Optic Nerve and Peripapillary Retina Characteristics in Primary Open Angle Glaucoma

Características del Nervio Óptico y la Retina Peripapilar en Glaucoma Primario de Ángulo Abierto

¹Hector Darío Forero Angel MD

¹Julio Cesar Bernal Serna MD

¹Angela María Garcés Valencia MD

Recibido: 11/02/15
Aceptado: 25/03/15

RESUMEN

Objetivo: Determinar la prevalencia de las diferentes características morfológicas asociadas al glaucoma en el nervio óptico y retina peripapilar de pacientes con diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto.

Métodos: Se analizaron 374 fotografías del polo posterior de pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto, registrando presencia o ausencia de adelgazamiento del anillo neural, hemorragias peripapilares,

¹Hospital Universitario de la Samaritana, Bogotá
Autor Responsable:
Julio César Bernal Serna
Dirección: Calle 20 # 6-30 Oficina 1504
Pereira - Risaralda
Teléfono: 310 3825937
Email: juliocesarbernal@gmail.com

No existe por parte de los investigadores ni de ninguno de los participantes del equipo ningún tipo de conflicto de interés, ético o moral, que corrompa o altere los resultados del presente estudio.

atrofia peripapilar alfa o beta, exposición de lámina cribosa, vasos desnudos, vasos en bayoneta, escotadura en la excavación, medición del diámetro vertical y horizontal de la papila y de la excavación, área del disco óptico y de la excavación; los cuales se correlacionaron con datos de la historia clínica como edad, sexo, comorbilidades, presión intraocular, tratamiento, número de medicamentos en uso, historia de cirugía intraocular.

Resultados: Los cambios más frecuentemente asociado a glaucoma fueron adelgazamiento del anillo neuroretinal (59.4%), exposición de la lámina cribosa, (67.6%), atrofia peripapilar y vasos en bayoneta (35.3%). El promedio del diámetro vertical del disco fue $1.9 \text{ mm} \pm 0.2$ y el diámetro horizontal del disco fue $1.7 \text{ mm} \pm 0.1$.

Conclusiones: La valoración de los cambios asociados a glaucoma por medio de fotografía del disco óptico permite realizar un registro detallado y sistemático de cada una de las características y su documentación para seguimiento en el tiempo.

Palabras clave: nervio óptico, glaucoma de ángulo abierto, oftalmoscopia, fotografía del nervio óptico, examen clínico del nervio óptico.

Abstract

Objective: To determine the prevalence of optic nerve and peripapillary retina characteristics in patients diagnosed with primary open-angle glaucoma.

Methods: 374 posterior pole photographs of patients with primary open-angle glaucoma were analyzed recording presence or absence of neuroretinal rim thinning, peripapillary hemorrhages, alpha or beta parapapillary atrophy, baring of blood vessels, vessel bayoneting, neuroretinal rim notching, vertical and horizontal disc and cup diameter, disc and cup area. These data were correlated with medical records including age, sex, comorbidities, intraocular pressure, treatment and intraocular surgery.

Results: The most common glaucoma associated changes were neuroretinal rim thinning (59.4 %), exposure of the lamina cribosa (67.6 %), peripapillary atrophy and vessels bayoneting (35.3%). The disc vertical diameter was $1.9 \pm 0.2 \text{ mm}$ and horizontal disc diameter $1.7 \pm 0.1 \text{ mm}$.

Conclusions: Glaucoma associated changes assessment using optic disc photography allows a detailed and systematic recording on each characteristic and its follow up over the time

Key words: Optic disc, open angle glaucoma, ophthalmoscopy, optic nerve photography, optic disc clinical examination.

Introducción

El glaucoma primario de ángulo abierto se caracteriza por lesión de la capa de fibras nerviosas del disco óptico, defectos del campo visual y en ocasiones aumento de la presión intraocular. En su fase inicial puede ser asintomático, requiriendo para

su diagnóstico temprano una sospecha basada en la evaluación de las características morfológicas del nervio óptico y la presencia de factores de riesgo.^{1,2}

La importancia de la detección de los cambios morfológicos en el diagnóstico y manejo del glaucoma es indiscutible. Los métodos convencionales para su examen incluyen la observación directa del disco óptico y el análisis de fotografías del polo posterior, los cuales permiten obtener medidas cualitativas y cuantitativas que documentan el estado actual de la cabeza del nervio óptico.¹ Los nuevos dispositivos de estudio y cuantificación morfológica del nervio óptico como el HRT y OCT por su naturaleza automática limitan su utilidad y aún no son considerados el *gold standard* para valoración de la morfología del nervio óptico.^{3,4} La cuantificación directa mediante fotografías es el método que mejor simula el examen clínico realizado por expertos, el cual sigue siendo el método más confiable para el diagnóstico y seguimiento de los cambios del nervio óptico en glaucoma.⁵

Múltiples estudios han mostrado variación en los cambios del polo posterior asociados a glaucoma en diferentes grupos poblacionales. Por ejemplo, respecto a las hemorragias a nivel del disco óptico, se reportan presentaciones entre 5.7%⁶ y el 13.8%⁷ En cuanto a atrofia peripapilar se reportan presentaciones entre 15% a 83%^{8,9} en población americana y latina respectivamente. En descendientes africanos se ha documentado que el área del disco óptico es mayor a la de la población blanca, además de mayor espesor de la capa de fibras nerviosas.¹⁰

La variación significativa en los cambios asociados a glaucoma entre diferentes

estudios, hacen necesaria la descripción de las características de nuestra población, información valiosa para el conocimiento del patrón de presentación de la enfermedad. En el presente estudio se busca determinar la frecuencia de presentación de diferentes características asociadas al glaucoma a nivel del nervio óptico y retina peripapilar en fotografías del polo posterior de pacientes con diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto.

Métodos

Tipo de Estudio: Estudio observacional de corte transversal.

Se analizaron 374 fotografías del nervio óptico de 188 pacientes con diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto a quienes se les realizó la fotografía como parte del estudio de su enfermedad.

Para calcular el tamaño de muestra se registró la prevalencia de las principales características asociadas al glaucoma reportadas en la literatura y usando una precisión 0,05 y un nivel de confianza alfa de 0,95 se utilizó el software EPISSET V1.1 para calcular la muestra de cada característica. Se tomó como referencia el número de muestra más alto entre los obtenidos para las diferentes características. Los datos se expresan en valor ± 1 DS (Desviación estándar).

Para cada fotografía del nervio óptico se registró la presencia o ausencia de adelgazamiento del anillo neural, hemorragias peripapilares, atrofia peripapilar alfa o beta, vasos desnudos, vasos en bayoneta, escotadura en la excavación, medición del diámetro vertical y horizontal de la papila

y de la excavación, área del disco óptico y de la excavación. Además se revisó la historia clínica registrando datos de edad, sexo, comorbilidades, presión intraocular, tratamiento, número de medicamentos en uso, historia de cirugía intraocular.

El análisis de las fotografías fue realizado por dos oftalmólogos evaluadores entrenados por un supraespecialista en glaucoma.

Una vez completa la base de datos se exportó al programa estadístico SPSS para proceder con el análisis de datos.

Criterios de Inclusión: Edad mayor de 18 años con diagnóstico de glaucoma primario de ángulo abierto (El diagnóstico previo fue realizado por un solo médico oftalmólogo supraespecialista en glaucoma) y con foto del polo posterior e historia clínica completa.

Criterios de Exclusión: Pacientes con fotografías que no permitieran la adecuada valoración del polo posterior, miopía patológica, ojos ciegos, antecedente de neuropatía óptica de etiología diferente a glaucoma o con retinopatía por otra patología.

Resultados

La muestra estuvo conformada por 374 ojos de 188 pacientes; 72 hombres (38,3%) y 116 (61,7%) mujeres, los cuales se encontraron entre los 63 y los 76 años con una media de 68,49 años. De los ojos evaluados 188 (50,3%) fueron ojos derechos y 186 (49,7%) izquierdos. En la Tabla 1 se presentan las características de la población estudiada.

La Tabla 2 muestra la evaluación de las características del nervio óptico; se encontró que de 374 ojos, 222 (59.4%) tenían discos que presentaban adelgazamiento generalizado del anillo neural y en cuanto al daño focal manifestado como muesca o escotadura solo 30 ojos (8%) presentaban tal defecto. Al valorar la exposición de la lámina cribosa, que está dada por la pérdida de la capa de fibras nerviosas a nivel de la papila, 253 ojos (67.6%) presentaron tal alteración. Respecto a cambios del epitelio pigmentario peripapilar, se observó que 73 (19.5%) de los 374 discos presentaban atrofia peripapilar alfa y 238 (63.6%) atrofia peripapilar beta.

Dentro de las alteraciones vasculares y cambios de los vasos emergentes de la papila, de 374 ojos, 132 (35.3%) presentaron vasos con una doble angulación o vasos en bayoneta; 21 ojos (5.6%) tenían presencia de vasos circunlineales o vasos desnudos y 9 ojos (2,4%) con presencia de hemorragias peripapilares, documentando su ubicación más frecuente a nivel superotemporal, seguido del cuadrante inferotemporal y por último superonasal sin presencia de alguna en el cuadrante inferonasal.

En la evaluación de las características morfométricas (Tabla 3), el análisis estadístico determinó que el diámetro vertical del disco fue $1.9 \text{ mm} \pm 0.2$, el diámetro horizontal del disco fue $1.7 \text{ mm} \pm 0.1$, el diámetro de la excavación vertical fue de $1.2 \text{ mm} \pm 0.2$ y $1.2 \text{ mm} \pm 0.2$ horizontal, con rangos entre 1.2 – 1.4 mm para ambas medidas. En la medida del grosor del anillo neural se determinó que el grosor superior fue de $0.3 \text{ mm} \pm 0.1$, el grosor inferior fue de $0.3 \text{ mm} \pm 0.1$, el grosor nasal fue de $0.2 \text{ mm} \pm 0.1$ y el grosor temporal fue de $0.2 \text{ mm} \pm 0.09$. El área de la papila fue

de 2.6 mm $\pm$ 0.4 con un rango entre 2.3 y 2.9 mm y el área de la excavación fue de 1.2 mm $\pm$ 0.4 (media $\pm$ DS) (0.9 – 1.5).

Con relación a las características evaluadas en la historia clínica (Tabla 4) se observó una presión intraocular de 20.33 mmHg $\pm$ 4.7. En el estudio de las comorbilidades, de 374 pacientes, 164 (43.9%) presentaron hipertensión arterial y 27 (7.2%) diabetes mellitus.

En cuanto al tratamiento, de 374 ojos, 354 (94,6%) estaban recibiendo tratamiento tópico hipotensor, 67 (18.4%) en manejo con un medicamento, 104 (27.8%) con 2 medicamentos, 132 (35.3%) con 3 medicamentos y 49 (13.1%) con 4 medicamentos. Del total de ojos, 32 (8.6%) habían requerido cirugía filtrante de glaucoma.

Discusión

La adecuada valoración clínica del nervio óptico es primordial en el enfoque del paciente con glaucoma. Los hallazgos en el aspecto del disco óptico y la capa de fibras nerviosas permiten establecer una impresión diagnóstica de la patología y el seguimiento de la enfermedad. En ocasiones puede ser difícil distinguir el disco sano del disco glaucomatoso dada la alta variabilidad en la morfología, por lo que se hace necesario determinar las características de la neuropatía óptica glaucomatosa y conocer la prevalencia de estas en cada población.

La literatura reporta la presentación de las características de la neuropatía óptica glaucomatosa con diferentes prevalencias en diferentes poblaciones. De esta manera con

respecto a la exposición de la lámina cribosa Healey y colaboradores del Blue Mountains Eye Study Group reportaron una prevalencia de visualización de la lámina cribosa del 70.8% en sujetos con glaucoma primario de ángulo abierto,¹¹ comparado con nuestro estudio el resultado fue similar, encontrando exposición de la lámina cribosa en 253 ojos (67.6%), siendo una de las características de mayor presentación en sujetos con glaucoma.

En la presentación de atrofia peripapilar, Budde detectó en su estudio atrofia peripapilar en zona beta en 16 ojos (1.6%) en una población Alemana,¹² mientras que Law y colaboradores documentaron atrofia peripapilar beta con una prevalencia del 79% en Los Ángeles California¹³ de igual manera el estudio LALES⁹ reportó una frecuencia de presentación del 83% de atrofia peripapilar. En el presente estudio, se encontró atrofia peripapilar en zona beta en 238 ojos (63.6%) y atrofia peripapilar en zona alfa en 73 ojos (19.5%). Teniendo en cuenta que la presencia de atrofia peripapilar especialmente de tipo beta suele corresponderse con alteración en las pruebas funcionales, dada la alta prevalencia de esta característica, debe considerarse en el seguimiento de los pacientes.

En el estudio de Law se reportan también otras características de la neuropatía glaucomatosa, documentando una prevalencia del 36% de adelgazamiento focal o escotadura del anillo neural y una prevalencia del 73% en la asimetría del anillo neural con adelgazamiento generalizado.¹³ Para la población analizada de nuestro estudio la presentación de adelgazamiento del anillo neural general fue de 59.4% y adelgazamiento focal en 8%.

En la presencia de anomalías vasculares a nivel del disco óptico reportadas por Wen

y colaboradores muestran una presentación de hemorragias en el disco de 5.7% en la población de Taiwán ⁶ mientras que Wang y Xu reportan una prevalencia de 1.24% en la población de China. En otro estudio, Healey y Mitchell reportaban una frecuencia de presentación de hemorragias en el disco óptico del 13.8% en población australiana ⁷ y el estudio LALES de 7% para la población latina ⁹. En el presente estudio se encontraron hemorragias peripapilares en 9 ojos (2.4%), en donde la ubicación más frecuente fue a nivel del cuadrante superotemporal. Con relación a otras anomalías vasculares, se encuentran 5.6% con presencia de vasos circunlineales y 35.3% con vasos en bayoneta.

La cantidad y distribución de las fibras nerviosas que conforman el anillo neural no es igual en todos los sectores del disco; estas tienen una distribución regional variable definida por el grosor en cada sector. La relación normal del grosor entre los cuatro cuadrantes del rodete es inferior, superior, nasal y temporal de mayor a menor grosor.¹⁴ En el estudio encontramos mayor grosor a nivel del anillo neural inferior y superior con una media de 0.3 mm (DS 0.1) y menor grosor a nivel del anillo nasal y temporal con una media de 0.2 mm (DS 0.1) manteniéndose la regla ISNT en pacientes con glaucoma.

La literatura informa un intervalo amplio de variación del diámetro y áreas de las diferentes estructuras que conforman la papila. Según los estudios, las medidas de diámetro vertical varían alrededor de 1.90 mm y las del horizontal alrededor de 1.7 mm, lo que da un aspecto ovalado vertical en la mayoría de los casos con un área total aproximada de 2.69 mm² ¹⁵ este estudio concuerda con la información descrita en la

literatura en donde se obtuvo un diámetro vertical de la papila de 1.9 mm (DS ± 0.2) un diámetro horizontal de la papila de 1.7 mm (DS ± 0.1) y un área total de la papila de 2.6 mm (DS ± 0.4).

Al explorar la información aportada por la historia clínica se observó que el promedio de la presión intraocular se encuentra en el límite superior, lo cual confirma la presentación del principal factor de riesgo para la neuropatía en el glaucoma primario de ángulo abierto. De igual manera el número de medicamentos que se registra en la historia clínica indica el objetivo terapéutico para el control del único factor de riesgo modificable. Respecto al número de medicamentos en uso, la mayoría de ojos (132 ojos 35,3%) requerían el uso de 3 medicamentos para el control de la presión intraocular, sin embargo a pesar de observar un alto porcentaje de pacientes que reciben manejo medico tópico la prevalencia de cirugía filtrante de glaucoma en esta población es del 8.6% lo cual sugiere que no hay una progresión tan agresiva de la enfermedad es la población estudiada. Por último al valorar las comorbilidades de la población se observó que la hipertensión arterial es más prevalente en este grupo de pacientes que la diabetes mellitus.

Conclusiones

Con el presente estudio se tuvo la posibilidad de documentar la prevalencia de cada una de las características de la neuropatía en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto de una muestra poblacional colombiana.

Dentro del análisis se observa que los cambios más frecuentes en la población estudiada son el adelgazamiento del anillo

neural, la atrofia peripapilar beta y la presencia de exposición de la lámina cribosa; todas estas con una frecuencia de presentación mayor del 50% lo que sugiere que son características importantes a tener en cuenta durante la evaluación del disco óptico.

Es de resaltar que en la mayoría de pacientes con la enfermedad se conserva una relación de grosores similar a la descrita en la regla ISNT para población sana, ¹⁴ por

lo tanto no se recomienda como criterio de exclusión de la enfermedad.

La valoración de los cambios asociados a glaucoma por medio de fotografía del disco óptico y retina peripapilar permite realizar un estudio detallado y sistemático de cada una de las características y de igual manera permite su registro y seguimiento en el tiempo considerando algunas como signo de progresión de la enfermedad.

Tablas

DATOS DEMOGRAFICOS		
SEXO		
Masculino	72	38.3%
Femenino	116	61.7%
Total	188	100%
EDAD		
Media	68.49	
Mediana	70	
Percentil 25	63	
Percentil 50	70	
Percentil 70	76	
OJOS		
Ojo Derecho	188	50.3%
Ojo Izquierdo	186	49.7%
Total	374	100%

Tabla 1. Características demográficas de los pacientes estudiados con glaucoma primario de ángulo abierto.

CARACTERÍSTICAS DEL NERVIÓ OPTICO		
ADELGAZAMIENTO DEL ANILLO NEURAL (ADA)		
Presente	222	59,4%
No Presente	152	40,6%
Total	374	100,0%
ATROFIA PERIPAPILAR ALFA (AA)		
Presente	73	19,5%
No Presente	301	80,5%
Total	374	100,0%
ATROFIA PERIPAPILAR BETA (AB)		
Presente	238	63,6%
No Presente	136	36,4%
Total	374	100,0%
HEMORRAGIAS PERIPAPILARES (HPP)		
Presente	9	2,4%
No Presente	365	97,6%
Total	374	100,0%
UBICACIÓN DE LAS HEMORRAGIAS PERIPAPILARES		
Inferotemporal (IT)	3	0,8%
Inferonasal (IN)	0	0,0%
Superotemporal (ST)	4	1,1%
Superonasal (SN)	2	0,5%
Total	9	2,4%
VASOS DESNUDOS (VDES)		
Presente	21	5,6%
No Presente	353	94,4%
Total	374	100,0%
VASOS EN BAYONETA (VBAY)		
Presente	132	35,3%
No Presente	242	64,7%
Total	374	100,0%
ESCOTADURA (ESC)		
Presente	30	8,0%
No Presente	344	92,0%
Total	374	100,0%
EXPOSICION DE LAMINA CRIBOSA (LC)		
Presente	253	67,6%
No Presente	121	32,4%
Total	374	100,0%

Tabla 2. Características anatómicas del nervio óptico y la retina parapapilar de los pacientes estudiados con glaucoma primario de ángulo abierto

CARACTERÍSTICAS MORFOMETRICAS DEL NERVIÓ OPTICO			
Diámetro vertical de la papila		Grosor superior del anillo neural	
Media	1.9	Media	0.3
Desviación estándar	0.2	Desviación estándar	0.1
Percentil 25	1.7	Percentil 25	0.22
Percentil 50	1.9	Percentil 50	0.30
Percentil 70	2.0	Percentil 70	0.37
Diámetro horizontal de la papila		Grosor nasal del anillo neural	
Media	1.7	Media	0.2
Desviación estándar	0.1	Desviación estándar	0.1
Percentil 25	1.6	Percentil 25	0.21
Percentil 50	1.7	Percentil 50	0.28
Percentil 70	1.8	Percentil 70	0.34
Diámetro horizontal de la excavación		Grosor temporal del anillo neural	
Media	1.2	Media	0.2
Desviación estándar	0.2	Desviación estándar	0.09
Percentil 25	1.0	Percentil 25	0.20
Percentil 50	1.2	Percentil 50	0.25
Percentil 70	1.4	Percentil 70	0.32
Diámetro vertical de la excavación		Area de la papila	
Media	1.2	Media	2.6
Desviación estándar	0.2	Desviación estándar	0.4
Percentil 25	1.0	Percentil 25	2.3
Percentil 50	1.2	Percentil 50	2.6
Percentil 70	1.4	Percentil 70	2.9
Grosor inferior del anillo neural		Area de la excavación	
Media	0.3	Media	1.2
Desviación estándar	0.1	Desviación estándar	0.4
Percentil 25	0.19	Percentil 25	0.9
Percentil 50	0.28	Percentil 50	1.2
Percentil 70	0.38	Percentil 70	1.5

Tabla 3. Características morfométricas del nervio óptico con glaucoma primario de ángulo abierto. Expresado en mm los diámetros y grosores y en mm² las áreas.

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS RELACIONADAS		
Presión intraocular (PIO)		
Media	20,33	
Desviación estándar	4,7	
Percentil 25	17	
Percentil 50	20	
Percentil 70	24	
Hipertensión arterial (HTA)		
Presenta	164	43,9%
No Presenta	210	56,1%
Total	374	100%
Diabetes Mellitus (DM)		
Presenta	27	7,2%
No Presenta	347	92,8%
Total	374	100%
Número de medicamentos tópicos para glaucoma (NMED)		
Un medicamento	69	18,40%
Dos medicamentos	104	27,80%
Tres medicamentos	132	35,30%
Cuatro medicamentos	49	13,10%
Cirugía filtrante de glaucoma (CXFG)		
Se realizó	32	8,6%
No se realizó	342	91,4%
Total	374	100%

Tabla 4. Características clínicas asociadas en los pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto. La PIO está expresada en mmHg.

Bibliografía

1. Barkana Y, Harizman J, Gerber Y, Liebmann J, Ritch R. Measurements of Optic Disk Size With HRT II, Stratus OCT, and Funduscopy Are Not Interchangeable. *American Journal of Ophthalmology* 2006;142:375-380
2. Ramrattan RS, Wolfs R, Jonas J, Hofman A, de Jong PT Determinants of optic disc characteristics in a general population: The Rotterdam Study. *Ophthalmology* 1999; 106:1588–1596
3. Greaney M, Hoffman D, Garway D. Comparison of optic nerve imaging methods to distinguish normal eyes from those with glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002;43:140–145
4. Zangwill L, Bowd C, Berry C, et al. Discriminating between normal and glaucomatous eyes using the Heidelberg retina tomograph, GDx nerve fiber analyzer, and optical coherence tomograph. *Arch Ophthalmol* 2001;119:985–993
5. Saito H, Tsusumi T, Iwase A, et al. Correlation of Disc Morphology Quantified on Stereophotographs to Results by Heidelberg Retina Tomograph II, GDx Variable Corneal Compensation, and Visual Field Tests. *Ophthalmology* 2010; 117:282-289
6. Lan YN, Wang JJ, Hsiao C, et al. Characteristics of Disc Hemorrhage in Primary Angle-closure Glaucoma. *Ophthalmology* 2008;115:1328-1333
7. Healey P, Mitchell P, Smith W, Wang JJ. Optic Disc Hemorrhages in a Population with and without signs of glaucoma. *Ophthalmology* 1998;105:216-223
8. Radcliffe N, Liebmann J, Tello C, et al Relationships between Disc Hemorrhage and Parapapillary Atrophy. *Am J Ophthalmol* 2008;146:735-740
9. Varma R, Ying-Lai M, Francis B, et al. Prevalence of Open-Angle Glaucoma and Ocular Hypertension in Latinos. *Ophthalmology* 2004;111:1439-1448
10. Karmel M. Glaucoma in the African-American and Latino Communities: Studies Release More Data, *EYENET* 2010 Jun: 31 – 32
11. Healey PR, Mitchell P. Visibility of Lamina Cribrosa Pores and Open-angle Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2004;138: 871- 872
12. Budde M, Jonas J. Enlargement of Parapapillary Atrophy in Follow-Up of Chronic Open-Angle Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2004;137:646-654
13. Law SK, Choe R, Caprioli J. Optic Disk Characteristics Before the Occurrence of Disk Hemorrhage in Glaucoma Patients. *Am J Ophthalmol* 2001;132:411–413.
14. Morgan J, Bourtsoukli I, Rajkumar K, et al. The Accuracy of the Inferior> Superior> Nasal> Temporal Neuroretinal Rim Area Rule for Diagnosing Glaucomatous Optic Disc Damage. *Ophthalmology* 2012;119:723–730.
15. Gil F. Libro panamericano de glaucoma. 1ra Ed. Inter sistemas; 2008
16. The World Health Organization. Global initiative for the elimination of avoidable blindness. WHO Publications 2007; 37- 39
17. American Academy of Ophthalmology. Basic and clinical science course (BCSC) Section 10: Glaucoma, Epidemiologic aspects of glaucoma. San Francisco:AAO; 2013
18. Dandona L, Dandona R; Seiniras M, et al Open-angle Glaucoma in an urban population in southern India: The Andhra Pradesh Study. *Ophthalmology* 2000;107: 1702-9
19. Iwase A, Suzuki Y, Araie M. The prevalence of primary open-angle glaucoma in Japanese: The Tajimi Study. *Ophthalmology* 2004;111:1641-8
20. Hasanreisoglu M, Priel E, Lusky M, et al. Digital Versus Film Stereo-photography for Assessment of the Optic Nerve Head in Glaucoma and Glaucoma Suspect Patients. *J Glaucoma* 2013;22:238-42
21. Hoffman M, Zangwill L, Crowston J, Weinreb RN. Optic disc size and glaucoma. *Surv Ophthalmol* 2007;52:32-49.