

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
FASE III**

**EVALUACIÓN DE LA  
EXCAVACIÓN DEL NERVIO ÓPTICO A TRAVÉS DEL  
OFTALMOSCOPIO DIRECTO VRS. ULTRASONIDO OCULAR**

**Hospital de Ojos y Oídos “Dr. Rodolfo Robles V” de Guatemala.  
junio – julio 2002**

**Johanna del Rosario Meléndez Mollinedo  
Carné: 9617641**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>PÁGINAS</b>
I. Introducción .....	4
II. Definición y Análisis del Problema .....	5
III. Justificación .....	6
IV. Objetivos .....	7
V. Revisión Bibliográfica .....	8
A) Globo ocular .....	8
1) Anatomía .....	8
2) Nervio óptico .....	12
3) Tamaño del nervio óptico .....	19
4) Forma del nervio óptico .....	19
5) Reborde neural .....	20
B) Glaucoma .....	20
1) Definición .....	20
2) Clasificación .....	22
3) Patogénesis de la atrofia óptica glaucomatosa .....	24
4) Clínica del daño glaucomatoso .....	27
5) Métodos diagnósticos .....	28
a) Oftalmoscopia directa .....	28
b) Ultrasonido ocular .....	31

VI.	Material y Métodos .....	36
VII.	Presentación y Análisis de Resultados .....	44
VIII.	Conclusiones .....	68
IX.	Recomendaciones .....	69
X.	Resumen .....	70
XI.	Referencias Bibliográficas .....	71
XII.	Anexos .....	73

## I. INTRODUCCIÓN

El presente es un estudio transversal - descriptivo que compara dos técnicas diagnósticas: la oftalmoscopia directa y el ultrasonido ocular. Estas dos técnicas son utilizadas para el diagnóstico de patologías diferentes, sin embargo en este estudio se pretende comparar ambas técnicas para evaluar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido ocular para la detección de excavación del nervio óptico.

Se estudiaron 218 pacientes, que acudieran a la clínica de consulta externa de glaucoma del Hospital de Ojos y Oídos "Dr. Rodolfo Robles V" durante los meses de junio y julio del presente año, obteniendo con ellos un total de 382 ojos evaluados.

Se encontró entonces una sensibilidad de 81.7% y una especificidad de 45.8% del ultrasonido ocular para la detección de la excavación del nervio óptico.

## II. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DEL PROBLEMA

En el año de 2001 fueron evaluados en la consulta externa de glaucoma 4,223 pacientes, siendo esto el 12% de la consulta externa de un año en el Hospital Rodolfo Robles, conociendo que esta población tiene ya un riesgo de ceguera, pues según datos publicados por la Organización Mundial de la Salud en 1995, el glaucoma es causa directa de ceguera en 5.1 millones de personas (13.5% de ceguera global) y la segunda causa de consulta al oftalmólogo. (18)

Sin embargo no sólo el glaucoma puede ocasionar lesión del nervio óptico, y la subsecuente ceguera, sino que también el trauma cráneo-encefálico, neuritis, etc., pueden causarle daño.

Por tanto, no siempre el daño al nervio óptico se va a ver acompañado de glaucoma, y algunas veces la evaluación de éste puede causar inconvenientes, si encontramos patologías que puedan causar opacidad a la cámara anterior, como catarata, células en la cámara anterior, miosis pupilar, sinequias, etc., impidiendo la visibilidad del nervio óptico por medio del oftalmoscopio directo, método diagnóstico utilizado para su evaluación. De aquí que reviste especial importancia la valoración de otro método diagnóstico para determinar la excavación del nervio óptico, el cual pueda determinar el estado del nervio óptico aún y cuando exista algún impedimento en la cámara anterior para su visualización.

Es por esto que conocer la confiabilidad del ultrasonido, método diagnóstico propuesto para valorar la excavación aún con presencia de opacidad de la cámara anterior, es de gran importancia para determinar en estos pacientes el estado de la excavación del nervio óptico y, partiendo de aquí, decidir un tratamiento apropiado, lo cual beneficiaría a los pacientes en cuanto a prevención de complicaciones y retrasos que pueden poner en riesgo su visión.

El presente estudio pretende comparar la oftalmoscopía directa con ultrasonido ocular, y determinar si este último posee sensibilidad y especificidad para determinar la excavación del nervio óptico, considerando además que el costo del ultrasonido ocular no es excesivo, lo que lo convierte en un método diagnóstico accesible para la población.

### III. JUSTIFICACIÓN

Se ha demostrado la relación existente entre el glaucoma y el daño al nervio óptico, lo cual pone en riesgo inminente al paciente con glaucoma de sufrir ceguera, disminuyendo su calidad de vida y productividad.

En Guatemala, el Hospital Rodolfo Robles atiende pacientes con patologías oculares (sólo en consulta externa de adultos del año 2001 se evaluaron 34,945 pacientes, sin contar encamamiento, emergencia, pediatría, etc.). De estos 34,945 pacientes, se evaluaron 4,223 pacientes en la clínica de glaucoma, siendo un 12% de la consulta total, y se encontró que aproximadamente 1,500 pacientes presentan opacidad de la cámara anterior, y ante los cuales la determinación de la excavación del nervio óptico por el método de oftalmoscopia directa es imposible.

Si estos pacientes además de la opacidad de la cámara anterior presentan otra patología oftálmica que requiera cirugía, es imposible determinar la posibilidad de éxito, debido a que si se encuentra dañado el nervio óptico, existe ceguera, lo que haría innecesaria y hasta arriesgada la cirugía.

Se pretende determinar la sensibilidad y especificidad del ultrasonido ocular (USG ocular), para así evitar tratamientos erróneos, y arriesgados para los pacientes en los cuales es imposible la evaluación por oftalmoscopia directa; el USG es un método diagnóstico con un valor entre Q.100.00 y Q.300.00 para ambos ojos, sin embargo debe tenerse en cuenta que se utilizará solamente en pacientes con opacidad de la cámara anterior, evitándoles con este gasto, algún otro gasto innecesario por tratamientos erróneos y que puedan ponerles en riesgo.

Por tanto, determinar la confiabilidad del USG ocular será de utilidad para pacientes con opacidad de la cámara anterior, lo cual podrá determinar mejor el estado del nervio óptico, y por tanto guiar el tratamiento de acuerdo a este resultado.

## IV. OBJETIVOS

### A) GENERAL:

- Evaluar las técnicas diagnósticas de oftalmoscopia directa y ultrasonido ocular, para la determinación de la excavación del nervio óptico.

### B) ESPECÍFICOS:

- Cuantificar la sensibilidad y especificidad de la técnica de ultrasonido ocular para la detección de la excavación del nervio óptico

## V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### A) GLOBO OCULAR:

#### 1) Anatomía General:

El globo ocular tiene una forma esférica, levemente aplanada de arriba hacia abajo, con un diámetro anteroposterior promedio de 22 mm. Se encuentra situado en la órbita ósea, apoyado sobre el cabestrillo aponeurótico y rodeado de grasa y tejido conectivo. Tiene aproximadamente un peso de 7 a 7.5 gramos cada uno. Esta estructura consiste en tres capas: (1, 10)

#### a) Capas principales

- i) Capa externa (esclerótica y córnea). La córnea se encuentra por delante, es transparente, con aspecto de vidrio de reloj. La esclerótica por detrás, es más extensa, conforma las 5/6 partes de la superficie del globo ocular y puede compararse con una esfera hueca a la que se le adapta la córnea. Aquí se insertan los músculos oculares y el nervio óptico se desprende de su porción posterior a 3 mm por dentro y a 1 mm por debajo de su polo posterior. (1, 10)
  
- ii) Capa media o úvea (coroides, cuerpo ciliar e iris). La coroides consiste básicamente en vasos sanguíneos, es de un color pardo oscuro y termina por delante del ecuador del ojo, y continúa con la zona ciliar por medio de un borde denominado Ora Serrata. La zona ciliar comprende el músculo ciliar y el cuerpo ciliar. El iris se encuentra bañada por el Humor Acuoso y puede presentar seis colores: negro, pardo, castaño, verde, gris, azul y colores intermedios. Además presenta un agujero en su región central llamada pupila, la cual se observa de color negro porque no puede emerger luz desde el ojo. El esfínter del iris envuelve a la pupila, y su contracción o dilatación hacen que se presente midriasis o miosis pupilar. (1, 10)



- iii) Capa interna (retina, ciliar, iridiana). La retina es una expansión del nervio óptico hasta la Ora Serrata, después de esta parte es una fina capa unida a la superficie posterior del cuerpo ciliar y el iris. La superficie interna de la mitad posterior del globo recibe el nombre de fondo de ojo. (1, 10)

b) Cámaras:

El ojo incluye tres cámaras, siendo estas:

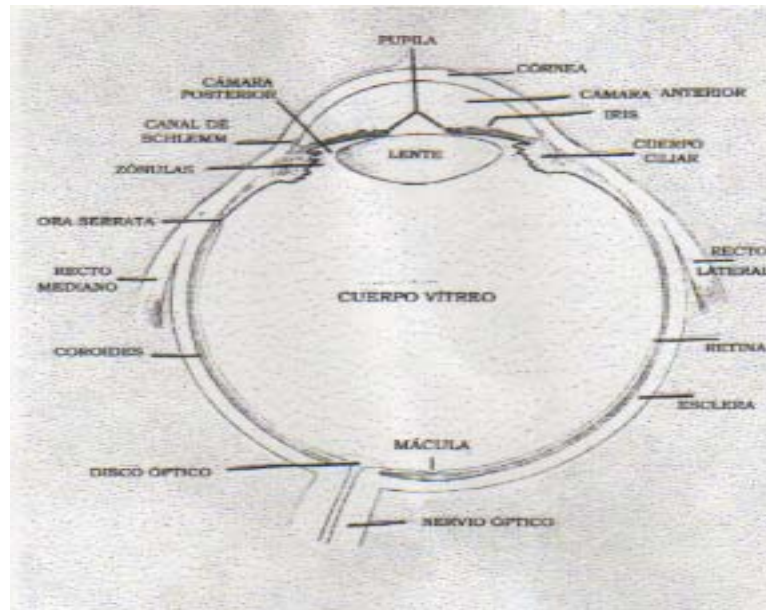
- i) Cavidad del vítreo: que es la cámara mayor y está localizada detrás del cristalino y de la zónula, y en toda su extensión se encuentra en contacto con la retina. (3)
- ii) Cámara posterior: muy pequeña, limitada por el cristalino y la zónula detrás, y por el iris delante, con un volumen en el adulto de 0.06 ml. (3)
- iii) Cámara anterior: localizada entre el iris y la superficie posterior de la córnea, se comunica con la cámara posterior a través de la pupila, con un volumen en el adulto de 0.20 ml. (3)

c) Medios de Refracción

Para llegar a la retina, la luz debe pasar por varias sustancias transparentes, las cuales deben refractar la luz. Estos medios de refracción son: (1, 9, 10)

- i) Córnea: Es la continuación transparente de la esclerótica y está comprendida por tejido conectivo. (10)
- ii) Humor acuoso: Es un líquido perfectamente límpido, formado por el epitelio del cuerpo ciliar, proveniente de los vasos del Iris y Cristalino, ocupa las cámaras anterior y posterior y luego pasa por espacios que atraviesan una estructura a nivel del ángulo iridocorneal, para desembocar en el conducto de Schlemm, el cual vierte el humor acuoso en las venas de los músculos vecinos. (1, 10)

- iii) Cristalino: Es un lente biconvexo, situado detrás de la pupila y por delante del humor vítreo, unido al cuerpo ciliar por la zónula de Zinn. Durante la juventud es completamente transparente, tornándose amarillento alrededor de los 40 años y color ámbar durante la vejez. El cristalino es el único medio de refracción del ojo cuya capacidad retráctil puede variar de un momento a otro para conservar la agudeza visual. (1, 10)
- iv) Cuerpo vítreo: Es una masa gelatinosa, transparente que ocupa el espacio entre el cristalino y la retina. Posee una membrana llamada hialoides y su contenido es el humor vítreo. Se forma desde la embriogénesis y ya no es sustituido después, como el humor acuoso. (1, 10)



ESQUEMA NORMAL DEL OJO

(Modificado de Saunders, W. H y W. H.Havener. Nursing care in eye, ear, nose and throat. Disorders, Mosby, 1979)

d) Anexos del ojo:

Se llaman así a las estructuras vecinas al globo ocular, que facilitan la función visual y además tienen función de protección al mismo. (1)

- i) Conjuntiva: Formada de tejido conjuntivo altamente vascularizado, se inicia en el borde circular de la córnea y se extiende hacia atrás, hasta muy cerca del ecuador del ojo, luego se refleja sobre sí misma, cubriendo ahora la porción interna de los párpados, terminando en el borde libre de los mismos. Puede ser dividida dependiendo del lugar que recubre como conjuntiva bulbar y conjuntiva palpebral. (1, 4)
- ii) Músculos: Los músculos extrínsecos del ojo son 6 y se encargan de la movilización de este en diferentes direcciones, con una amplitud no mayor de  $50^\circ$ . Casi todos se originan en el Anillo de Zinn, por donde pasa también el nervio óptico. Estos seis músculos son: Recto superior (gira el ojo hacia arriba y adentro), recto inferior (hacia abajo y adentro), recto interno (hacia adentro) recto externo (hacia fuera), oblicuo mayor (hacia abajo con rotación externa, y el oblicuo menor (hacia arriba con rotación externa). (1, 4, 10)
- iii) Párpados: Tienen primordialmente una función protectora, movilizándose hacia arriba y abajo. Tienen en su borde libre las pestañas. También cuentan con las glándulas de Meibomio, las cuales vierten su contenido mucoide hacia la conjuntiva para lubricar los movimientos de los párpados. (1, 4)
- iv) Cejas: Son dos agrupaciones pilosas dispuestas en forma de arco, colocadas arriba de los párpados superiores. Su papel, al igual que los párpados, es de protección contra el sudor que se produce en la frente, evitando que este caiga dentro del ojo. (1)

- v) Aparato Lagrimal: Produce un líquido acuoso, salado y que sirve como lubricación y humectación para la conjuntiva y córnea. Esta constituido por una glándula productora de líquido lagrimal, alojada en la fosita lagrimal. La secreción del líquido se da por medio de 5 a 6 pequeños conductos que recorren hacia el párpado superior, con lo cual se humedece y lubrica la superficie expuesta del globo ocular y conjuntiva. (1, 4)

## 2) Nervio Óptico:

Las vías ópticas se inician en la retina, donde los impulsos aquí producidos pasan por los foto-receptores (conos y bastones) y posteriormente por tres neuronas, dos de ellas se encuentran dentro de la retina, para llegar a la corteza occipital de los hemisferios cerebrales. (2)

Los impulsos que se forman a nivel de conos y bastones pasan a la célula bipolar, y posteriormente a las células ganglionares, las cuales forman con sus axones lo que se denomina NERVIO ÓPTICO. Por su importancia se encuentra protegido por una cubierta que se continúa en el ojo con la esclera y a nivel cerebral con la duramadre. Íntimamente las fibras del nervio óptico están cubiertas por una prolongación de la piamadre. Entre la cubierta dural y la piamadre se extiende la aracnoides, que termina al llegar al globo ocular. Las células ganglionares se dividen en dos clases: magnocelulares y parvocelulares. (3, 4, 17)

El nervio óptico inicia en el globo ocular, y termina en el quiasma óptico, con una longitud de 4 a 5 centímetros. Se consideran en él cuatro porciones: intraocular, intraorbitaria, intracanalicular e intracraneana. (17)

El nervio óptico entra en el cráneo por el agujero óptico, y se une con el nervio del lado opuesto conformando así el quiasma óptico, donde se produce un entrecruzamiento de los nervios, prosiguiendo su recorrido al lado contrario a través de las cintillas ópticas. (2, 4, 9, 17)

En la visión binocular la imagen llega a ambas retinas, formándose una imagen tridimensional al proyectarse la imagen sobre la mitad nasal de la retina del ojo derecho y la mitad temporal del ojo izquierdo. (2, 4)

El componente nervioso del nervio óptico es de aproximadamente 1.2 a 1.5 millones de axones. (3, 7)

La cabeza del nervio óptico es la porción distal del nervio óptico, siendo altamente susceptible al aumento de presión intraocular. Esta porción del nervio óptico se extiende desde la superficie de la retina hacia la porción mielinizada del nervio óptico, que inicia justo detrás de la esclera. Su diámetro es de aproximadamente 1.5 milímetros. Debido a que las fibras nerviosas cambian abruptamente de dirección, doblándose centrífugamente, se forma una concavidad central o “excavación”, llamada comúnmente “copa fisiológica”, la cual se observa de un color más amarillo debido a las fibras de colágeno de la lámina cribosa que sirven como base al tejido conectivo. (7, 18)

La copa fisiológica o “excavación del nervio” ocupa normalmente un 30% del diámetro de la cabeza del nervio, pudiendo variar las dimensiones dependiendo del tamaño del ojo y el diámetro del canal de la esclera. En el desarrollo de glaucoma se pierden paulatinamente fibras nerviosas, lo cual produce el desarrollo de una copa fisiológica mayor, hasta que desaparece el tejido nervioso. (7, 18)

En la cabeza del nervio óptico, los axones se agrupan en aproximadamente 1,000 paquetes, teniendo como base los astrogliocitos. Se ha determinado una variación considerable en el tamaño de la cabeza del nervio óptico, demostrando un estudio entre 0.85 – 2.43 mm en los diámetros más pequeños y de 1.21 a 2.86 mm en los diámetros mayores. (18)

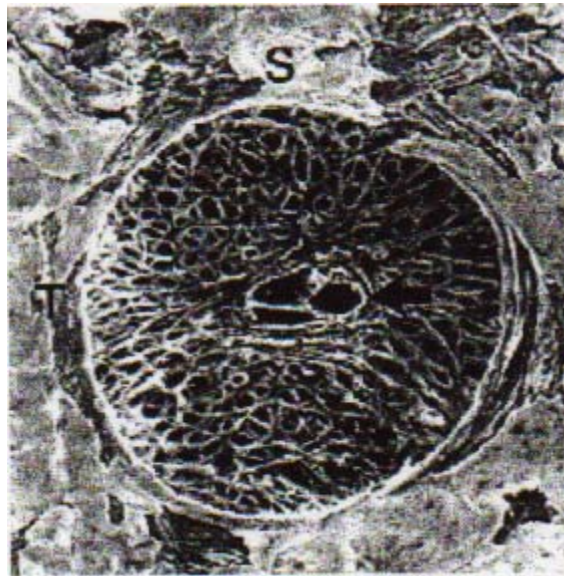
El nervio óptico nunca se había podido visualizar, hasta que Helmholtz, en 1851 inventó el oftalmoscopio. Fue hasta en el año de 1855 en que von Graefe describió la atrofia óptica en el glaucoma como “amaurosis con excavación del nervio óptico”. Schnabel encontró pérdida de fibras con formación de cavidades en glaucoma,

pero no fue hasta que Fuchs y Elliot que los cambios causados en el nervio óptico por el glaucoma fueron descritos. (7)

a) Divisiones de la cabeza del Nervio Óptico:

- i) Capa de fibras nerviosa: La porción más íntima de la cabeza del nervio óptico está compuesta predominantemente por neuronas. Los paquetes axonales adquieren progresivamente más tejido glial interaxonal dentro de la porción intraocular de la cabeza del nervio. Esta porción puede ser vista con el oftalmoscopio usando el filtro verde. (3, 7, 18)
- ii) Región prelaminar: Esta región puede ser examinada clínicamente sólo en el área de la copa fisiológica. Esta capa recibe los axones del nervio óptico a manera que se angulan posteriormente desde el plano de la retina hacia el plano de la coroides. Esta región también es conocida como la porción anterior de la lámina cribosa. Las estructuras predominantes en esta región son las neuronas y los astrocitos, con un aumento significativo en la cantidad de tejido astroglial. (3, 7, 18)
- iii) Región de la lamina cribosa: Esta porción es una lámina fenestrada de tejido conectivo donde además, pueden encontrarse fibras elásticas. Estas fenestraciones permiten a las fibras nerviosas salir del ojo. Histológicamente, la lámina cribosa aparece como una serie de paquetes de tejido conectivo fenestrado. Entre el nervio óptico y el tejido peripapilar adyacente descansa un borde de tejido conectivo, llamado de Elschnig. Una fenestración mayor, que se encuentra en el centro de la lámina cribosa, permite el paso de la arteria retinal central y la vena retinal central. Las fenestraciones neuronales dentro de la lámina son, histológicamente, mayores superior e inferiormente, a las comparadas con las nasales y temporales del nervio óptico. Estas diferencias sugieren un rol importante en el desarrollo de la neuropatía óptica en el glaucoma. Las alteraciones del tamaño de la cabeza del nervio óptico, el alargamiento de la copa fisiológica, ambos periférica y posteriormente,

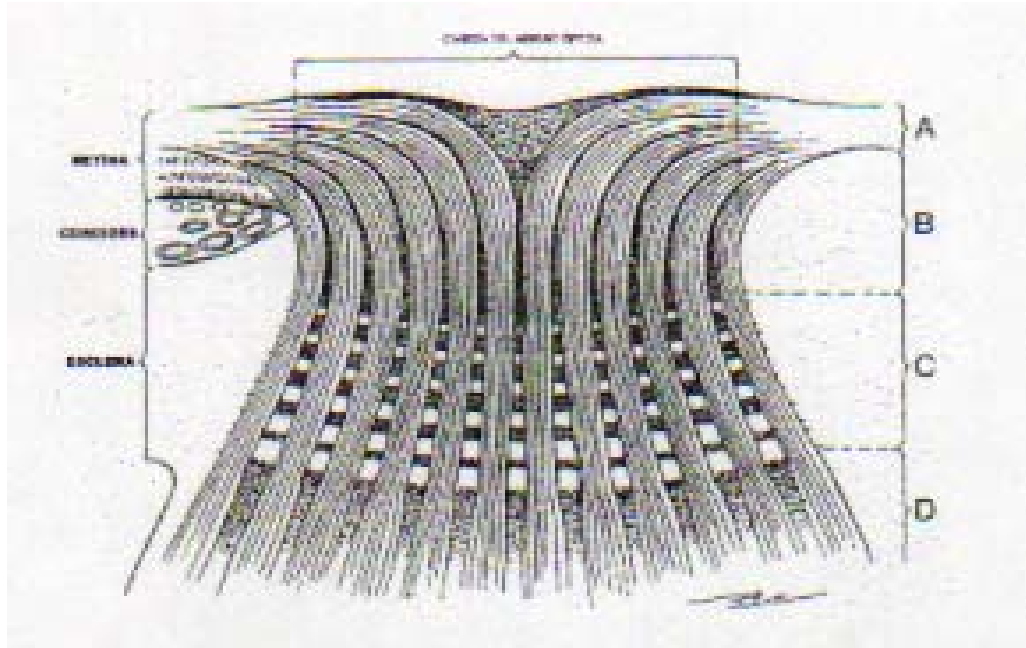
caracterizan la neuropatía glaucomatosa. De este modo, no solo hay pérdida de tejido neuronal, sino que también el tejido conectivo se vuelve deforme y con excavación de la lámina. Las alteraciones en el tejido conectivo en esta región parece ser una contribución a la patofisiología de la neuropatía que se presenta en el glaucoma. Las fenestraciones de la lámina cribosa pueden ser vistas clínicamente en la copa fisiológica con el oftalmoscopio. (3, 7, 18)



**FOTOGRAFÍA DE LA LÁMINA CRIBOSA, LA CUAL MUESTRA LA ABERTURA PARA LA VENA RETINIANA CENTRAL (FLECHA), Y ALREDEDOR LAS FENESTRACIONES DE LA LÁMINA.**

(Tomado de Shields, M. B. Textbook of Glaucoma. 4ta edición. Lippincott, 2000.)

- iv) Región retrolaminar: Se extiende posteriormente desde la lámina cribosa, descansando fuera del globo ocular. Esta área se caracteriza por la disminución de astrocitos y la capa de mielina adicional producida por oligodendrocitos, lo que hace que el diámetro del nervio se duplique. Se encuentra rodeada por las leptomeninges del sistema nervioso central. (3, 7, 18)



DIVISIONES DE LA CABEZA DEL NERVIÓ ÓPTICO: A = SUPERFICIE DE LA CAPA DE FIBRAS NERVIOSAS; B = REGIÓN PRELAMINAR; C = LÁMINA CRIBOSA; D = REGIÓN RETROLAMINAR.

(Tomado de Shields, M. B. Textbook of Glaucoma. 4ta edición. Lippincott, 2000.)

## b) Vascularización del nervio óptico:

i) Arterial: Las cuatro divisiones de la cabeza del nervio óptico se relacionan con su irrigación también en cuatro porciones:

- ◆ Capa de fibras nerviosas: Se encuentra mayormente irrigada por las ramas de la arteria central retiniana, la cual se anastomosa con venas de la región prelaminar y se continúa con los capilares peripapilares retinianos. (7, 18)
- ◆ Región prelaminar y laminar: La pequeña arteria ciliar posterior forma una anastomosis perineural, circular, a nivel de la esclera, denominado el círculo de Zinn-Haller. Del cual se desprenden ramas que penetran el nervio óptico para irrigar estas regiones y la coroides peripapilar. Este círculo no se presenta en todos los casos, siendo irrigado entonces por ramas directas de la arteria ciliar posterior. (7, 18)



- ◆ Región retrolaminar: Esta región está irrigada por la circulación ciliar y retineal, específicamente de la arteria central retineal. (3, 7, 18)
  
  - ii) Venosa: El retorno venoso en la cabeza del nervio óptico se encuentra dado mayormente por la vena retiniana central, aunque cierta cantidad de sangre puede ingresar al sistema coroidal. (18)
  
  - iii) Capilares: Aunque derivan de circulación retiniana y ciliar, los capilares de la cabeza del nervio óptico se asemejan más a los capilares retinianos que a los capilares coroideos. Estas características incluyen: uniones estrechas y endotelio no fenestrado. (18)
- c) Axones:
- i) Capa de fibras nerviosas de la retina: A medida que los axones atraviesan la fibra nerviosa desde las células ganglionares hasta la cabeza del nervio óptico, estas se van distribuyendo según un patrón determinado. Las fibras de la región temporal periférica se arquean por encima o debajo de la fóvea, formando las fibras nerviosas arcuatas; las que vienen de la retina y las fibras nasales toman un camino más directo hacia la cabeza del nervio óptico, formando las fibras papilomaculares. (18)
  
  - ii) Axones en la cabeza del nervio óptico: Las fibras nerviosas arcuatas ocupan la porción superior e inferior de la cabeza del nervio óptico, siendo las más susceptibles al daño glaucomatoso temprano. Las fibras papilomaculares ocupan un lugar más central en la cabeza del nervio óptico, y además se entremezclan con fibras extramaculares, lo cual puede explicar la capacidad visual central que permanece durante el daño glaucomatoso temprano. En estudios significativos se ha determinado una cantidad axonal en la cabeza del nervio óptico de aproximadamente 693,316 a 1,158,000, consintiendo una variación normal de 200,000 fibras axonales. Además se ha

determinado un diámetro aceptable entre los rangos de 0.65 a 1.10  $\mu\text{m}$ . (18)

- iii) Influencia de la edad: Los extremos de la vida suelen influir en la cantidad axonal y del tejido conectivo. Se ha descubierto que el nervio óptico alcanza un 50% del tamaño del adulto en la 20ava semana de gestación, 75% al nacimiento y un 95% antes del año de edad. El proceso de mielinización axonal se completa al primer año de vida en la región retrolaminar. El tejido conectivo que se encuentra en la lámina cribosa tampoco se ha completado al momento del nacimiento, lo cual puede explicar la gran susceptibilidad del nervio óptico infantil a sufrir aumento de la excavación, así como a ser reversible. (18)

También en la vejez existe una pérdida progresiva de axones, espacio que es ocupado por las leptomeninges. La pérdida de axones se ha estimado que sea entre 4,000 y 12,000 por año. (18)

El disco óptico puede ser examinado clínicamente mediante el uso del oftalmoscopio directo o indirecto. El oftalmoscopio directo es utilizado para el examen del disco, y cuando es utilizado con un filtro rojo provee visión de las fibras nerviosas del polo posterior, pero no provee detalles para determinar cambios en la topografía del disco. El oftalmoscopio indirecto es utilizado para el examen de niños, pacientes no colaboradores o con alto grado de miopía. (3)

La apariencia de la cabeza del nervio óptico vista en el oftalmoscopio directo es oval, aunque hay variaciones de tamaño y forma. Presenta en el centro una *copa* o excavación y un área de palidez, la cual representa la ausencia parcial o total de axones. La porción que se encuentra entre la copa y el margen del disco se denomina tabique neural, representa el lugar donde se determina tamaño de los axones y tiene un color anaranjado-rosa uniforme. Las venas retinianas se observan del lado nasal. Es importante definir que es recomendable evaluar el nervio óptico sin necesidad de dilatación pupilar, porque su apariencia de esta forma es útil para futuras referencias. (3, 7, 18)

### **3) Tamaño:**

La copa fisiológica puede ser descrita como el radio horizontal copa/disco, y pueden existir variaciones, debido a la variación del diámetro del disco. Por oftalmoscopia directa pueden encontrarse variaciones de 0.0 – a 0.3, y sólo en algunos casos hasta 0.7 o más, esto en la población con disco óptico normal. Se ha descrito la simetría del tamaño de la copa fisiológica en individuos normales, y que puede existir una diferencia del radio copa/disco de 0.2 o más entre los dos ojos de un mismo individuo en un 1% de la población, sin embargo es un signo característico de la presentación del glaucoma la asimetría que existe entre la copa fisiológica de ambos ojos del mismo individuo. (3, 18)

El tamaño de la copa fisiológica puede ser similar en pacientes que son familiares, lo que puede constituirse como un rasgo hereditario. La mayoría de estudios concuerdan que no existe relación significativa entre el tamaño de la copa fisiológica y la edad ni el sexo, aunque algunos otros sugieren que puede elongarse con la edad adulta. Se ha descrito que sí pueden existir diferencias raciales en cuanto al tamaño de la copa fisiológica, teniendo en cuenta que en individuos negros se observa una copa más grande. Tampoco se ha observado correlación entre el tamaño del disco óptico y errores refractivos, solamente cuando se trata de ojos con alto grado de miopía (por arriba de 8.00 dioptrías) (3, 18)

### **4) Forma:**

Los márgenes de la copa y del disco tienden a ir más o menos paralelos entre ellos, sin embargo la porción inferior del tabique neural es el más ancho de los cuatro cuadrantes, lo que permite que la copa tenga una forma oval, horizontal en la mayoría de los ojos. En 1899, Elsching agrupo las copas fisiológicas normales en:

- **Tipo I :** Copas pequeñas paredes en forma de embudo
- **Tipo II:** Copa temporal, cilíndrica
- **Tipo III:** Copa central, en forma de olla
- **Tipo IV:** Copa central o temporal con desarrollo normal de la pared nasal, pero una pared temporal que gradualmente declina hacia el margen del disco
- **Tipo V:** Anomalías del desarrollo (18)

### 5) Reborde neural:

Se ha determinado que son las alteraciones del reborde neural de un ojo con glaucoma, las que llevan a los cambios en la copa fisiológica y a la pérdida del campo visual. El radio Copa/disco es solamente una medida indirecta de la cantidad de tejido nervioso en la cabeza del nervio óptico, y debe ser falso debido que el incremento del diámetro de la cabeza del nervio puede estar asociado con una disminución del ancho del reborde neural, y aumento del tamaño de la copa. (3, 18)

El reborde neural de la cabeza del nervio óptico normal está inclinado en su cuadrante inferior, con el tabique temporal más delgado. Estudios determinaron que existe correlación entre el área del reborde neural y del disco que se ve adelgazado o engrosado, y esto es debido en parte al número de axones de las células ganglionares. (3, 18)

### B) GLAUCOMA:

#### 1) Definición:

Se denomina glaucoma a un conjunto de alteraciones oculares, multifactoriales, cuya principal característica es la neuropatía óptica progresiva, y donde también existe pérdida del campo visual y aumento de la presión intraocular. (3, 17)

La palabra glaucoma deriva del griego *glaukós*, que significa “azul acuoso”. Esta condición fue mencionada por Hipócrates, padre de la medicina, como una de las enfermedades que afectan primordialmente a pacientes mayores. Posteriormente se le denominó *ypochýmia*, lo cual correspondía con la catarata, pero se asumía que ambas patologías eran idénticas. (3)

Pierre Brisseau publicó un libro en 1709 sobre catarata y glaucoma, siendo el primero en considerar el glaucoma como una opacidad vítrea. (3)

La primera diferencia satisfactoria entre la definición de glaucoma y la catarata fue realizada por Charles St, Yves: “Glaucoma es una de las falsas cataratas. Primero el paciente ve borroso y nublado, luego pierden la visión mientras la pupila se dilata; finalmente, sólo un remanente de la visión permanece. La enfermedad puede empezar con severo dolor. El pronóstico es pobre. Existe el riesgo que el otro ojo también se vea afectado” (3)

Johann Zacharias Platner fue el primero en declarar el endurecimiento del ojo que presenta glaucoma, siendo la teoría del aumento de la presión esclarecida por William Mackenzie. (3)

El globo ocular debe mantener su forma esférica para cumplir su función normal, lo cual se consigue gracias a la presión interna, que se conoce como “tensión ocular”, y la cual se puede evaluar clínicamente por medio de la palpación. La presión intraocular está determinada por: (3, 17)

- La proporción de producción de humor acuoso por el cuerpo ciliar
- La resistencia al flujo acuoso a través de la red trabecular del canal de Schlemm.
- El nivel de presión venosa episcleral. (3)

El humor acuoso se forma en el cuerpo ciliar, circulando desde esta a través de la cámara posterior y pasa por la pupila hacia la cámara anterior, manteniendo la tensión ocular normal y llevando nutrientes a los tejidos avasculares cercanos. El humor acuoso continúa a nivel del ángulo de la cámara anterior o iridocorneal, donde cerca de su

vértice existe una zona esponjosa denominada “trabéculo” o malla trabecular, por donde se absorbe el humor acuoso. El trabéculo está en contacto con el conducto de Schlemm, que circunvala todo el ángulo de la cámara anterior. A partir del conducto de Schlemm nacen los conductos colectores, los que llevan el humor acuoso hacia los plexos venosos escleral, epiescleral y conjuntival. (3, 17)

El rango aceptado de la presión intraocular en la población general es de 10 a 21 mmHg. En la mayoría de los casos el aumento de la presión intraocular se debe a la resistencia del flujo del humor acuoso. Sin embargo también existe el glaucoma de tensión normal, que sin alterar en gran medida la presión intraocular, puede provocar daño al nervio óptico y pérdida del campo visual. (3)

Aunque la elevación de la presión intraocular es claramente el factor de riesgo más frecuente para la atrofia óptica glaucomatosa, no es el único factor involucrado, e intentos para definir el glaucoma en base que la tensión ocular ya no es lo único. Debe reconocerse además que la neuropatía óptica glaucomatosa está asociada con pérdida progresiva de los campos visuales, y puede llevar a una ceguera total e irreversible, si la condición no es diagnosticada y tratada adecuadamente. Por tanto, una vez ocurre la ceguera, no existe tratamiento conocido para recuperar la visión. (3)

## 2) Clasificación:

Se han propuesto diversos esquemas de clasificación para el glaucoma, basados en varios aspectos como: edad del paciente (infantil, juvenil, adulto), lugar de la obstrucción (pretrabecular, trabecular, post-trabecular), tejido afectado, etiología, obstrucciones internas o externas (bloqueo pupilar, ciliar). (3)

La clasificación de glaucoma de ángulo cerrado del de ángulo abierto ha sido mayormente utilizada, debido a que se centra en la fisiopatología, creando un punto de partida para su manejo. (3, 17)

En el glaucoma de ángulo abierto el flujo del humor acuoso a través del sistema de Schlemm es defectuoso. En el glaucoma de ángulo cerrado la resistencia al flujo se ve aumentada por la obstrucción del iris periférico a la malla trabecular (17)

## Clasificación de Glaucoma Basado en los Eventos Iniciales

- A. Glaucoma de ángulo abierto:**
1. Glaucoma de ángulo abierto crónico
  2. Glaucoma de tensión normal
- B. Glaucoma de ángulo cerrado:**
1. Glaucoma con bloqueo pupilar
  2. Síndrome de Iris Plateau
  3. Mecanismos combinados de glaucoma
- C. Glaucoma a desarrollar:**
1. Glaucoma congénito
  2. Glaucoma juvenil
  3. Síndrome de Axenfeld-Rieger
  4. Anomalía de Peter
  5. Aniridia
  6. Otras anomalías desarrolladas
- D. Glaucoma asociado con otras patologías oculares y sistémicas:**
1. Glaucoma asociado con desórdenes del endotelio corneal
    - a. Síndrome iridocorneal endotelial
    - b. Distrofia polimorfa posterior
  2. Glaucoma asociado con desórdenes del iris y el cuerpo ciliar
    - a. Glaucoma pigmentario
    - b. Iridosquiasis
    - c. Iris Plateau
    - d. Quiste de iris y cuerpo ciliar
  3. Glaucoma asociado con desórdenes de los lentes
    - a. Síndrome de exfoliación
    - b. Glaucoma asociado con cataratas
  - c. Glaucoma asociado con dislocación de lentes
  4. Glaucoma asociado con desórdenes de la retina, coroides y cuerpo vítreo
    - a. Glaucoma neovascular
    - b. Glaucoma asociado con separación retinal y anomalías vitreoretinales
  5. Glaucoma asociado con tumores intraoculares
    - a. Melanoma maligno
    - b. Retinoblastoma
    - c. Carcinoma metastásico
    - d. Leucemias y linfomas
    - e. Tumores benignos
  6. Glaucoma asociado con elevación de la presión venosa episcleral
  7. Glaucoma asociado con inflamación
    - a. Glaucoma asociado a uveítis
    - b. Glaucoma asociado con keratitis, episcleritis y escleritis
  8. Glaucoma inducido por esteroides
  9. Glaucoma asociado con trauma ocular
  10. Glaucoma asociado con hemorragia
  11. Glaucoma posterior a cirugía intraocular
    - a. Glaucoma con bloqueo ciliar
    - b. Glaucoma con aphakia y pseudoaphakia
    - c. Glaucoma asociado con cirugía corneal
    - d. Glaucoma asociado con cirugía vitreoretinal

### 3) Patogénesis de la atrofia óptica glaucomatosa:

Se han propuesto diversas teorías para explicar el daño que sufre la cabeza del nervio óptico durante el glaucoma:

- ⊙ La teoría mecánica, propuesta en 1958 por Muller, la cual define que la elevación de la presión intraocular conlleva una compresión directa, y por ende la muerte de las neuronas.
- ⊙ La teoría vascular, propuesta también en 1958 por Jaeger, la cual sugiere que una anomalía vascular sería la causa de base para la atrofia del nervio.
- ⊙ La teoría de la atrofia cavernosa, propuesta en el año 1892 por Schnabel, quien sugiere que la atrofia de los elementos neuronales provoca espacios vacíos que traccionan la cabeza del nervio posteriormente.
- ⊙ En 1968 el rol del fluido axoplásmico en atrofia óptica glaucomatosa apoyó la teoría mecánica, sin excluir la posible influencia de la isquemia. (3, 7, 17, 18)

Para comprobar cada una de las teorías antes mencionadas, se han realizado diversos estudios, los cuales han demostrado las alteraciones que se producen en la cabeza del nervio óptico. El estudio histopatológico es el método más directo para estudiar las alteraciones que se presentan en la atrofia del nervio óptico, estas son:

- i) Alteraciones Gliales: Anteriormente se creía que la pérdida del tejido conectivo precedía a la pérdida neuronal; sin embargo estudios posteriores encontraron que las células de la glia no se pierden en las primeras etapas del daño glaucomatoso, y que son las únicas células que quedan luego de la pérdida axonal en los casos avanzados. (3, 18)



- ii) Alteraciones Vasculares: Diversos estudios han descartado la posibilidad de alguna correlación entre la atrofia del sistema vascular y la pérdida de los campos visuales, como tampoco una pérdida selectiva mayor de los capilares de la cabeza del nervio óptico. (3, 18)
  
- iii) Alteraciones de la Lámina Cribosa: Estudios han demostrado que la alteración en la lámina cribosa puede ser el primer evento en la patogénesis de la atrofia óptica glaucomatosa. En el ojo enucleado humano, la elevación aguda de la presión intraocular causa excavación posterior de la lámina, y cambios muy similares han sido observados en primates. La mayor parte del desplazamiento posterior ocurre en la lámina cribosa periférica, la cual corresponde a la región de la pérdida axonal primaria. En la evaluación de 25 ojos humanos glaucomatosos, la compresión sucesiva de las capas de la lámina cribosa fue la primera anomalía encontrada, mientras que la excavación posterior de toda la lámina sucedía después, comprometiendo primeramente las capas superiores y los polos inferiores. En los estadios iniciales del glaucoma en adultos, la magnitud de la excavación posterior no es suficiente para explicar la copa observada oftalmoscópicamente, sin embargo puede ser suficiente para causar compresión de los axones, demostrando la susceptibilidad de la lámina cribosa para sufrir daño con la elevación de la presión intraocular. Se ha demostrado también que la matriz extracelular de la lámina cribosa puede jugar un papel importante en este sentido. La elastina, proteína de las fibras elásticas la cual es responsable de su elasticidad, se observan curvadas, en vez de permanecer erectas, y se ven desconectadas del resto de los elementos del tejido conectivo. La expresión errada de RNAm de elastina en humanos con glaucoma de ángulo abierto, sugieren síntesis anormal de las fibras elásticas, lo cual resulta como coadyuvante al momento de elevación de la presión intraocular, causando la atrofia del nervio óptico. (3, 18)
  
- iv) Alteraciones axonales: La causa primordial de la formación de la excavación es la pérdida del tejido axonal. Se ha sugerido que el daño se asocia con un desplazamiento lateral

y posterior de la lámina cribosa, la cual comprime los axones. El daño al principio compromete los paquetes axonales a lo largo del nervio, mayormente pulo superior e inferior. Estudios histológicos en humanos definen que el daño a las fibras nerviosas mayores que el diámetro normal son más rápidamente susceptibles a la atrofia en el glaucoma, aunque tarde o temprano todas las fibras son dañadas. En la retina de primates existe una pérdida selectiva de las células ganglionares más grandes. (3, 18)

- v) Irrigación: Usando Doppler láser para medir el flujo sanguíneo en la cabeza del nervio óptico humano, demostró una autorregulación compensatoria para reducir la presión de perfusión secundaria a la elevación de la presión intraocular, sin embargo en ojos humanos con glaucoma los estudios con Doppler mostraron una disminución en la velocidad del flujo en la cabeza del nervio óptico al haber un aumento en la presión intraocular. Estudios especiales demostraron que el rango al cual un ojo glaucomatoso puede adaptarse a los cambios de presión es mucho más reducido que en un ojo normal. Un estudio determinó que la edad puede influir en la respuesta vascular al aumento de la presión intraocular, dado que las venas en el borde del disco aumentan su calibre al haber reducción de la presión intraocular en pacientes con glaucoma de ángulo abierto de 55 años o menos, no así en mayores de esta edad. (3, 18)
  
- vi) Fluido axoplásmico: Esto se refiere al movimiento de material a través del axón de un nervio, la cual puede ser rápida o lenta. La fase rápida se mueve aproximadamente a 410mm/día y puede suplir el material de la sinapsis, axolema y retículo endoplásmico agranulocítico del axón; la fase lenta se mueve a 1-3mm/día y se cree que puede estar relacionado con el mantenimiento y crecimiento de los axones. El fluido del axoplasma puede ser retrógrado o anterógrado., y puede verse interrumpido al haber compresión de las fibras nerviosas contra la lámina cribosa, lo cual impediría el flujo axonal, y por ende, la comunicación entre las fibras, y su muerte. (3, 18)

Se ha demostrado por medio de estudios que puede existir daño unilateral de glaucoma, es decir que sólo un ojo puede estar afectado por el glaucoma, lo cual ha reforzado la teoría mecánica. (3)

También se han encontrado otros factores, además que la elevación de la presión intraocular, que pueden dar una susceptibilidad individual al daño glaucomatoso, estas pueden incluir la miopía, diabetes y enfermedades cardiovasculares. (3)

#### 4) Clínica del daño glaucomatoso al nervio óptico:

Se pueden encontrar signos específicos de glaucoma con el oftalmoscopio, estos son:

##### a) Signos generales:

- Alargamiento de la copa fisiológica
- Asimetría de las copas
- Alargamiento progresivo de la copa

##### b) Signos focales:

- Estrechamiento del tabique
- Elongación vertical de la copa
- Excavación hacia el margen
- palidez regional
- Hemorragia en astilla
- Pérdida de la capa de las fibras nerviosas

##### c) Signos menos específicos:

- Exposición de la lámina cribosa
- Desplazamiento nasal de los vasos
- Venas circunlineares
- Crecimiento periférico (3)

## 5) Métodos diagnósticos:

Existen varios métodos para determinar la excavación del nervio óptico, tales como la oftalmoscopia directa, estereofotografías, lentes de 90 dioptrías, lente de Koeppel, lente de Goldmann (los cuales dan mayor detalle estereopsis), lente de Hruby, fotografías de fondo de ojo, oftalmoscopio láser, tomografía ocular específica. Sin embargo en este trabajo se profundizará en los dos métodos diagnósticos que están bajo estudio: oftalmoscopia directa y ultrasonido ocular. (17)

### a) Oftalmoscopia directa:

El nervio óptico no había sido visualizado en humanos, hasta la invención del oftalmoscopio, realizado por Helmholtz en 1851, lo que abrió campo para la investigación de enfermedades oculares. (7, 17)

El oftalmoscopio es un aparato que tiene un visor con una serie de lentes calibrados en dioptrías, y que nos permite enfocar adecuadamente los componentes del fondo del ojo. Este aparato posee una fuente propia de luz y una serie de filtros, para indicaciones específicas de uso. (2)

El examen debe realizarse en un lugar tranquilo y obscuro, con el paciente sentado o decúbito supino. Por regla general, el médico que realiza el examen debe colocarse, si se examina el ojo derecho del paciente, del lado derecho del paciente, tomar el oftalmoscopio con su mano derecha y utilizar su ojo derecho; y viceversa al examinar el ojo izquierdo. Colocar la mano contralateral que se examina en la cabeza del paciente, procurando que el pulgar eleve el párpado superior del ojo que se está examinando. Se le pide al paciente que mantenga su vista en un punto fijo, esto con la finalidad de evitar que mueva el ojo durante el examen. (2)

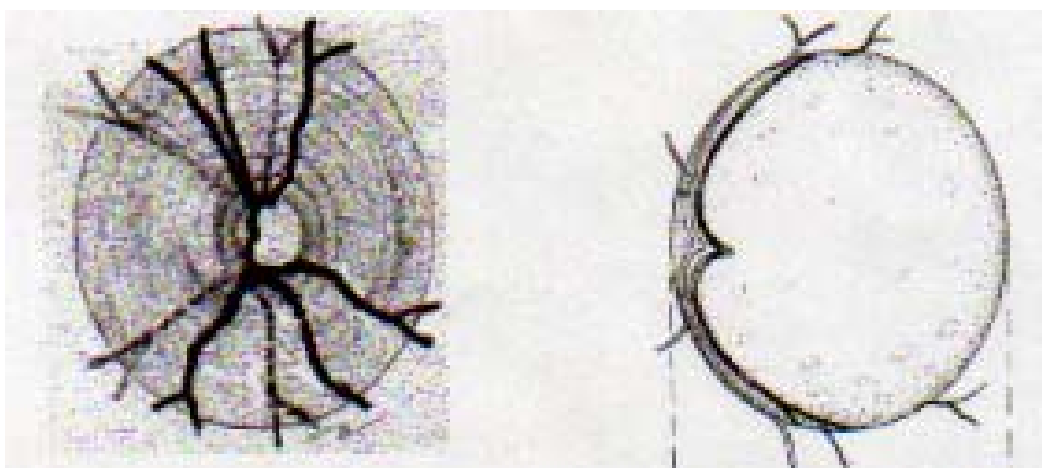
El dedo índice de la mano del examinador que sostiene el oftalmoscopio se coloca en el borde del disco que cambia los lentes, para obtener la dioptría adecuada. Debe colocarse aproximadamente a 40 centímetros del paciente e iniciar con la dioptría +8, y luego ir acercándose al paciente, hasta llegar a 10 centímetros del paciente con una dioptría de 0, para iniciar el examen propiamente del fondo de ojo. (2)

En el examen de fondo de ojo se prestará atención a cuatro estructuras específicas: **retina, papila, vasos sanguíneos y mácula** (2, 17)

La retina se observa de un color rojo-anaranjado, y en el cual se distingue el resto de estructuras oculares. (2)

La papila nos muestra una parte del sistema nervioso central y del sistema vascular, constituyendo la entrada del nervio óptico; su forma es circular o ligeramente ovalada en sentido vertical, con medidas de 1.4 a 1.8 mm; tiene un color blanquecino-rosado, debido al blanco de la lámina cribosa y el rosado proviene de la red capilar de la arteria central y del círculo arterial de Haller, presenta un borde definido, observándose más nítido el lado temporal que el nasal, debido a que las fibras transparentes que forman el nervio óptico son más abundantes del lado nasal. En el centro de la papila se encuentra la copa fisiológica. (2, 17)

La mácula lútea se encuentra situada en el lado temporal del nervio óptico, está desprovista de vasos visibles y no presenta bordes definidos. Tiene en su centro un punto brillante que corresponde a la fovea central, el nombre de mácula proviene de su aspecto cadavérico con que veían los antiguos anatomistas esta fovea. (2, 14)



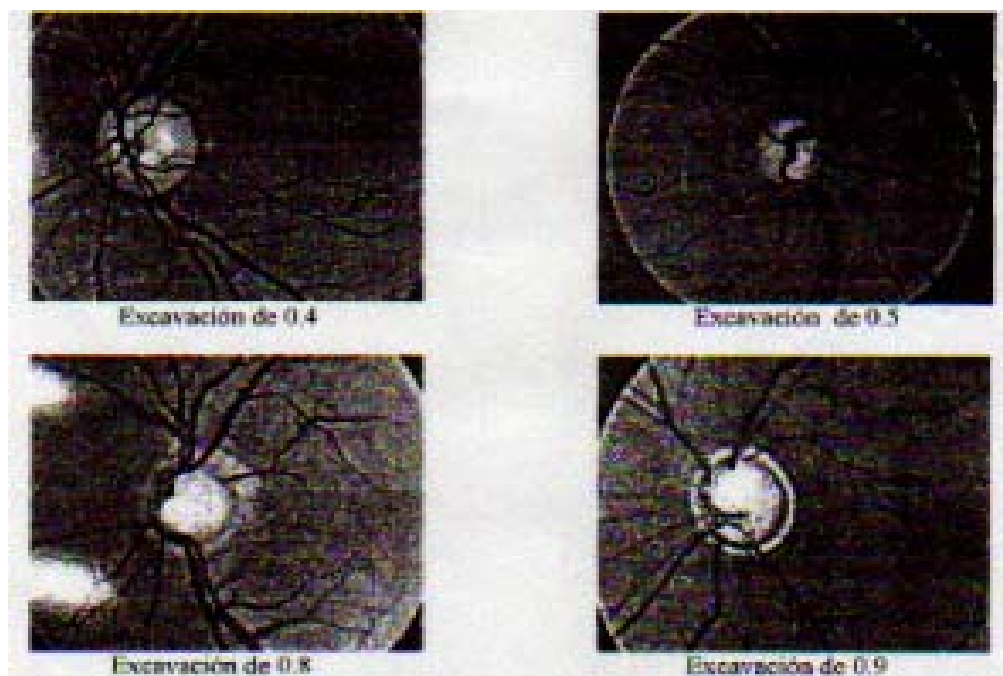
CABEZA DEL NERVIO ÓPTICO NORMAL

CABEZA DEL NERVIO ÓPTICO CON  
EXCAVACIÓN SEVERA

(Tomado de Shields, M. B. Textbook of Glaucoma. 4ta edición. Lippincott, 2000.)

Se pueden encontrar varios cambios por medio de oftalmoscopia directa, entre estos están:

- i) Asimetría de las copas: Es un signo del inicio del glaucoma el alargamiento de la copa fisiológica en todas direcciones. La asimetría de las copas fisiológicas en ambos ojos es raro en personas normales, pero al hacer este hallazgo puede considerarse un signo de inicio de glaucoma. (7)
- ii) Copa fisiológica anormal: En la mayoría de pacientes en que los cambios glaucomatosos cambian el desarrollo en el disco óptico, la copa fisiológica se agranda hasta alcanzar el margen temporal. La inclinación de la copa hacia el lado inferior temporal gradualmente se hace más profunda, lo que va formando la excavación. La excavación indica que la pared de la copa se ha precipitado. (7, 18)



Fotografías que muestran la excavación del nervio óptico, al cual se le dará un valor por medio del visoscopio. De acuerdo a esta medición los valores son los arriba mencionados.

- iii) Atrofia: La atrofia de las fibras nerviosas es el último momento en la pérdida irreversible de las funciones que conlleva el glaucoma. (7)

## b) Ultrasonido Ocular:

El sonido es definido como un disturbio vibratorio dentro de un sólido o líquido, y que viaja en un patrón de onda con una frecuencia de 20 a 20,000 hertz (Hz). Para que una onda sea considerada para ultrasonido, debe tener una frecuencia mayor de 20,000 Hz (20KHz), frecuencia que es inaudible para el oído humano. En oftalmología, las técnicas A-scan y B-scan usan una frecuencia de 10,000,000 Hz (10MHz), prediseñado por el aparato. Esta frecuencia extremadamente alta permite una excelente resolución de estructuras muy pequeñas. (19)

La velocidad del sonido es determinado completamente por la densidad del medio a través del cual deben pasar las ondas sonoras. El sonido viaja más rápido a través de sólidos que de líquidos, un principio importante, ya que el ojo está compuesto tanto por estructuras sólidas como líquidas. (19)

Pueden utilizarse ambas técnicas para evaluar el nervio óptico a través de ultrasonido ocular; la técnica B-scan y la técnica A-scan.

- i) Técnica B-scan: Es utilizada para evaluar la topografía general del nervio óptico retrobulbar. Adicionalmente, la técnica B-scan puede mostrar la relación del nervio óptico con estructuras como el globo, músculos extraoculares, huesos de la órbita, así como también lesiones retrobulbares. Pueden también observarse cambios, como anomalías del disco óptico, alteraciones en el contorno de la pared del globo. (8)

La técnica de B-scan usualmente se realiza con una fuerza media, sin embargo el examinador pudiera desear explorar el nervio con una potencia mayor al inicio, y posteriormente bajar la potencia hasta que el nervio óptico se observe claramente. Se debe realizar comparación con el nervio óptico contralateral siempre con la misma potencia. Pueden usarse cortes axiales, longitudinales y transversos para evaluar el nervio óptico. (8)

Para aproximaciones axiales, el paciente debe fijar la mirada, y el transductor es centrado en la córnea con las ondas sonoras dirigidas directamente a través del lente hacia

el nervio óptico. Esta aproximación muestra al nervio óptico en forma de cuñas, siendo estos defectos ecoluscentes (vacío acústico) encontrados en la porción posterior del globo. Esta apariencia en forma de cuña es debido parcialmente a la naturaleza homogénea del nervio óptico, así como a artefactos de sonido oblicuo creado por los bordes del nervio. Consecuentemente la aproximación axial provee sólo información limitada y es una evaluación primaria para documentar un alargamiento marcado del nervio óptico. Las vistas transversales y longitudinales proveen un sonido más perpendicular, y por tanto una vista más fiel del nervio. (8)

Con la aproximación longitudinal, el sonido traspasa los lentes y es dirigido mayormente de forma perpendicular al nervio óptico que la aproximación axial. Las vistas longitudinales son típicamente realizadas mientras el paciente fija el ojo ligeramente hacia la porción nasal, con el transductor colocado hacia la porción temporal, meridiano horizontal (longitudinal de 3 en punto del meridiano para la órbita derecha y a las 9 en punto del meridiano en la órbita izquierda). Con el marcador orientado hacia la córnea, el transductor es colocado cerca del limbo y el nervio por tanto se observa como la porción más baja del ecograma. (8)

La aproximación vertical-transversa, también traspasa los lentes, provee una sección anterior del nervio óptico, cerca del globo. Esta vista permite una relativa perpendicularidad del nervio óptico, presumiblemente por la refracción que ocurre en o cerca de las porciones perineurales. Se puede observar alargamientos gruesos, así como anomalías dentro del nervio óptico pueden ser vistas de esta forma. (8)

- ii) Técnica A-scan: Esta técnica provee medidas del disco óptico y se utiliza para analizar la reflectividad interna y estructuras propias del nervio óptico, así como sus capas. El instrumento se coloca en Sensibilidad de Tejido, y el examen se lleva a cabo primeramente con el paciente fijando primeramente la vista. El transductor se coloca en el globo a nivel temporal, cerca del ecuador (9 en punto para el ojo derecho y 3 en punto para el ojo izquierdo), y las ondas sonoras se dirigen a través



del globo anterior, hacia la inserción del músculo recto mediano. Luego se mueve lentamente el transductor para buscar un ángulo posterior y ligeramente superior, hasta que el patrón del nervio óptico aparece justo detrás del globo. Cuando las ondas sonoras se dirigen perpendicularmente hacia el nervio óptico, un defecto distinto se observa. Este defecto, que se el parénquima del nervio, es reconocido con una reflectividad de baja a media, y los bordes de las capas perineurales son altamente reflectivas. (8)

El nervio óptico es evaluado primeramente en su porción anterior. El transductor es entonces lentamente angulado hacia el ápice de la órbita para proporcionar la evaluación del nervio lo más posteriormente posible. Durante este procedimiento puede ser necesario inclinar el transductor suavemente hacia arriba o hacia abajo para mantener las ondas perpendiculares hacia las capas perineurales. (8)

La medición se realiza entre el aspecto interno de el inicio de la excavación y las capas altas, las que son típicamente delgadas. El pico interno corresponde a las capas de la piamadre y aracnoides, y el pico externo corresponde a la duramadre. El diámetro del nervio óptico debe ser medido tanto anterior como posteriormente (a pocos milímetros detrás del globo la porción anterior y lo más cerca del ápice de la órbita el posterior). Las mediciones pueden ser realizadas electrónicamente desde la pantalla y los cálculos del tamaño del nervio deben realizarse en base a una velocidad de 1,550 m/segundos. (8)

Las mediciones del nervio óptico normal son casi siempre iguales tanto anterior como posteriormente, y usualmente es simétrico con el nervio óptico contralateral (la diferencia entre cada uno no debe ser mayor de 0.5mm) (8)

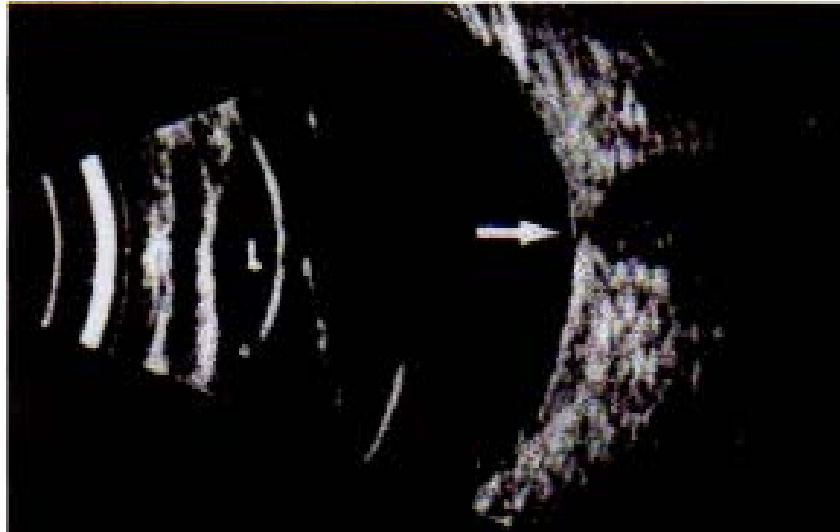
El factor más importante para detectar patologías del nervio óptico es la comparación del tamaño con el nervio contralateral. Si de cualquier manera existe patología bilateral o si el nervio contralateral no puede ser medido, puede ser de ayuda tener medidas estándar normales. Un estudio reciente

muestra un nervio óptico normal con diámetros entre 2.2 y 3.3 mm, con un valor promedio de 2.5 mm. Sin embargo es preferible establecer los valores normales para cada individuo, pues la técnica puede diferir de alguna manera entre los examinadores. (8)

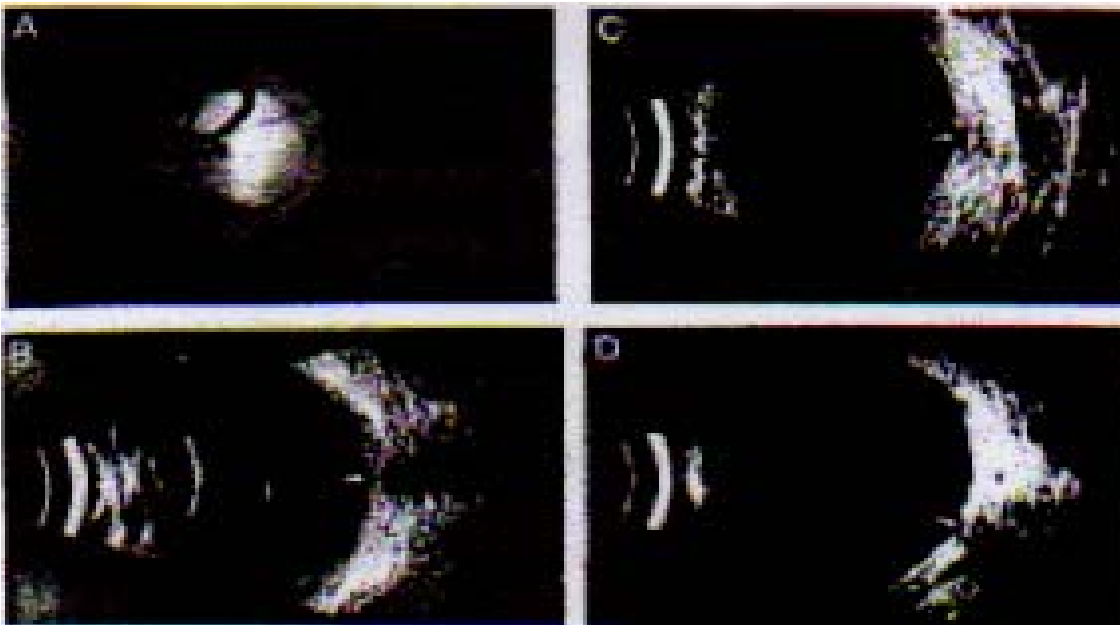
La reflectividad interna y estructuras del nervio óptico pueden ser estimados al mismo tiempo que se mide el nervio óptico. El nervio óptico normal produce una reflectividad interna de bajo a medio, con estructuras regulares. Es importante sin embargo, que la reflectividad debe ser evaluada primeramente en la porción media anterior del nervio óptico, pues la atenuación del sonido típicamente causa reflectividades más bajas en la órbita posterior. (8)

El nervio óptico se muestra normalmente mejor con el transductor colocado en el globo, en su porción temporal, aunque colocar el transductor en otros lugares puede ser algunas veces necesario. En algunos casos el nervio óptico puede ser mejor determinado con el transductor colocado en la región nasal. (8)

- iii) Excavación del disco óptico: La excavación del disco óptico se observa mejor con la técnica B-scan vertical-transversa, aunque una visión longitudinal a las 12 en punto de meridiano algunas veces ayuda a confirmar la excavación del nervio óptico. Excavaciones profundas y grandes son fácilmente vistas con esta técnica. Una excavación grande puede o no puede ser determinada con la vista axial. Excavaciones medianas o pequeñas también pueden ser demostradas, pero su detección es más difícil que con excavaciones grandes. Excavaciones grandes y superficiales también puede ser difícil detectar. Siempre debe hacerse la medición contralateral para poder comparar ambas excavaciones. Esta comparación es especialmente útil cuando el tamaño de la excavación en el ojo contralateral es conocido, pues puede ser utilizado como referencia. (8)



Aproximación axial, con una excavación de nervio óptico normal  
Tomado de Frazier, S. *Ultrasound of the eye and orbit*. Mosby 1992.



Excavación del nervio óptico severa en varias vistas de USG con la técnica B-scan. **A** fotografía del fondo de ojo mostrando la excavación. **B** Excavación óptica es mejor indistintamente en orientación vertical axial B-scan. Excavación se presenta mejor en vertical transversa. **C** y longitudinal a las 12 en punto **D** vista. (las flechas indican la excavación óptica). Tomado de Frazier, S. *Ultrasound of the eye and orbit*. Mosby 1992.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. Metodología:

#### **Tipo de estudio:**

Estudio descriptivo, de tipo transversal.

#### **Sujeto de estudio:**

Ojos de pacientes que asistieron a la consulta externa de adultos del Hospital Rodolfo Robles en la clínica de glaucoma.

#### **Población o muestra:**

Se tomó la muestra con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times p \times q}{(N-1) \times (le^2/4) + p \times q} .$$

En donde:

n = muestra

N = universo (4,223 pacientes vistos por consulta externa en la clínica de glaucoma durante el año 2001, la cual se tomó como el doble, debido a que la muestra fue de ojos, siendo entonces un universo de 8,446)

p = la probabilidad de detección del fenómeno por medio de la prueba que se evaluó (0.5)

q = 1 – p

le = límite de error, que se tomó de un 5%

Quedó entonces la muestra así:

$$n = \frac{8,446 \times 0.5 \times 0.5}{(8,445) \times (0.000625) + (0.5) \times (0.5)} .$$

$$n = \frac{2,111.5}{(5.278) + (0.25)} = \frac{2,111.5}{5.528} = 381.96$$

Por tanto la muestra utilizada fue de 382 ojos

#### **Criterios de inclusión y exclusión:**

- a) **Inclusión:** Pacientes que asistieron a consulta externa de adultos del Hospital Rodolfo Robles durante los meses de junio - julio 2002 a la clínica de glaucoma.
  
- b) **Exclusión:** Pacientes que asistieron a consulta externa de adultos del Hospital Rodolfo Robles con patologías que les causaran opacidad de la cámara anterior del ojo.

## Variables:

VARIABLE	Dependiente/ Independiente	TIPO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN
Excavación del nervio óptico	Independiente	Cualitativa	Depresión que se encuentra en la cabeza del nervio óptico, causada por el cambio abrupto de la dirección de las fibras nerviosas	La excavación del nervio óptico puede medirse por medio de: - ultrasonido ocular - oftalmoscopía directa	Nominal
Oftalmoscopia directa	Dependiente	Cuantitativa	Técnica diagnóstica que evalúa el fondo de ojo y sus estructuras, por medio de una serie de lentes calibrados en dioptrías y que permiten enfocar los componentes del fondo de ojo	Puede encontrarse la excavación del nervio óptico de acuerdo a valores medidos por medio del visuscopio del oftalmoscopio directo, los cuales son: - 0.00 a 0.4 (valor normal, y que será tomado como negativos) - 0.5 a 0.7 - 0.8 a 1	Intervalos
Ultrasonido ocular	Dependiente	Cualitativa	Técnica diagnóstica que por medio de ondas sonoras determina estructuras específicas dentro del globo ocular.	Puede medirse la excavación del nervio óptico por medio de rangos, los cuales son: - leve (normal, lo cual será tomado como negativo) - moderado - severo	Nominal

Edad	Independiente	Cuantitativa	Tiempo que una persona ha vivido, a contar desde su nacimiento.	Tiempo ha contar desde que nació.	Numérico
Sexo	Independiente	Cualitativa	Condición orgánica que distingue al hombre de la mujer.	Se anotará el sexo.	Nominal
Tiempo de Evolución de la Enfermedad	Independiente	Cualitativa	Período de tiempo desde que el paciente fue diagnosticado de la enfermedad.	Se preguntará al paciente el tiempo de padecimiento del glaucoma.	Nominal

### **Instrumentos de recolección y medición de variables:**

- a. Oftalmoscopio directo, utilizado por un médico oftalmólogo especialista en glaucoma.
- b. Ultrasonido ocular, utilizado por un médico oftalmólogo especialista en ultrasonido ocular.
- c. Boletas de recolección de datos, donde fueron anotadas las puntuaciones que ambos médicos especialistas determinaron. (Ver boletas de recolección de datos en anexos)

## **Ejecución de la investigación:**

La investigación se realizó durante los meses de junio y julio del año 2002 en la consulta externa del Hospital Rodolfo Robles, en la clínica de consulta externa de adultos de glaucoma. Se recolectaron pacientes que cumplían con los criterios de inclusión antes mencionados, y se les explicó en que consistía cada método diagnóstico, pidiéndoles su colaboración y consentimiento para el estudio.

Posteriormente cada paciente fue evaluado el mismo día, primeramente por el oftalmólogo especialista en glaucoma, el cual propuso una puntuación a la excavación del nervio óptico, según se determinó con el visuscopio del oftalmoscopio directo, asignándosele un valor entre 0.0 hasta 1, y posteriormente fue evaluado por el médico especialista en ultrasonido ocular, quien ignorando la puntuación asignada por el primer médico especialista, asignó también una puntuación a la excavación del nervio óptico en promedio de leve, moderado o severo.

De la evaluación de la excavación del nervio óptico por oftalmoscopia directa quedó solamente el registro del médico especialista en glaucoma, el cual anotó el valor asignado a la excavación. De la evaluación de la excavación del nervio óptico por ultrasonido ocular quedó la impresión de las fotografías que se detectaron en el aparato de ultrasonido, además de la puntuación que el especialista en ultrasonido ocular le asignó a la misma.

Ambos datos fueron sometidos a un análisis estadístico, el cual evaluó la sensibilidad y especificidad del ultrasonido ocular para la detección de la excavación del nervio óptico.



### Procesamiento de datos:

Los resultados se determinaron por medio de una tabla de 2x2, indicando en ella el estándar de oro y la prueba en estudio:

		OFTALMOSCOPIA DIRECTA	
		Positivos	Negativos
USG OCULAR	Positivos	a	b
	Negativos	c	d

En donde:

a = verdaderos positivos, número de individuos con la enfermedad en los que el resultado de la prueba diagnóstica es positivo.

b = falsos positivos, número de individuos sin la enfermedad, en los que el resultado de la prueba diagnóstica es positivo.

c = falsos negativos, número de individuos con la enfermedad, en los que el resultado de la prueba diagnóstica es negativo.

d = verdaderos negativos, número de individuos sin la enfermedad, en los que el resultado de la prueba diagnóstica es negativo.

Se tomaron en cuenta como positivos a la prueba, tanto del estándar de oro como del ultrasonido ocular a los pacientes que fueron diagnosticados entre los rangos de 0.5 a 1, con el visuscopio del oftalmoscopio directo, y de moderado a severo por medio de ultrasonido ocular.

De esta información se derivaron los siguientes índices:

a) Sensibilidad, especificidad y exactitud:

Sensibilidad:  $a / a + c$ ; es la probabilidad de obtener un resultado positivo en los individuos que tienen la enfermedad.

Especificidad:  $d / b + d$ ; es la probabilidad de obtener un resultado negativo en los individuos que no tienen la enfermedad.

Exactitud:  $a + d / N$ ; porcentaje de diagnósticos acertados de la prueba.

b) Valores predictivos:

Valor predictivo positivo:  $a / a + b$ ; es la probabilidad de que un individuo que presente un resultado de la prueba positivo tenga la enfermedad.

Valor predictivo negativo:  $d / c + d$ ; es la probabilidad de que un individuo que presenta un resultado de la prueba negativo no tenga la enfermedad.

**Aspectos éticos:**

Para realizar los procedimientos diagnósticos, se explicó a cada paciente en que consistía cada examen, que se trataba de métodos no invasivos ni dolorosos y que no tendrían ningún costo sobre él. Se les explicó que los datos que se recaben de dicho estudio son confidenciales y que fueron utilizados única y exclusivamente para fines de la investigación.

## **VII. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

# EVALUACIÓN DE LA EXCAVACIÓN DEL NERVIÓ ÓPTICO POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA VRS ULTRASONIDO OCULAR

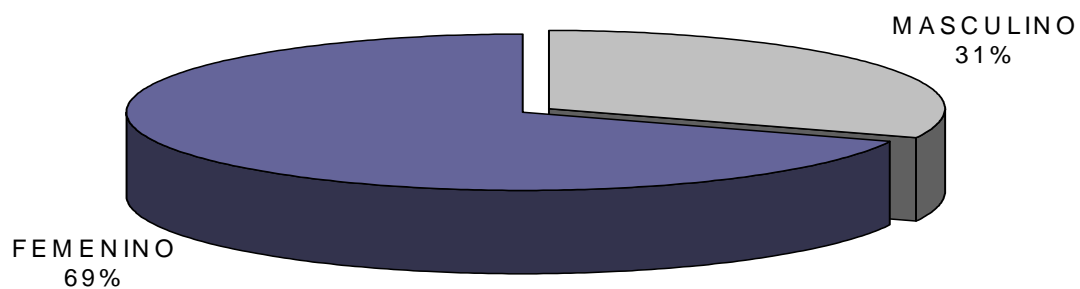
## CUADRO 1

### PACIENTES SEGÚN SEXO

MASCULINO	FEMENINO	TOTAL
68	150	218
32.2%	68.8%	100%

Fuente: Boletas de recolección de datos

## GRÁFICA 1 PACIENTES SEGÚN SEXO



FUENTE: TABLA 1

**ANÁLISIS  
CUADRO Y GRÁFICA 1  
PACIENTES SEGÚN SEXO**

Se evaluó en total 218 pacientes, de los cuales 68 pacientes fueron masculino (32.2%) y 150 fueron pacientes femeninas (68.8%), con una diferencia entre ambos de 82 pacientes (37.6%).

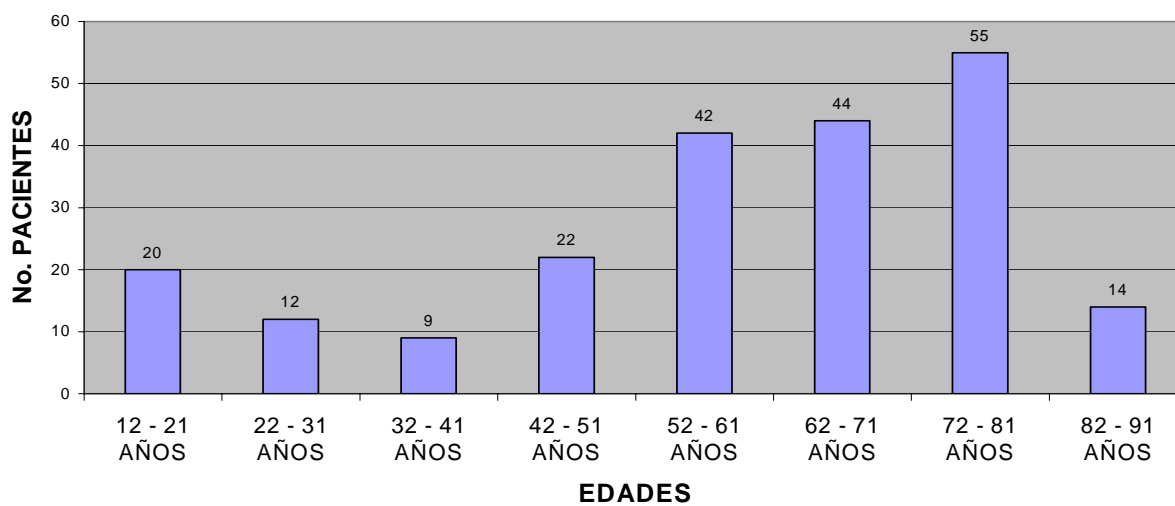
Se sabe que en la clínica de consulta externa de glaucoma, la consulta está dada mayormente por el sexo femenino (datos estadísticos de clínica de glaucoma), esto también se comprueba por medio de los datos aquí presentados. Posiblemente este fenómeno se debe a que las mujeres tienen mayor tiempo y oportunidad para consultar, ya que las ocupaciones del hogar les permiten contar con más tiempo para presentarse a las consultas, caso contrario con los varones, quienes por situaciones de trabajo les es más difícil asistir a la clínica.

**CUADRO 2**  
**PACIENTES SEGÚN GRUPO DE EDAD**

12 – 21 AÑOS	22 – 31 AÑOS	32 – 41 AÑOS	42 – 51 AÑOS	52 – 61 AÑOS	62 – 71 AÑOS	72 – 81 AÑOS	82 – 91 AÑOS
20	12	9	22	42	44	55	14
9.2%	5.6%	4.1%	10%	19.3%	20.2%	25.2%	6.4%

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

**GRÁFICO 2**  
**PACIENTES SEGÚN GRUPO DE EDAD**



**FUENTE:** TABLA 2

**ANÁLISIS  
CUADRO Y GRÁFICA 2  
PACIENTES SEGÚN GRUPO DE EDAD**

Se observó una mayor prevalencia de pacientes evaluados a partir de los 52 años, observándose el mayor pico de los 72 a los 81 años, con un 25.2%, lo cual también concuerda con los datos estadísticos de la clínica de glaucoma.

Esta mayor prevalencia en pacientes mayores puede ser debida al tipo de enfermedad que está en estudio, pues se conoce que el glaucoma es una enfermedad neuropática y degenerativa que aparece mayormente en la edad adulta, y que conlleva a la pérdida de las fibras nerviosas del nervio óptico, lo que causa el aumento de la excavación, y aunque se puede presentar en pacientes de diferentes edades, pues también está determinada por factores hereditarios; a partir de los 40 años hay un aumento en su incidencia.



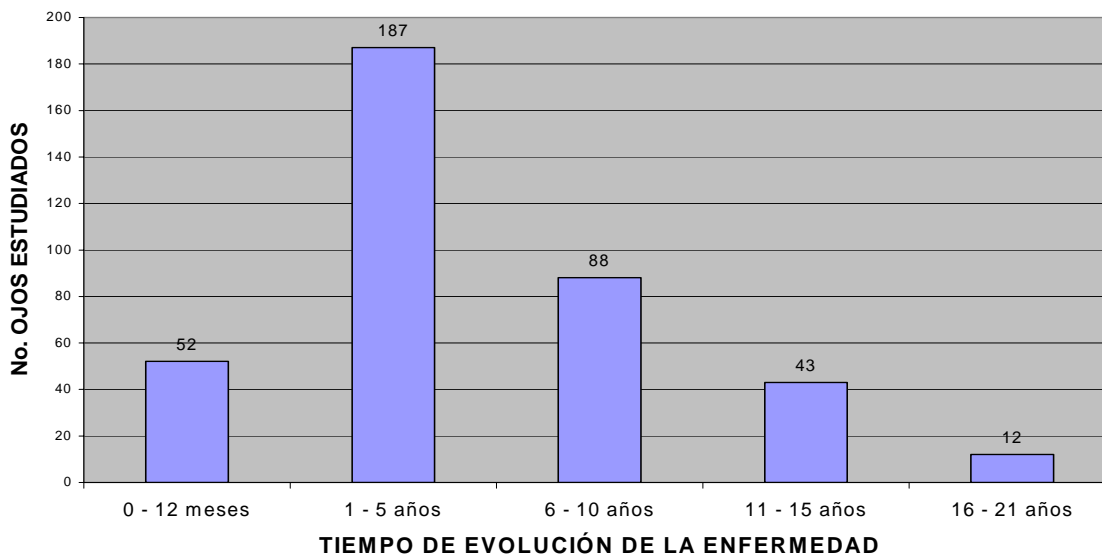
### CUADRO 3

#### TIEMPO DE ASISTIR A CONTROL A LA CLÍNICA DE GLAUCOMA DE LOS PACIENTES ESTUDIADOS POR USG OCULAR Y OFTALMOSCOPIA DIRECTA

0 – 12 MESES			1 – 5 AÑOS			6 – 10 AÑOS			11 – 15 AÑOS			16 – 21 AÑOS			TOTAL		
52			187			88			43			12			382		
0.0 a 0.4	0.5 a 0.7	0.8 a 1	0.0 a 0.4	0.5 a 0.7	0.8 a 1	0.0 a 0.4	0.5 a 0.7	0.8 a 1	0.0 a 0.4	0.5 a 0.7	0.8 a 1	0.0 a 0.4	0.5 a 0.7	0.8 a 1	0.0 a 0.4	0.5 a 0.7	0.8 a 1
25	15	12	73	94	20	23	38	27	10	18	15	2	9	1	133	174	75
13.62%			48.95%			23.03%			11.26%			3.14%			100%		

Fuente: Boletas de recolección de datos.

#### GRÁFICA 3 TIEMPO DE ASISTIR A CONTROL A LA CLÍNICA DE GLAUCOMA DE LOS PACIENTES ESTUDIADOS POR USG OCULAR Y OFTALMOSCOPIA DIRECTA



FUENTE: TABLA 3

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 3**

### **TIEMPO DE ASISTIR A CONTROL A LA CLÍNICA DE GLAUCOMA DE LOS PACIENTES ESTUDIADOS POR ULTRASONIDO OCULAR Y OFTALMOSCOPIA DIRECTA**

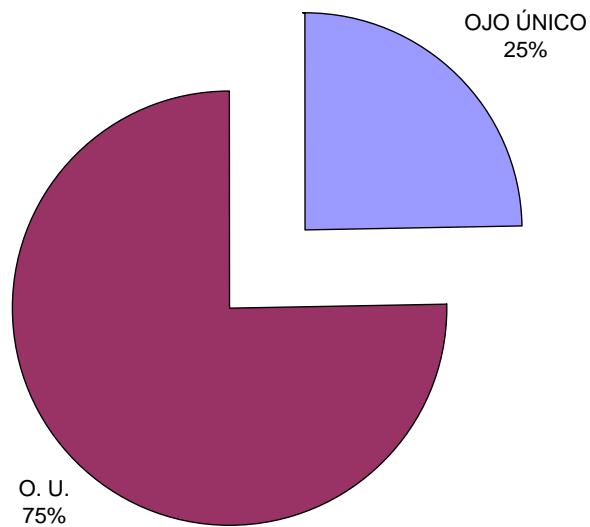
Se observa que la mayoría de pacientes evaluados se encuentran entre 1 a 5 años de evolución de la enfermedad, mostrándose aquí una mayor cantidad de pacientes con valores por oftalmoscopia directa de 0.0 a 0.7; a medida que avanza el tiempo de evolución de la enfermedad se observa, en relación a la cantidad de pacientes que consultan, una disminución de pacientes que presenten valores de 0.0 a 0.4, y aumentan los pacientes con valores de 0.8 a 1, lo cual determina el valor progresivo y degenerativo de dicha enfermedad, aunque esto puede estar influido por una gran cantidad de factores, tales como el tiempo de consulta desde la aparición de la enfermedad, y el cumplimiento del tratamiento para mantener en niveles normales la presión intraocular.

**CUADRO 4**  
**TOTAL DE PACIENTES EVALUADOS**

OJO ÚNICO	O.U.	TOTAL
54	164	218
24.8%	75.2%	100%

**Fuente:** Boleta de recolección de datos

**GRÁFICO 4**  
**TOTAL DE PACIENTES EVALUADOS**



**FUENTE:** TABLA 4

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 4**

### **TOTAL DE PACIENTES EVALUADOS**

El total de pacientes evaluados fue de 218, de estos se evaluaron en 164 de ellos (75.2%) ambos ojos, y en 54 pacientes (24.8%) solamente se pudo evaluar uno de los dos ojos, dando un total de ojos evaluados de 382 (100%).

Este fenómeno se da debido a que a la clínica de consulta externa de glaucoma se presentan pacientes con otras patologías, además del glaucoma, tales como córnea opaca, catarata, seclusión pupilar, enucleación, o presencia de sangre en la cámara anterior, lo cual impide la visualización del nervio óptico por medio del oftalmoscopio directo, por lo cual en estos pacientes solamente se podía incluir en el estudio el ojo que no presentaba estas patologías.

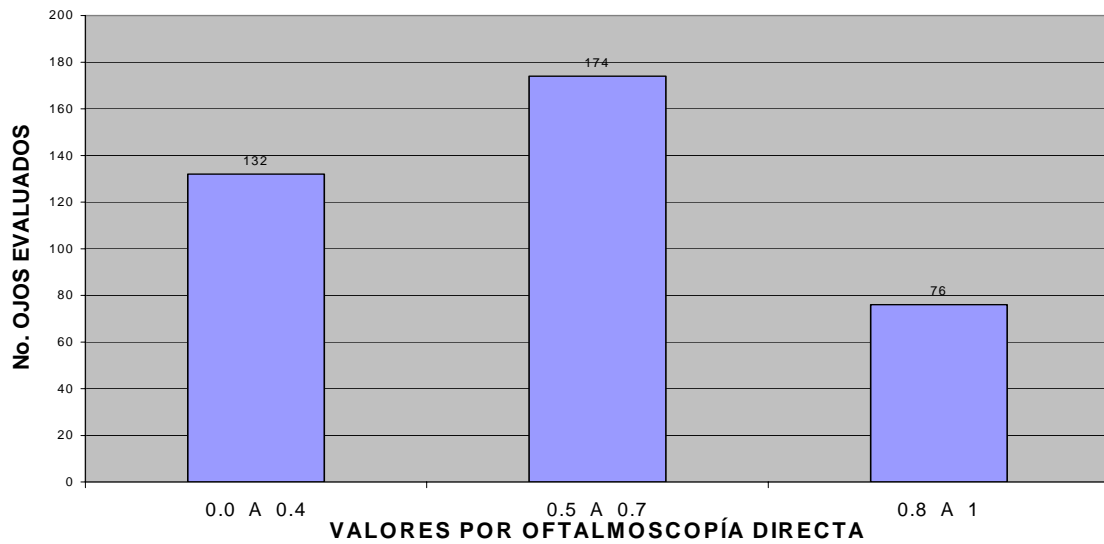
## CUADRO 5

### RELACIÓN EXCAVACIÓN-DISCO POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA

RELACIÓN EXCAVACIÓN-DISCO	NO. OJOS	TOTAL
0.0 a 0.4	132	34.55%
0.5 a 0.7	174	45.55%
0.8 a 1.0	76	19.9%
TOTAL	382	100%

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

### GRÁFICA 5 RELACIÓN EXCAVACIÓN-DISCO POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA



FUENTE: TABLA 5

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 5**

### **RELACIÓN EXCAVACIÓN-DISCO POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA**

De los 382 ojos evaluados por medio de oftalmoscopia directa, se encontraron:

- 132 ojos (34.6%) con valores de 0.0 a 0.4
- 174 ojos (45.5%) con valores de 0.5 a 0.7
- 76 ojos (20.1%) con valores de 0.8 a 1

En este estudio, se presentan los valores de 0.0 a 0.4 entendiéndose que aquí aún no existe daño al nervio óptico, ya que en todos los seres humanos existe la excavación del nervio óptico, por lo que con estos valores aún se considera normal; sin embargo, cabe hacer notar que existen pacientes con excavaciones de 0.4 en los cuales ya puede estar desarrollado el glaucoma (realizando diagnóstico con los métodos y estudios de apoyo respectivos), y en los cuales, aunque la excavación sea aún pequeña, ya es reflejo de un glaucoma establecido.

En los valores de 0.5 a 0.7, se entiende que existe el nervio óptico ya se encuentra moderadamente dañado, y con excavaciones de 0.8 a 1, el nervio ya se encuentra considerablemente dañado.

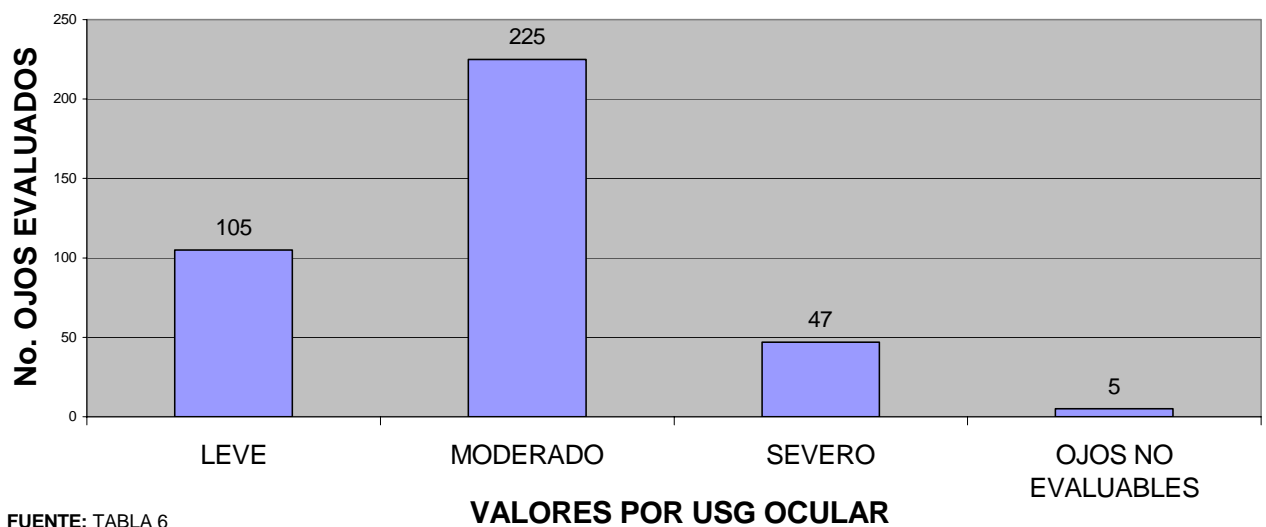
## CUADRO 6

### TAMAÑO DE LA EXCAVACIÓN ESTUDIADA POR ULTRASONIDO OCULAR

TAMAÑO DE LA EXCAVACIÓN	NO. OJOS	TOTAL
LEVE	105	27.5%
MODERADO	225	58.9%
SEVERO	47	12.3%
OJOS NO EVALUABLES	5	1.3%
TOTAL	382	100%

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

### GRÁFICA 6 TAMAÑO DE LA EXCAVACIÓN ESTUDIADA POR ULTRASONIDO OCULAR



FUENTE: TABLA 6

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 6**

### **TAMAÑO DE LA EXCAVACIÓN ESTUDIADA POR ULTRASONIDO OCULAR**

Se evaluaron por ultrasonido ocular 377 ojos, de los cuales se encontraron:

- 95 ojos (27.5%) con diagnóstico de leve
- 225 ojos (58.9%) con diagnóstico de moderado
- 47 ojos (12.3%) con diagnóstico de severo
- 5 ojos (1.3%) no evaluables por USG ocular

Se evaluaron solamente 377 ojos por ultrasonido ocular debido a que durante el trabajo de campo se encontraron cinco patologías que impidieron evaluar en forma correcta el nervio óptico por USG ocular, siendo estas la presencia de silicón, cerclajes, banda vítrea y estafiloma, ya que todas impiden la propagación de las ondas sonoras en forma adecuada, causando un vacío acústico, dificultando el diagnóstico por medio del ultrasonido, no así por medio del oftalmoscopio directo.



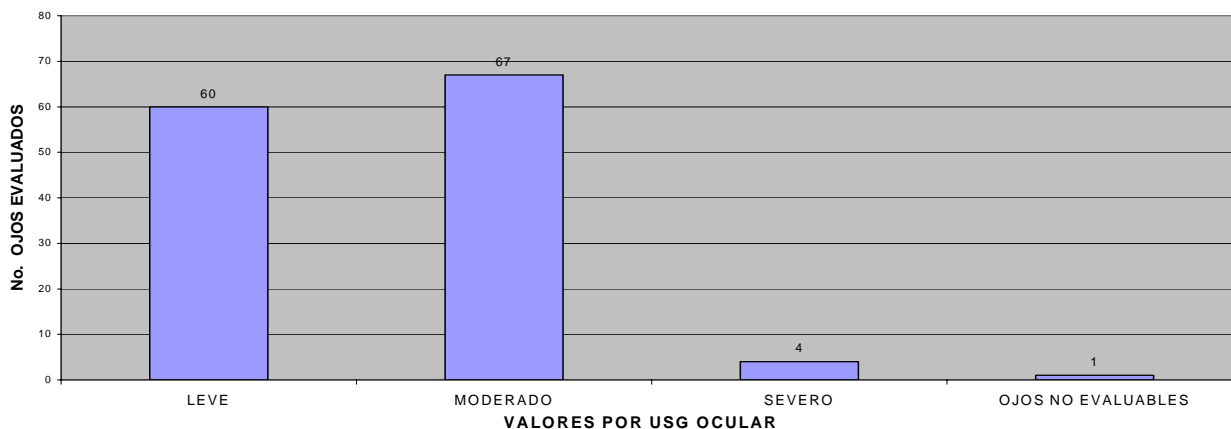
## CUADRO 7

### RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS. VALORES DE 0.0 A 0.4(LEVE) POR OFTALMOSCOPIÍA DIRECTA

VALORES	NO. OJOS	TOTAL
LEVE	60	45.4%
MODERADO	67	50.7%
SEVERO	4	3%
OJOS NO EVALUABLES	1	0.75%
TOTAL	132	100%

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

### GRÁFICA 7 RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.0 A 0.4 (LEVE) POR OFTALMOSCOPIÍA DIRECTA



FUENTE: TABLA 7

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 7**

### **RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.0 A 0.4 (LEVE) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA**

De los 377 ojos evaluados por ambos métodos diagnósticos, 132 ojos (34.7%) fueron diagnosticados con valores de 0.0 a 0.4 por medio del oftalmoscopio directo; de estos ojos se encontró una relación de acierto con el ultrasonido ocular de 60 ojos (45.4%), y una falta de relación de 71 ojos (53.7%).

Se encontró un ojo (0.75%), que no pudo ser evaluado por USG ocular debido a la presencia de silicón.

## CUADRO 8

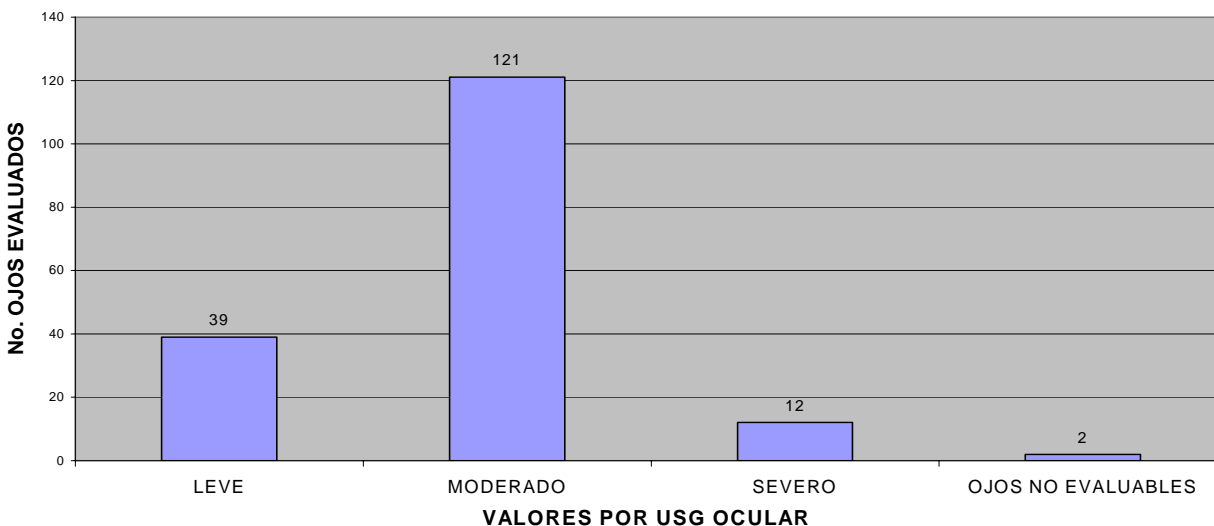
### RELACIÓN ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.5 A 0.7(MODERADO) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA

VALORES	NO. OJOS	TOTAL
LEVE	39	22.41%
MODERADO	121	69.54%
SEVERO	12	6.9%
OJOS NO EVALUABLES	2	1.15%
TOTAL	174	100%

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

## GRÁFICA 8

### RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.5 A 0.7(MODERADO) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA



FUENTE: TABLA 8

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 8**

### **RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.5 A 0.7 (MODERADO) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA**

De los 377 ojos evaluados por ambos métodos diagnósticos, 174 ojos (45.6%) fueron diagnosticados con valores de 0.5 a 0.7 por medio del oftalmoscopio directo; de estos ojos se encontró una relación de acierto con el ultrasonido ocular de 121 ojos (69.54%), y una falta de relación de 51 ojos (29.31%).

No fue posible evaluar dos ojos (1.15%) por medio del USG ocular, debido a que se encontró 1 cerclaje y una banda vítrea.

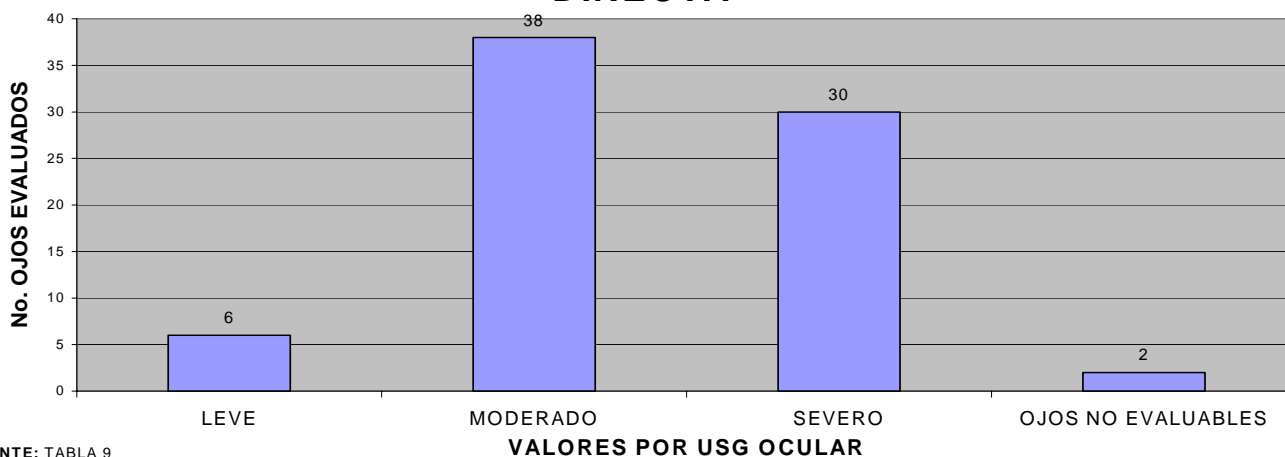
## CUADRO 9

### RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.8 A 1.0(SEVERO) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA

VALORES	NO. OJOS	TOTAL
LEVE	6	7.89%
MODERADO	38	50%
SEVERO	30	39.47%
OJOS NO EVALUABLES	2	2.64%
TOTAL	76	100%

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

### GRÁFICA 9 RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.8 A 1(SEVERO) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA



FUENTE: TABLA 9

## **ANÁLISIS CUADRO Y GRÁFICA 9**

### **RELACIÓN DE ACIERTO EN LOS VALORES ASIGNADOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES DE 0.8 A 1 (SEVERO) POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA**

De los 377 ojos evaluados por ambos métodos diagnósticos, 76 ojos (19.6%) fueron diagnosticados con valores de 0.8 a 1 por medio del oftalmoscopio directo; de estos ojos se encontró una relación de acierto con el ultrasonido ocular de 30 ojos (39.47%), y una falta de relación de 44 ojos (57.89%).

De los 76 ojos evaluados por oftalmoscopía directa, dos (2.64%) no se pudieron evaluar por USG ocular, debido a la presencia de 1 cerclaje y un estafiloma.

## CUADRO 10

### RELACIÓN DE ACIERTO DE LOS VALORES ASIGNADOS PARA PACIENTES SANOS Y ENFERMOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA

EXCAVACIÓN LEVE POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA	EXCAVACIÓN MODERADA Y SEVERA POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA	TOTAL
131 (34.75%)	246 (65.25%)	377 (100%)
USG OCULAR CON RELACIÓN (LEVE)	USG OCULAR CON RELACIÓN (MODERADO – SEVERO)	TOTAL DE USG OCULAR CON RELACIÓN
60 (45.8%)	151 (61.38%)	211 (55.97%)
USG OCULAR SIN RELACIÓN (LEVE)	USG OCULAR SIN RELACIÓN (MODERADO – SEVERO)	TOTAL DE USG OCULAR SIN RELACIÓN
71 (54.20%)	95 (38.61%)	166 (44.03%)

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

**NOTA:** Por las características propias de este cuadro, no se incluyeron los cinco ojos no evaluables por USG Ocular.

## **ANÁLISIS CUADRO 10**

### **RELACIÓN DE ACIERTO DE LOS VALORES ASIGNADOS PARA PACIENTES SANOS Y ENFERMOS POR ULTRASONIDO OCULAR VRS VALORES POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA**

Se encontró que de los 377 ojos evaluados por ambos métodos, 131(34.75%) fueron diagnosticados por oftalmoscopia directa con valores de 0.0 a 0.4 (pacientes con excavación pequeña) y 246(65.25%) fueron diagnosticados por oftalmoscopia directa con valores de 0.5 a 1 (excavaciones patológicas o mayores).

Comparando estos resultados con los valores asignados por ultrasonido ocular, se encontró que para pacientes con excavación pequeña (0.0 a 0.4), hay una relación con el ultrasonido ocular de 60 ojos (45.8%), esto es decir que fueron diagnosticados por el USG ocular como leves, y una falta de relación de 71 ojos (54.2%), es decir, que se les diagnosticó por USG ocular como moderados o severos

Al evaluar pacientes con excavaciones patológicas o grandes diagnosticadas por oftalmoscopia directa (es decir valores de 0.5 a 1), se encontró una relación con el ultrasonido ocular de 151 ojos (61.38%), es decir que fueron diagnosticados por el USG ocular como moderados o severos, y una falta de relación de 95 ojos (38.61%), es decir que fueron diagnosticados por el USG ocular como leves.



Durante este estudio se tomaron rangos pequeños, siendo estos de 0.0 a 0.4, de 0.5 a 0.7 y de 0.8 a 1 por oftalmoscopia directa, entendiéndose que se tomarían como pacientes sanos los que se encontraran en el rango de 0.0 a 0.4, y como enfermos los que se encontraran en el rango de 0.5 a 1, por lo cual este cuadro presenta solamente los datos sobre relación de pacientes con excavaciones de 0.0 a 0.4 (leves y sanos), y de 0.5 a 1 (moderado – severo y enfermos).

Se encontró que es muy difícil determinar con exactitud por medio del USG ocular los rangos establecidos previo al estudio, por lo que el designar por USG ocular si existe o no una excavación grande o patológica es más adecuado, ya que si se toman en cuenta los valores límites del estudio y los rangos establecidos, puede causar mayor dificultad en el diagnóstico.

En el presente cuadro no se incluyeron los ojos, que por distintas patologías, no fue posible evaluar por USG ocular.

## CUADRO 11

### CUADRO DE 2 x 2 DE RESULTADOS POR OFTALMOSCOPIA DIRECTA Y ULTRASONIDO OCULAR

#### OFTALMOSCOPIA DIRECTA

OD-  
ZOSAR-  
FC

RA-  
FC-  
CO

	ENFERMOS	SANOS	TOTAL
ENFERMOS	201	71	272
SANOS	45	60	105
TOTAL	246	131	377

**Fuente:** Boletas de recolección de datos

**NOTA:** Por las características del presente cuadro, no se incluyeron los ojos no evaluables por USG ocular.

Para realizar el presente cuadro se tomaron como pacientes enfermos para oftalmoscopia directa todo valor que vaya de 0.5 a 1, y como enfermos para USG ocular los valores de moderado y severo. Se tomaron como pacientes sanos para oftalmoscopia directa todo valor de 0.0 a 0.4; y como sanos para USG ocular el valor de leve.

De aquí se desprenden los siguientes valores:

a) Sensibilidad, Especificidad y Exactitud

1) **Sensibilidad:**  $201 / 246 \times 100 = 81.7\%$

2) **Especificidad:**  $60 / 131 \times 100 = 45.8\%$

3) **Exactitud:**  $201 + 60 = 69.2\%$

b) Valores Predictivos:

1) **Valor Predictivo Positivo:**  $201 / 272 \times 100 = 73.9\%$

2) **Valor Predictivo Negativo:**  $60 / 105 \times 100 = 57.1\%$

## VIII. CONCLUSIONES

- 1) Se encontró que el ultrasonido ocular presenta una sensibilidad de 81.7%, una especificidad de 45.8% y una exactitud de 69.2% para la detección de excavación del nervio óptico.
- 2) Se determinó que el ultrasonido ocular presenta un valor predictivo positivo de 73.9% y un valor predictivo negativo de 57.1%, considerando que el USG ocular si puede ser de ayuda en el diagnóstico de excavaciones elevadas en pacientes que presenten medios anteriores opacos.
- 3) De 382 pacientes evaluados, se encontró un 32.2% de pacientes masculinos y un 68.8% de pacientes femeninas, observándose mayor cantidad de pacientes entre las edades de 62 a 81 años.
- 4) Se encontró un 25.4% de pacientes en los cuales únicamente se pudo evaluar un ojo, debido a diferentes patologías, como catarata, córnea opaca, seclusión pupilar o enucleación.
- 5) Se evaluaron por oftalmoscopia directa 382 ojos, y por USG ocular 377 ojos, debido a que se encontraron ciertas patologías que impedían evaluar correctamente la excavación del nervio óptico por medio del USG ocular, por causar vacío acústico, siendo estas el cerclaje, silicón, banda vítrea y estafiloma.
- 6) De los 382 ojos, por oftalmoscopia directa se diagnosticó un 34.7% con valores de 0.0 a 0.4; 45.6% con valores de 0.5 a 0.7, y un 19.6% con valores de 0.8 a 1.
- 7) De los valores por oftalmoscopia directa de 0.0 a 0.4, se encontró un 45.8% de correlación con el USG ocular, de los valores de 0.5 a 0.7 se encontró una correlación de 70.3%, y de los valores de 0.8 a 1 se encontró una correlación de 40.5%, determinando que el USG ocular es más efectivo para determinar valores de 0.5 a 0.7.

## IX. RECOMENDACIONES

- 1) En todo paciente con medios opacos si se recomienda el USG ocular para establecer indirectamente el tamaño de la excavación
  
- 2) Se considera más adecuado establecer si existe o no excavación amplia del nervio óptico, sin clasificarla en leve, moderado o severo por medio del USG ocular.
  
- 3) Se recomienda usar un transductor de 12 ó 15 mHz, pues este mejoraría la sensibilidad y especificidad al observar con mayor resolución y detalle la cabeza del nervio óptico.
  
- 4) Previo a establecer la excavación por USG ocular en pacientes con medios anteriores opacos, vigilar prueba de colores y discriminación de contrastes, para determinar si el daño se encuentra en el nervio óptico o en la mácula.
  
- 5) No es recomendable determinar la excavación del nervio óptico por USG ocular en presencia de cerclaje, silicón, banda vítrea y estafiloma, debido a que este método presenta problemas técnicos para su determinación frente a estas situaciones.

## X. RESUMEN

Se realizó un estudio de tipo transversal – descriptivo evaluando 218 pacientes, y un total de 382 ojos, incluyendo a ambos sexos y edades de 12 en adelante, llevándose a cabo en el Hospital “Rodolfo Robles”.

La investigación se realizó para comparar dos métodos diagnósticos: el oftalmoscopio directo y el ultrasonido ocular, y evaluar la sensibilidad y especificidad de este último, para la determinación del la excavación del nervio óptico.

Cada paciente fue evaluado por un médico especialista en glaucoma, determinando un valor que oscilaba entre 0.0 a 0.4, 0.5 a 0.7 y 0.8 a 1, y posteriormente el mismo paciente era evaluado por un médico especialista en ultrasonido ocular, quien también determinaba un valor, que se presentara entre leve, moderado y severo. Posteriormente ambos resultados fueron evaluados estadísticamente para su interpretación.

Se encontró una sensibilidad de 81.7% y una especificidad de 45.8% para detección de excavación del nervio óptico por ultrasonido ocular.

## XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. Acevedo, M. A. y C. Alvarado Dumas. Lecciones de Semiología. 2da edición. Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas, 1996. Vol. II.
02. Acevedo, M. A. y C. Alvarado Dumas. Lecciones de Semiología. 2da edición. Guatemala. Facultad de Ciencias Médicas, 1996. Vol. V.
03. American Academy of Ophthalmology. Basic and Clinical Science Course, Section 10, Glaucoma. San Francisco, California, 1998. 155p.
04. Bates, B. Propedéutica Médica. 5ta edición. México D. F. Interamericana, 1996. 702p.
05. Burgoyne, C. F. y J. C. Morrison. The anatomy and pathophysiology of the optic nerve head in glaucoma. J of Glaucoma 2001 Apr;10(suppl1)(5):S16-S21.
06. Cusumano, A. et al. Three-dimensional Ultrasound Imaging, Clinical Applications. J of the American Academy of Ophthalmology 1998 Feb;105(2):300-305.
07. Epstein, D. L. Glaucoma. 4ta edición. USA. Williams and Wilkins, 1997. 670p.
08. Frazier, S. Ultrasound of the eye and orbit. St Louis. Mosby 1992. 505p.
09. Guyton, A. C. Tratado de Fisiología Médica. 8va edición. México D. F. Interamericana, 1997. 1063p.
10. Hollinshead, W. H. Anatomía Humana. 3ra edición. México D. F. Harla, 1983. 1119p.

11. Hulley, S. B. y S. R. Cummings. Diseño de la Investigación Clínica. Un enfoque epidemiológico. Barcelona. Limpergraf 1993. 264p.
12. Lemij, H. G. The value of polarimetry in the evaluation of the optic nerve in glaucoma. Current Opinion in Ophthalmology 2001 Apr;12(2):138-141.
13. Liebmann, J. M. Ultrasound Biomicroscopy of the Anterior Segment. J of Glaucoma 2001 Apr10(suppl1)(5):S53-S55.
14. Mardin, C. Y. y A. G. M. Jünemann. The diagnostic value of optic nerve imaging in early glaucoma. Current Opinion In Ophthalmology 2001. Apr12(2):100-104.
15. Richards, J. E. y R. Ritch. The sixth annual Optic Nerve Rescue and Regeneration Think Tank: Developmental Genetics in Glaucoma. J of Glaucoma 2001 Mar;10(1):71-73.
16. Riegelman, R. K. Cómo estudiar un estudio y probar una prueba: lectura crítica de la literatura médica. Boston, Massachussets. OPS. 1992. 259p.
17. Roveda, C. E. Manual de Oftalmología. 8va edición. Buenos Aires. López Libreros Editores S. R. L. 1998. 243p.
18. Shields, M. B. Textbook of Glaucoma. 4ta edición. Lippincott 2002. 588p.
19. Ultrasound principles, A-scan, biometry from ophthalmology special testing.  
<http://www.emedicine.com/oph/topic486.html>.



## **XII. ANEXOS**

**BOLETA DE RECOLECCION DE DATOS**  
**(Utilizado exclusivamente por tesista)**

Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por Oftalmoscopia:


No. Registro \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por USG ocular:


Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por Oftalmoscopia:


No. Registro \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por USG ocular:


Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por Oftalmoscopia:


No. Registro \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por USG ocular:


Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por Oftalmoscopia:


No. Registro \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por USG ocular:


Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por Oftalmoscopia:


No. Registro \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
Diagnóstico por USG ocular:


**BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
(Utilizada exclusivamente por médico especialista en USG ocular)

**DERECHO**

**IZQUIERDO**

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Registro \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Registro \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Registro \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Registro \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_ No. Registro \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Tiempo evolución de enfermedad \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

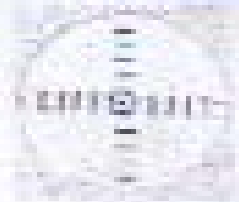
**BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**  
(Llenada exclusivamente por médicos especialistas en Otorrinolaringología)

**DERECHO**

**IZQUIERDO**

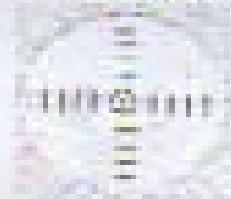
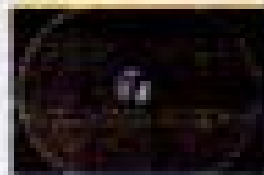
Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

No. Registro: \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución enfermedad: \_\_\_\_\_



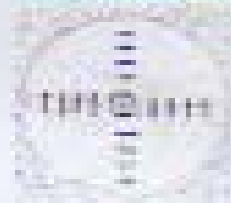
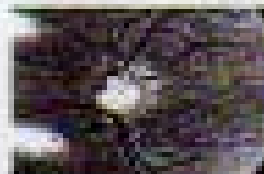
Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

No. Registro: \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución enfermedad: \_\_\_\_\_



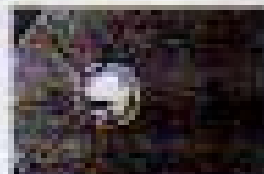
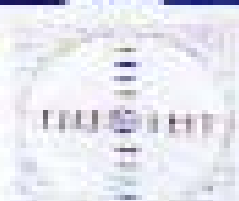
Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

No. Registro: \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución enfermedad: \_\_\_\_\_



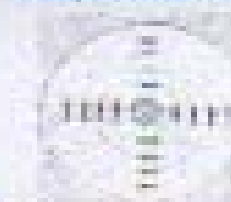
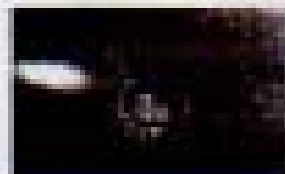
Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

No. Registro: \_\_\_\_\_  
Tiempo Evolución enfermedad: \_\_\_\_\_



Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

No. Registro: \_\_\_\_\_  
Tiempo evolución de enfermedad: \_\_\_\_\_



Excavación de la primera faja del oído externo