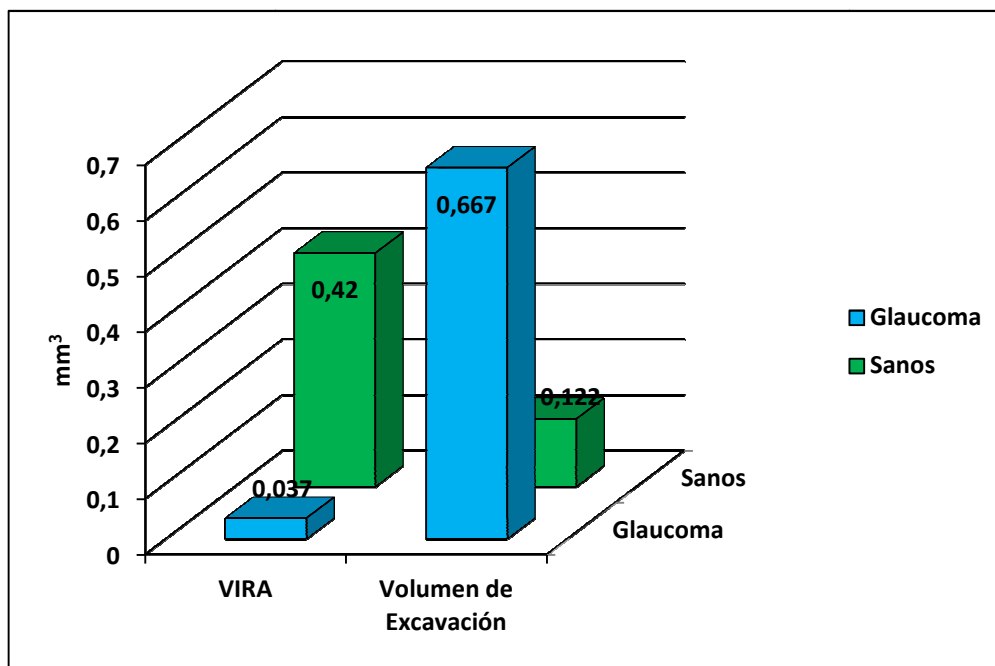
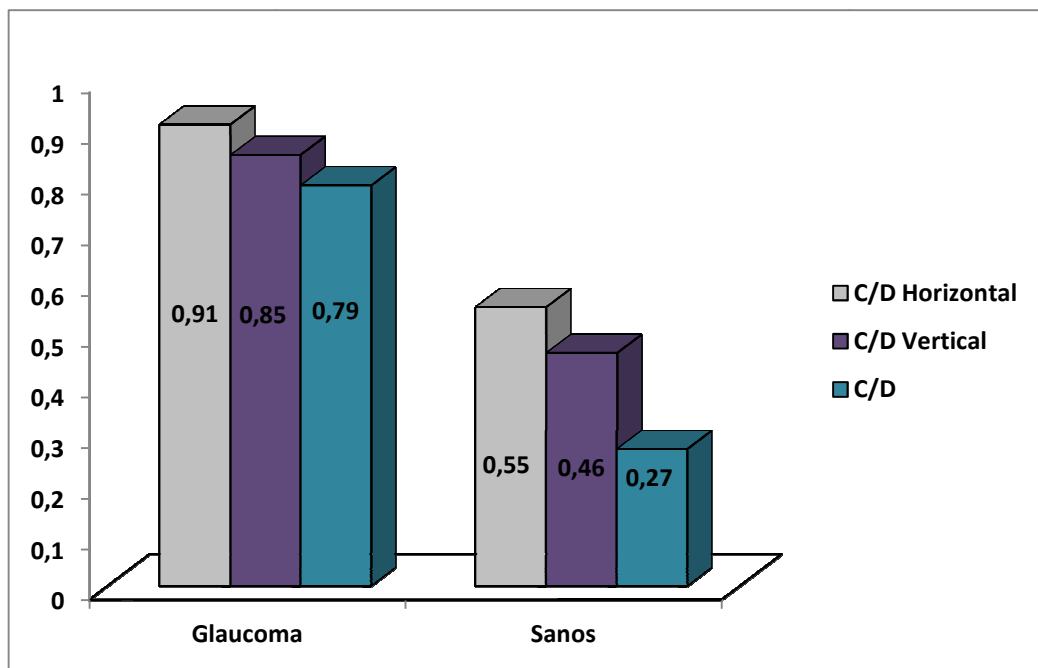


Figura 26. Valores Promedio de Nervio Óptico II



La relación promedio copa/disco horizontal para el grupo glaucoma fue de 0,919 (DE=0,066) y para el grupo sanos fue de 0,55 (DE= 0,15). La relación promedio copa/disco vertical para el grupo glaucoma fue de 0,853(DE= 0,088) y para el grupo sanos fue 0,46(DE= 0,14). La relación promedio copa/disco para el grupo glaucoma fue de 0,79 (DE= 0,11) y para el grupo sanos fue de 0,27(DE= 0,14). (Figura 27).

Figura 27. Relación C/D Promedio



La agudeza visual logMar sin corrección promedio para el grupo glaucoma (4 casos) fue 0,611(DE= 0,63) y para el grupo sanos 0,125 (DE= 0,300). La agudeza visual logMar con corrección promedio para el grupo glaucoma (19 casos) fue 0,255 (DE= 0,38) y para el grupo sanos fue 0,036 (11 casos). La presión intraocular promedio para el grupo glaucoma fue de 17,68 mmHg (DE= 6,87) y para el grupo sanos 12,72 mmHg (DE=2,10). La excavación clínica promedio para el grupo glaucoma (22 casos) fue de 0,823 (DE= 0,092) y para el grupo sanos 0,327 (DE=0,151).

Los defectos encontrados en los campos visuales del grupo glaucoma fueron:

- Aumento de la mancha ciega en 5 casos (20%).
- Escotoma arqueado superior en 9 (36%) e inferior en 6 casos (24%).
- Escotoma paracentral superior en 7 (28%) e inferior en 4 casos (16%).

-Escalón nasal en 6 casos (24%).

-Escotomas aislados en 1 caso (4%).

- Isla residual de visión central en 6 casos (24%).

El defecto más frecuentemente encontrado fue el escotoma arqueado superior en el 36% de los casos. Se observó una asociación entre el defecto observado en el campo visual y el compromiso de la capa de fibras nerviosas en el 100% de los casos.

9. DISCUSION

El glaucoma representa actualmente la tercera causa de ceguera a nivel mundial y es una de las principales causas de ceguera irreversible⁽¹⁾. Estudios epidemiológicos evidencian que menos del 50% de casos de pérdida visual debida a glaucoma han sido diagnosticados⁽³⁹⁾. Particularmente, el glaucoma crónico de ángulo abierto suele diagnosticarse en etapas tardías por tratarse de una patología silenciosa que no produce síntomas en estadíos iniciales. Genera un daño irreversible de la capa de fibras nerviosas y pérdida de campo visual de forma progresiva. Para reconocer el daño temprano causado por el glaucoma es necesario evaluar en el examen clínico las características del nervio óptico y de la capa de fibras nerviosas ya que es frecuente observar cambios iniciales a nivel de estas dos estructuras aunque la perimetría no arroje alteraciones funcionales aún^(17,2,3,18,14). Dentro de las alteraciones observadas en el nervio óptico se encuentran el adelgazamiento del anillo neural y el aumento de la excavación, ésta última se relaciona a su vez con el tamaño del disco óptico de manera que discos ópticos grandes presentan excavaciones grandes^(2,6), lo cual genera en el oftalmólogo el interrogante de si una macroexcavación corresponde a un macrodisco sano o a un daño glaucomatoso.

La literatura ha mostrado una alta variabilidad en el tamaño del disco entre diferentes poblaciones encontrando que los Afro-americanos tienen discos ópticos más grandes que individuos de otras razas y a su vez esta población tiene una alta prevalencia de glaucoma (2,8% a 8,8%)⁽⁷⁾ lo que ha generado la hipótesis de que un disco óptico grande puede tener mayor susceptibilidad a un daño glaucomatoso que un disco óptico pequeño.

En este estudio se analizó el tamaño de disco óptico en población sana evaluada en la Fundación Oftalmológica Nacional y se comparó con el de individuos con glaucoma crónico de ángulo abierto con el objetivo de conocer el tamaño de disco óptico de nuestra población y descubrir si existe asociación entre la presencia de macrodisco y glaucoma.

En este estudio se observó una diferencia en el promedio de edad entre el grupo de individuos con glaucoma y el grupo de individuos sanos. Si bien es cierto que por la edad puede presentarse una diferencia entre los dos grupos respecto al espesor de la

capa de fibras nerviosas, teniendo en cuenta que el objetivo del estudio es el de comparar el tamaño de disco y que el área de disco óptico es independiente de la edad por encima de los 10 años ^(7,6) (a menos que existan condiciones patológicas o defectos refractivos altos, los cuales fueron criterio de exclusión en este estudio), se considera que los 2 grupos son comparables en cuanto a tamaño de disco óptico, lo cual se corrobora al analizar la diferencia en el tamaño promedio de disco óptico en los dos grupos observando que el grupo glaucoma tiene un área promedio de disco de 2,78 mm² para una edad promedio de 63,9 años y el grupo de individuos sanos tiene 2,80 mm² para 34,7 años. Lo anterior se entiende mejor al observar la gráfica de dispersión del área del disco por edad para cada grupo (Figuras 17 y 18).

Respecto a la distribución por género en cada uno de los grupos, el estudio clásico de Jonas ⁽⁶⁾, no mostró diferencia entre el género y el tamaño del disco, por lo que se considera que los grupos son comparables, aunque el porcentaje de hombres y mujeres es diferente en cada uno.

Se encontró un área promedio de disco óptico de 2,78 mm² para los individuos con glaucoma y 2,80 mm² para los individuos sanos, lo cual comparado con la literatura muestra que la población estudiada presenta áreas de disco más grandes que lo reportado para población hispana y aún para población Afro-americana que es la que se considera que tiene discos ópticos de mayor tamaño ^(7,5,12). Este mayor tamaño de disco óptico se observó tanto al comparar los individuos con glaucoma de este estudio con los de Adabache así como los sanos de los dos estudios ⁽¹²⁾. No se encontró una diferencia estadísticamente significativa en el área promedio de disco óptico entre el grupo de glaucoma y el grupo de individuos sanos, hallazgo que coincide con lo descrito por Zangwill y Jonas ⁽⁷⁾, aunque Zangwill en el Ocular Hypertension Treatment Study ⁽¹¹⁾ evaluó poblaciones de varias razas y Jonas ⁽¹⁰⁾ estudió población blanca.

La medición del área del disco óptico en este estudio se hizo en el equipo Stratus OCT al igual que la evaluación de área de discos ópticos realizada en esta misma institución entre octubre de 2009 y septiembre de 2010 (en la que se encontró un área promedio de disco de 3,017 mm² para 557 ojos estudiados incluidos sujetos sanos y sujetos con glaucoma) ⁽¹³⁾. Los promedios de tamaño de disco en los dos estudios son mayores a los reportados para población hispana en la literatura ⁽⁵⁾ lo

cual llama la atención respecto a si la medición del área de disco arrojada por el equipo Stratus es mayor que la de otras técnicas de medición y sería importante establecer una comparación en el área del disco óptico entre los diferentes equipos de la institución (Stratus y Cirrus OCT) así como con HRT para determinar si estos hallazgos realmente corresponden a la presencia de discos ópticos grandes o están relacionados con la técnica utilizada para medición.

No fue posible establecer una asociación entre la presencia de macrodisco y glaucoma, ya que de acuerdo a la definición de Jonas, solamente se encontró 1 microdisco en el grupo de individuos con glaucoma y 1 macrodisco en el grupo de individuos sanos. Cabe anotar que el único macrodisco encontrado de acuerdo a esta definición, tiene una relación copa disco de 0,3 hallazgo que no está de acuerdo a lo reportado en la literatura respecto a la asociación entre un disco óptico grande y una excavación grande⁽⁶⁾, sin embargo se trata de un único caso por lo que sería de interés realizar un estudio con una muestra mayor que nos permita encontrar una mayor población de macrodiscos y evaluar la relación entre el tamaño de disco y la excavación en nuestra población.

Estableciendo una comparación con el estudio de Adabache Guel en población mestiza Mexicana aunque se encontró un mayor número de macrodiscos en cada grupo y el porcentaje de macrodiscos fue similar en ambos (32% para el grupo glaucoma y 33.8% para el grupo sanos), tampoco se evidenció asociación entre la presencia macrodisco y glaucoma y se encontró un área de disco mayor a la reportada en ese estudio tanto para los individuos con glaucoma ($2,78 \text{ mm}^2$ Vs $2,45 \text{ mm}^2$) como para los individuos sanos ($2,80 \text{ mm}^2$ Vs. $1,97 \text{ mm}^2$). Es importante anotar que en el estudio de Adabache Guel el área de disco óptico se midió mediante HRT, lo cual teniendo en cuenta que se están evaluando poblaciones con características raciales similares también deja abierta la posibilidad de una diferencia en el tamaño del disco en relación con los resultados arrojados específicamente por el equipo Stratus.

El comportamiento del área promedio de disco óptico entre hombres y mujeres en este estudio no muestra diferencias significativas y coincide con lo reportado en la literatura en cuanto a que no se han hallado diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de disco óptico entre los dos géneros^(6,7).

Los hallazgos del espesor promedio de la capa de fibras nerviosas fueron los esperados para los dos grupos y de acuerdo a lo descrito en la literatura, teniendo en cuenta que se comparó población sana con individuos con diagnóstico de glaucoma. En el estudio se evidencia que los sujetos con diagnóstico de glaucoma presentan espesores de la capa de fibras nerviosas que no respetan la regla ISNT, mientras que en los sujetos control se encontró respetada la misma ⁽²²⁾.

Se observó una diferencia que no es estadísticamente significativa en el espesor promedio de capa de fibras nerviosas entre hombres y mujeres en el grupo de glaucoma y en el grupo de sujetos sanos, hallazgo similar a lo descrito en la literatura respecto a la falta de asociación entre el género y la susceptibilidad para padecer glaucoma ⁽⁷⁾.

En la evaluación de los parámetros de área del anillo neural, ancho horizontal integrado del anillo, volumen del anillo, área y volumen de la excavación se observó una diferencia estadísticamente significativa en los dos grupos, tal como se esperaba y que coincide con lo reportado en la literatura para evaluación de individuos sanos e individuos con glaucoma ⁽²²⁾.

Aunque la presión intraocular se encontró dentro de parámetros normales en los dos grupos es necesario tener en cuenta que en el grupo de individuos con glaucoma, se había establecido ya tratamiento para hipertensión ocular.

Se observó una correlación del 100% entre el defecto encontrado en el campo visual y la lesión de capa de fibras nerviosas en los individuos del grupo glaucoma, es de anotar que en ellos ya se había establecido el diagnóstico de glaucoma desde el punto de vista clínico y que la lesión de la capa de fibras nerviosas había progresado lo suficiente para ser evidenciada en el campo visual.

En este estudio se observó que en el grupo sanos, algunos individuos presentaron escotomas paracentrales aislados, lo cual llama la atención teniendo en cuenta que la evaluación clínica fue normal y en el OCT se encontraron nervios ópticos y capa de fibras nerviosas normales, se considera que este hallazgo puede corresponder al efecto de aprendizaje propio de la prueba de campo visual teniendo en cuenta que se trataba del primer campo visual realizado en la mayoría de sujetos de este grupo. Es importante que al incluir sujetos sanos en un estudio de este tipo se pueda evaluar el

desempeño de estos individuos en una segunda prueba de campo visual para confirmar esta sospecha.

El estudio se realizó utilizando los mismos equipos para toma de OCT y Campo Visual Computarizado con los mismos examinadores en los dos grupos lo cual se considera una fortaleza del mismo ya que elimina el sesgo de información que podría ocurrir si se incluyeran sujetos estudiados con las mismas pruebas en diferentes equipos. Así mismo el hecho de confirmar anatómicamente y funcionalmente el estado del nervio óptico de cada uno de los participantes ha eliminado la subjetividad que es inherente a la valoración de las características del nervio óptico en el examen oftalmológico lo cual fortalece el estudio desde el punto de vista metodológico.

Como limitante se observó que la intensidad de la señal obtenida en OCT en el grupo de sujetos con glaucoma fue menor que la del grupo de individuos sanos, lo cual puede estar relacionado con condiciones asociadas a la edad del grupo de sujetos con glaucoma (ej. hipoacusia) que pueden limitar la atención del participante en el punto de fijación de OCT, sin embargo los hallazgos de anormalidad de OCT para inclusión del participante dentro del glaucoma se confirmaron con los resultados del Campo Visual (confiable) y del examen oftalmológico por el especialista de glaucoma.

En conclusión confirmamos que la población estudiada en la Fundación Oftalmológica Nacional presenta un tamaño de disco óptico mayor a lo reportado en la literatura internacional para poblaciones similares, aunque no fue posible establecer la asociación entre glaucoma y presencia de macrodisco por lo que es de gran importancia poder realizar un estudio con una muestra mayor que idealmente involucre varias poblaciones de nuestro país ya que no contamos con reportes del tamaño de disco en otras áreas de nuestra geografía y con el objetivo de conocer las características de los discos ópticos de la población Colombiana y establecer si en nuestro país existe asociación entre macrodisco y glaucoma.

10. CONCLUSIONES

La muestra de población colombiana evaluada en este estudio presenta un promedio de tamaño de disco óptico mayor a lo reportado en la literatura para poblaciones con características raciales similares.

No se observó diferencia en el tamaño de disco óptico entre individuos sanos e individuos con glaucoma crónico de ángulo abierto.

No se observó diferencia entre el tamaño de disco óptico por géneros tanto en los sujetos con glaucoma como en los sujetos sanos.

La Tomografía Óptica Coherente es una técnica de evaluación del disco óptico que aporta información valiosa para detectar tempranamente cambios en el espesor de la capa de fibras nerviosas permitiendo tomar conductas de prevención o tratamiento en pacientes en quienes aún no se evidencia una pérdida funcional en el campo visual.

11. RECOMENDACIONES

Idealmente se debería realizar este estudio en una muestra mayor de población bogotana y también en varias poblaciones colombianas para corroborar si en nuestro país tenemos discos ópticos más grandes que en otras poblaciones hispanas.

Al tener una muestra mayor es posible que se encuentre un número mayor de macrodiscos que permita establecer desde el punto de vista estadístico si existe relación con glaucoma.

Para incluir a un individuo en el grupo de participantes sanos si se desea corroborar desde el punto de vista funcional el estado de la capa de fibras nerviosas de la retina sería ideal practicar una prueba de campo visual computarizado en dos ocasiones, con el fin de minimizar el efecto de aprendizaje.

Sería de gran importancia comparar el área de disco entre los dos equipos disponibles para medición en la Fundación Oftalmológica Nacional (Cirrus y Stratus OCT) en población sana y en población con glaucoma, en particular si se piensa en establecer relación con macrodisco, como también sería de interés tener datos del tamaño de disco en estos mismos sujetos evaluados mediante HRT.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course 2011-2012. Glaucoma. Vol. 10. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2011.
2. Susanna R Jr, Vessani RM. New findings in the evaluation of the optic disc in glaucoma diagnosis. *Curr Opin Ophthalmol* 2007; 18 (2): 122-128.
3. Fingeret M, Medeiros FA, Susanna R Jr, Weinreb RN. Five rules to evaluate the optic disc and retinal nerve fiber layer for glaucoma. *Optometry* 2005; 76 (11): 661-668.
4. Chang RT, Knight OJ, Feuer WJ, Budenz DL. Sensitivity and specificity of time-domain versus spectral-domain optical coherence tomography in diagnosing early to moderate glaucoma. *Ophthalmology* 2009; 116 (12): 2294-2299.
5. Seider MI, Lee RY, Wang D, Pekmezci M, Porco TC, Lin SC et al. Optic disk size variability between African, Asian, white, Hispanic, and Filipino Americans using Heidelberg retinal tomography. *J Glaucoma* 2009; 18 (8): 595-600.
6. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Ophthalmoscopic evaluation of the optic nerve head. *Surv Ophthalmol* 1999; 43(4): 293-320.
7. Hoffmann EM, Zangwill LM, Crowston JG, Weinreb RN. Optic disk size and glaucoma. *Surv Ophthalmol* 2007; 52 (1): 32-49.
8. Chi T, Ritch R, Stickler D, Pitman B, Tsai C, Hsieh FY. Racial differences in optic nerve head parameters. *Arch Ophthalmol* 1989; 107 (6): 836-839.
9. Jonas JB, Schmidt AM, Müller-Bergh JA, Schlötzer-Schrehardt UM, Naumann GO. Human optic nerve fiber count and optic disc size. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1992; 33(6): 2012-2018.
10. Jonas JB, Fernandez MC, Naumann GO. Correlations of the optic disc size to glaucoma susceptibility. *Ophthalmology* 1991; 98 (5): 675-680.
11. Zangwill LM, Weinreb RN, Beiser JA, Berry CC, Cioffi GA, Coleman AL et al. Baseline topographic optic disc measurements are associated with the development of primary open-angle glaucoma: The confocal scanning laser ophthalmoscopy ancillary study to the ocular hypertension treatment study. *Arch Ophthalmol* 2005;123 (9): 1188-1197.

12. Adabache T.N, Muñoz C, Morales A. Optic Disk Size in Mexican Mestizo Population: Microdisk and Macrodisk Prevalence. Poster 2761-A547 of the Annual Meeting of Association for Research in Vision and Ophthalmology. For Sight: The Future of the Eye and Vision Research; 2010 May 2-6; Fort Lauderdale, United States of America. Association for Research in Vision and Ophthalmology; 2010.
13. Belalcazar S, Nova N, Valencia M. Macrodisco y Glaucoma en pacientes estudiados con OCT en la Fundación Oftalmológica Nacional. PP1386 del 29º Congreso Panamericano de Oftalmología; 2011 Julio 7-9; Buenos Aires, Argentina. Asociación Panamericana de Oftalmología; 2011.
14. Chang R, Budenz DL. New developments in optical coherence tomography for glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol* 2008;19 (2): 127-135.
15. Kim E, Varma R. Glaucoma in Latinos/Hispanics. *Curr Opin Ophthalmol* 2010; 21(2): 100-105.
16. Zheng Y, Wong TY, Lamoureux E, Mitchell P, Loon SC, Saw SM et al. Diagnostic Ability of Heidelberg Retina Tomography in Detecting Glaucoma in a Population Setting: the Singapore Malay Eye Study. *Ophthalmology* 2010; 117 (2): 290-297.
17. Hoesl LM, Mardin CY, Horn FK, Juenemann AG, Laemmer R. Influence of glaucomatous damage and optic disc size on glaucoma detection by scanning laser tomography. *J Glaucoma* 2009; 18 (5): 385-389.
18. American Academy of Ophthalmology. Preferred Practice Pattern: Primary Open-Angle Glaucoma. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2005.
19. Gordon MO, Beiser JA, Brandt JD, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: baseline factors that predict the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120 (6): 714-720.
20. Peng PH, Fu S, Nguyen N, Porco T, Lin SC. Optic Disc Size and Other Parameters From Optical Coherence Tomography in Vietnamese-Americans. *J Glaucoma* 2011; 20 (6): 355-360.
21. Uysal Y, Bayer A, Erdurman C, Kiliç S. Sensitivity and specificity of Heidelberg Retinal Tomography II parameters in detecting early and moderate glaucomatous damage: effect of disc size. *Clin Experiment Ophthalmol* 2007; 35 (2): 113-8.

22. American Academy of Ophthalmology. Preferred Practice Pattern: Primary Open-Angle Glaucoma Suspect. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2005.
23. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120 (6): 701-713.
24. Jonas JB, Budde WM. Diagnosis and pathogenesis of glaucomatous optic neuropathy: morphological aspects. *Prog Retin Eye Res* 2000; 19 (1): 1-40.
25. Varma R, Tielsch JM, Quigley HA, Hilton SC, Katz J, Spaeth GL. Race, age, gender, and refractive error-related differences in the normal optic disc. *Arch Ophthalmol* 1994; 112 (8): 1068-1076.
26. Rao HL, Puttaiah NK, Babu JG, Maheshwari R, Senthil S, Garudadri CS. Agreement Among 3 Methods of Optic Disc Diameter Measurement. *J Glaucoma* 2010; 19 (9): 650-654.
27. Ramdas WD, van Koolwijk LM, Ikram MK, Jansonius NM, de Jong PT, Bergen AA et al. A genome-wide association study of optic disc parameters. *PLoS Genet* 2010; 6 (6): 1-12.
28. Oliveira C, Harizman N, Girkin CA, Xie A, Tello C, Liebmann JM et al. Axial length and optic disc size in normal eyes. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(1): 37-39.
29. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, Sample PA, Weinreb RN. Influence of disease severity and optic disc size on the diagnostic performance of imaging instruments in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006; 47 (3): 1008-1015.
30. Piantoni G, Martínez M. Examen del paciente y exámenes complementarios. Buenos Aires: Consejo Argentino de Oftalmología; 2008
31. Aref AA, Budenz DL. Spectral domain optical coherence tomography in the diagnosis and management of glaucoma. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2010; 41(6 Suppl): 15-27.
32. Mansoori T, Viswanath K, Balakrishna N. Correlation between peripapillary retinal nerve fiber layer thickness and optic nerve head parameters using spectral domain optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2010; 19 (9): 604-608.

33. Gupta PK, Asrani S, Freedman SF, El-Dairi M, Bhatti MT. Differentiating glaucomatous from non-glaucomatous optic nerve cupping by optical coherence tomography. *Open Neurol J* 2011; 5: 1-7.
34. Sakata LM, Deleon-Ortega J, Sakata V, Girkin CA. Optical coherence tomography of the retina and optic nerve. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009; 37 (1): 90-99.
35. Duch T, Buchacra O. Tomografía de Coherencia Óptica en Glaucoma [Publicaciones Thea]: Thea información; 2010.
36. Marsh BC, Cantor LB, WuDunn D, Hoop J, Lipyanik J, Patella VM et al. Optic nerve head (ONH) topographic analysis by stratus OCT in normal subjects: correlation to disc size, age, and ethnicity. *J Glaucoma* 2010; 19 (5): 310-318.
37. Leite MT, Rao HL, Weinreb RN, Zangwill LM, Bowd C, Sample PA et al. Agreement Among Spectral-Domain Optical Coherence Tomography Instruments for Assessing Retinal Nerve Fiber Layer Thickness. *Am J Ophthalmol* 2011; 151 (1): 85-91.
38. Schuman JS, Wollstein G, Farra T, Hertzmark E, Aydin A, Fujimoto JG et al. Comparison of optic nerve head measurements obtained by optical coherence tomography and confocal scanning laser ophthalmoscopy. *Am J Ophthalmol* 2003; 135 (4): 504-512.
39. Mae O, Gordon, Michael A. Kass. The Ocular Hypertension Treatment Study: Design and Baseline Description of the Participants. *Arch Ophthalmol* 1999; 117 (5): 573-583.