

Medicent Electrón. 2017 ene.-mar.;21(1)

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS MÉDICAS  
«DR. SERAFÍN RUIZ DE ZÁRATE RUIZ»  
SANTA CLARA, VILLA CLARA**

## **ARTÍCULO DE REVISIÓN**

### **La fotografía de fondo de ojo como método de diagnóstico en el glaucoma**

### **Fundus photography as a diagnostic method in glaucoma**

**Elina Caridad Pérez Molina, Lilian León Veitía**

Hospital Universitario Arnaldo Milián Casto. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. Correo electrónico:  
[elinapm@infomed.sld.cu](mailto:elinapm@infomed.sld.cu)

### **RESUMEN**

El glaucoma es una neuropatía óptica caracterizada por alteraciones en la cabeza del nervio óptico, asociada a pérdida de la visión, y constituye la segunda causa de ceguera en el mundo; aunque dicha ceguera se considera irreversible, puede ser prevenible con el diagnóstico precoz y el tratamiento adecuado de la enfermedad. Múltiples medios diagnósticos se han creado para la detección del glaucoma: la fotografía de fondo de ojo constituye uno de ellos. Usada desde tiempos inmemoriales, ha transitado por una serie de transformaciones resultantes del constante desarrollo científico técnico en el campo de la salud, las cuales han permitido su uso frecuente. Esta revisión se realizó con el objetivo de que los oftalmólogos conozcan más detalladamente las características de este medio diagnóstico a nuestro alcance, sus inicios, evolución tecnológica y su uso, para el diagnóstico precoz y la evolución de la enfermedad glaucomatosa.

*DeCS:* fondo de ojo, glaucoma/diagnóstico.

### **ABSTRACT**

Glaucoma is an optic neuropathy characterized by alterations in the optic nerve head and associated to vision loss; it constitutes the second cause of blindness globally, although this blindness is considered irreversible and can be prevented with an early diagnosis and adequate treatment of the disease. Several diagnostic methods have been created to detect glaucoma and fundus photography is one of them. It has been used since immemorial times and has passed through a series of transformations resulting from the constant scientific and technical development in the health field, which have allowed their frequent use. This revision was carried out with the

objective that ophthalmologists know in detail the characteristics of this diagnostic technique accessible to everyone, its beginnings, technological evolution and use in order to do an early diagnosis and evolution of glaucomatous disease.

*DeCS:* fundus oculi, glaucoma/diagnosis.

El glaucoma, segunda causa de ceguera en el mundo, es una neuropatía óptica que se caracteriza por la pérdida progresiva de las células ganglionares de la retina y por cambios en la cabeza del nervio óptico, asociados con la pérdida del campo visual. Según la Organización Mundial de la Salud, en el 2011 se ubica entre las primeras causas de discapacidad en el mundo. La valoración funcional del daño glaucomatoso es básica en el estudio de esta enfermedad, aunque no existe unanimidad a la hora de establecer si se puede detectar primero el daño estructural o la pérdida del campo visual; en la valoración conjunta de ambos, se basa la práctica clínica del diagnóstico del glaucoma, y el examen del nervio óptico constituye la clave principal para la identificación, evaluación y seguimiento del paciente glaucomatoso.<sup>1-7</sup>

Se piensa que las apariencias patológicas de la cabeza del nervio óptico en el glaucoma son características de la enfermedad, aunque no específicas, dado que los cambios ligeros en este pueden indicar su inicio.<sup>1</sup>

En la actualidad se considera que la sola valoración oftalmoscópica resulta ciertamente insuficiente para realizar un diagnóstico precoz; a ello se ha incorporado el uso de imágenes obtenidas por medios cada vez más desarrollados; no obstante, no se debe olvidar que, tanto los dibujos de la papila como la estereofotografía, dependen de la interpretación del observador.<sup>8,9</sup>

Múltiples medios diagnósticos permiten la evaluación estructural del nervio óptico; entre estos se encuentra la fotografía del fondo de ojo, la cual ha evolucionado a través del tiempo.<sup>10,11</sup>

La fotografía del fondo es la creación de una fotografía de la superficie interior del ojo, que incluye la retina, el nervio óptico, la mácula y el polo posterior; se lleva a cabo por una cámara de fondo de ojo, que consiste básicamente en un microscopio de baja potencia especializada con una cámara adjunta; es utilizado para el diagnóstico, la vigilancia de la progresión de la enfermedad o en los programas de detección, donde las fotos se pueden analizar después; de ahí su indicación para detectar y evaluar síntomas del desprendimiento de retina o enfermedades oculares, como el glaucoma.<sup>12,13</sup>

Son varias las ventajas de este medio diagnóstico: la imagen puede ser examinada por otro especialista desde otro lugar y tiempo; proporciona documentación fotográfica para referencia futura; el área visualizada es mucho mayor que la que se observa con el oftalmoscopio portátil.<sup>14</sup>

## Historia

La historia de la fotografía de fondo de ojo data de 1862, cuando el Dr. Noyes realiza la primera fotografía de fondo de ojo en un conejo; por ese mismo año, Rosenbrugh fotografía la retina de un gato.

No fue hasta 1886 cuando el Dr. Howe realiza, con no muy buena calidad, la primera fotografía de la retina humana. En el mismo año 1886, Jackmman y Webster hacen también fotografías de fondo de ojo. Zeiss, con el Dr. Dimmer, en 1905, diseñan un nuevo oftalmoscopio con cámara fotográfica incorporada, que solventaba el problema del artefacto, la cual sería comercializada con posterioridad.

La historia de la fotografía de fondo se resume de esta manera:

1886 Primera foto de fondo de ojo (Jackman y Webster)  
1925 Primera cámara de fondo de ojo comercializada (Zeiss)  
1953 Introducción del flash en la fotografía de fondo  
1961 Novotny y Alvis realizan las primeras fotografías con filtros  
1970 Video-oftalmoscopio  
1987 Equipos digitales Topcon Image net  
1989 Cámaras de alta resolución 1024 x 1024  
1994-95 Introducción del Microsoft Windows en los equipos digitales<sup>10-14</sup>

### **Principios ópticos de la cámara de fondo de ojo**

El diseño óptico de las cámaras de fondo de ojo se basa en el principio de la oftalmoscopia indirecta monocular. Ofrece una vista vertical magnificada del fondo del ojo a típicas vistas de las cámaras 30 y 50 de la zona de la retina, con un aumento de 2,5 veces, y permite una cierta modificación de esta relación a través de zoom o lentes auxiliares de 15, lo que proporciona un aumento de 5x y 140 con una lente de un gran angular. La óptica de una cámara de fondo de ojo es similar a la de un oftalmoscopio indirecto, en el que los sistemas de iluminación y observación siguen trayectorias diferentes. La luz de observación se centra en una serie de lentes a través de una abertura en forma de rosquilla, que luego pasa por una abertura central para formar una corona circular, antes de pasar por la lente de objetivo de la cámara y por la córnea hasta la retina. La luz reflejada desde la retina atraviesa el agujero, sin sistema de iluminación, en la rosquilla formada por el sistema de iluminación. Como las trayectorias de la luz de los dos sistemas son independientes, hay reflexiones mínimas de la fuente de luz capturada en la imagen formada. La imagen de la formación de rayos continúa hacia el ocular de baja potencia telescópica. Cuando se pulsa el botón para tomar una foto, un espejo interrumpe la trayectoria del sistema de iluminación y permite que la luz de la lámpara de flash atraviese el ojo. Al mismo tiempo, un espejo cae en la parte frontal del telescopio de observación, que redirige la luz sobre el medio de captura. Debido a la tendencia para dar cabida a los ojos mientras se mira a través de un telescopio, es imperativo que la vergencia que sale sea paralela, con el fin de lograr una imagen en foco que se forme en el medio de captura.

Dado que los instrumentos son complejos en su diseño y difíciles de fabricar con los estándares clínicos, solo existen unos pocos fabricantes: Topcon, Zeiss, Canon, Nidek, Kowa, CSO y CenterVue.<sup>12,16</sup>

### **Modos**

Instrumentos prácticos para la fotografía del fondo, que realizan las siguientes modalidades de examen:

- **Color:** la retina se ilumina con luz blanca y se examina a todo color.
- **Red-libre:** la luz se filtra para eliminar los colores rojos, mejorar el contraste de los vasos y otras estructuras.
- **Angiografía:** los vasos se ponen en alto contraste mediante la inyección intravenosa de un colorante fluorescente. La retina se ilumina con un color de excitación que emite fluorescencia; se observa entonces luz de otro color, lo que indica que el colorante está presente. Mediante el filtrado para excluir el color de excitación y pasar el color fluorescente, se produce una imagen de muy alto contraste de los vasos. Disparar una secuencia temporizada de fotografías de la progresión del colorante en los vasos, revela la dinámica de flujo y enfermedades relacionadas. Métodos específicos incluyen sodio angiografía con fluoresceína y verde de indocianina.<sup>10,11</sup>

Hoy en día las cámaras fotográficas que se utilizan para hacer las fotografías de los fondos de ojo pueden clasificarse en dos grandes grupos: cámaras no midriáticas y midriáticas.<sup>4, 5,17</sup>

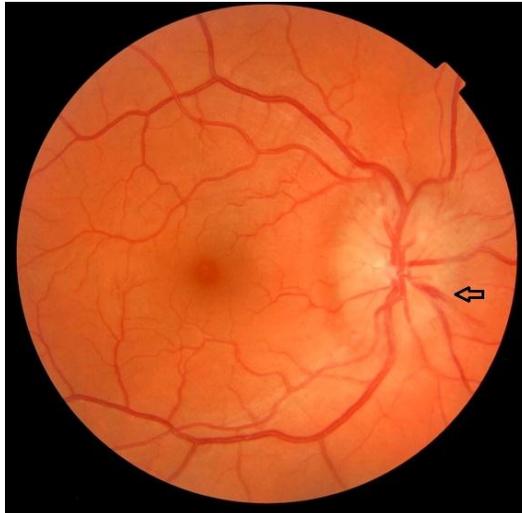
- 1) Cámaras no midriáticas: Son cámaras pequeñas que muestran una imagen infrarroja de la retina en la pantalla y poseen un flash que se dispara, una vez que esté la retina bien alineada y enfocada; permiten tomar imágenes de la retina y del fondo de ojo sin necesidad de midriasis: de ahí su nombre. Resultan ser un instrumento de gran utilidad para el diagnóstico y control, por la imagen de enfermedades oculares o de complicaciones oftalmológicas de enfermedades crónicas, como hipertensión ocular y retinopatía diabética; actualmente existen cámaras no midriáticas de alta calidad que permiten fotografiar imágenes a través de las pupilas, de 3,3 mm, y proporcionan un diagnóstico detallado de las enfermedades oculares más comunes, como la retinopatía diabética, el glaucoma y la degeneración macular relacionada con la edad, Asimismo, mediante estos instrumentos de precisión se mejora el estudio de la papila óptica.<sup>18,19</sup>
- 2) Cámaras midriáticas: Son más especializadas y utilizan luz visible, por lo que se precisa dilatar la pupila del paciente; algunas de ellas están diseñadas para realizar fotografía simultánea de la retina. Estos sistemas tienen la ventaja, sobre las cámaras no simultáneas, de que la separación entre la lente es fija y de que desaparece el posible problema del movimiento del paciente entre dos exposiciones distintas. La cámara de fondo de ojo Kowa es ejemplo de una cámara estereoscópica simultánea moderna para hacer estereofotografía de la retina. Las cámaras Nidek 3Dx y Topcon TRC-SS, que eran de disparo simultáneo, se comercializaron hasta el 2007.<sup>6,13</sup>

### Indicaciones

La fotografía del fondo de ojo se utiliza para detectar y evaluar síntomas del desprendimiento de retina o enfermedades oculares, como el glaucoma; algunos autores la consideran la mejor técnica para el estudio de la papila óptica.<sup>15,11</sup> Asimismo, permite evaluar el disco óptico en el glaucoma, basados en las cinco reglas siguientes:

1. Observar el anillo escleral para identificar los límites del disco óptico y su tamaño.
2. Identificar el tamaño del anillo.
3. Examinar la capa de fibras del nervio óptico.
4. Examinar por fuera la región del disco óptico en busca de atrofia parapapilar.
5. Observar si hay hemorragias retinales o del disco óptico.<sup>19</sup>

Los cambios iniciales en la cabeza del nervio óptico consisten en la extensión vertical de la copa central y la formación de una depresión en el borde neuroretiniano, debido a su adelgazamiento localizado o generalizado, y pueden encontrarse precedidos por hemorragias focales en astilla en él, denominadas «hemorragias del disco» (Figura 1), las que son visibles mediante la fotografía fundoscópica.

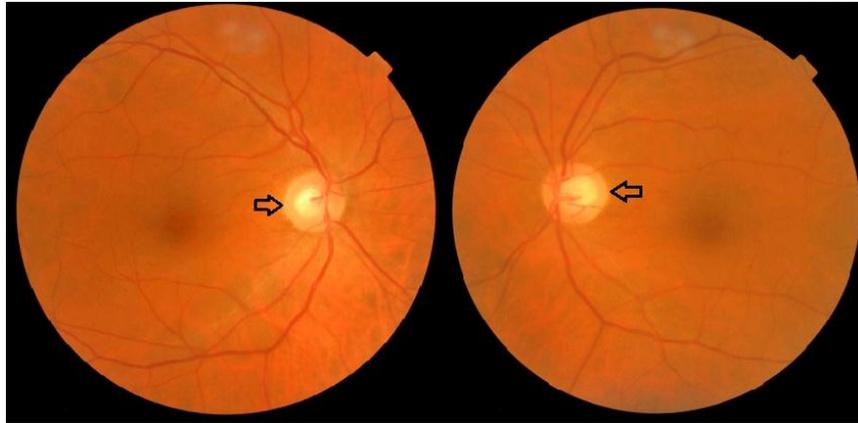


**Figura 1.** Hemorragia en astilla de palo (flecha).

Asimismo, se puede observar una mayor dilatación del borde neurorretiniano con la evolución de la enfermedad, habitualmente a nivel infratemporal y supratemporal, para luego extenderse al lado nasal (Figuras 2,3), en el que se observa una excavación muy grande. Se considera que las apariencias patológicas de la cabeza del nervio óptico en el glaucoma son características, aunque no específicas, ya que estos cambios también se pueden observar en personas cuya función del nervio óptico es normal o que padecen una enfermedad no progresiva.<sup>3,17,20</sup>



**Figura 2.** Papila glaucomatosa con disminución del anillo neurorretiniano en la zona temporal (flechas) y desplazamiento nasal de los vasos (cabeza de flecha).



**Figura 3.** Asimetría en la excavación en paciente con sospecha de glaucoma 0/4 ojo derecho y 0/6 ojo izquierdo (flechas).

Una de las características del nervio óptico que sirve para distinguir el glaucoma de otras neuropatías ópticas perceptibles mediante este estudio, son las anomalías en la estructura del anillo neuroretiniano (ANR). Dichas anomalías, junto con el correspondiente defecto del campo visual, indican la presencia de glaucoma. El daño glaucomatoso provoca la pérdida localizada de tejido en el ANR, que se manifiesta en forma de muesca en el anillo; estas pueden ubicarse totalmente en el tejido del ANR o extenderse al margen de la papila.<sup>21,22</sup>

Los defectos de la capa de fibras neuroretinianas en el glaucoma se pueden observar mediante la fotografía del fondo de ojo y son importantes en el diagnóstico y pronóstico de la enfermedad; se visualizan en forma de «cuñas» localizadas en las zonas más susceptibles al daño glaucomatoso, tocando el borde del nervio óptico, y su tamaño es mayor que el de las hendiduras fisiológicas, características por las cuales se diferencian; el patrón de daño difuso es más difícil de evidenciar y se asemeja a una pérdida generalizada de la estriación.<sup>23,24</sup>

A pesar de disponer hoy en día de sofisticados dispositivos para el diagnóstico por imagen en el glaucoma, las fotografías estereoscópicas de papila siguen siendo ampliamente aceptadas. La Academia Americana de Oftalmología y la Sociedad Europea de Glaucoma recomiendan su uso para el diagnóstico y seguimiento de la neuropatía glaucomatosa.<sup>12,14,25,26</sup>

La fotografía de fondo de ojo constituye, sin lugar a dudas, un medio de importante y necesario uso para el diagnóstico, evaluación del daño y seguimiento evolutivo del glaucoma; para aquellos que cuentan con este método de análisis, debe constituir una práctica frecuente, ante la presencia, o tan solo la sospecha, de la enfermedad glaucomatosa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mayoral B. Anatomía: el nervio óptico [internet]. México: Blogspot. 2013 mayo 01 [citado 11 abr. 2015]. Disponible en: <http://beatrizmayoral.blogspot.com/2013/05/anatomia-el-nervio-optico.html>

2. Franco Pérez-Bárcena I. Utilidad diagnóstica en el glaucoma del análisis de las fibras retinianas mediante polarimetría láser asociado a la autoperimetría y a sistemas de inteligencia artificial (redes neuronales) - Ebook. [internet]. España: Ediciones Universidad de Salamanca; 2011 [citado 20 oct. 2015]. Disponible en: <http://www.casadellibro.com/ebook-utilidad-diagnostica-en-el-glaucoma-del-analisis-de-las-fibras-retinianas-mediante-polarimetria-laser-asociado-a-la-autoperimetria-y-a-sistemas-de-inteligencia-artificial-redes-neuronales-ebook/9788490120019/2302675>
3. García Luna Martínez JEE, Martínez Ibarra AA, Romo Arpio CA, Flores Elizondo LE, González Lugo JD, Díazceballos García AL, *et al.* El impacto socioeconómico del glaucoma primario de ángulo abierto en México. *Rev Mex Oftalmol* [internet]. 2016 sep.-oct. [citado 25 oct. 2016];90(5):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187451915001304>
4. American Academy of Ophthalmology. Diagnóstico de glaucoma [internet]. United States of America: AAO; 2014 abr. 16 [citado 14 oct. 2016]. Disponible en: <http://www.aao.org/salud-ocular/enfermedades/glaucoma-diagnostico>
5. Gilbert Lucido ME, García Huerta M, Ruiz Quintero NC, Carrasco F, Gil Carrasco F, García López A, Casab Rueda H. Estudio epidemiológico de glaucoma en población mexicana. *Rev Mex Oftalmol* [internet]. 2010 [citado 17 sep. 2016];84(2):[aprox. 5 p.]. Disponible en: [http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id\\_articulo=62898&id\\_seccion=458&id\\_ejemplar=6320&id\\_revista=31](http://www.imbiomed.com/1/1/articulos.php?method=showDetail&id_articulo=62898&id_seccion=458&id_ejemplar=6320&id_revista=31)
6. Fernández Argones L, Martín Perera Y. Trabeculectomía. En: Piloto Díaz I, Domínguez Randulfe M. Glaucoma. Temas quirúrgicos. La Habana: ECIMED; 2012. p. 55-84.
7. Baget Bernaldiz M, Reyes Torres J. Anatomía del fondo de ojo, descripción de las lesiones según su situación en la retinografía y equivalencia entre la anatomía de la retina y las imágenes observadas. En: Andonegui Navarro J, Baget Bernaldiz M, Casaroli-Marano RP, Fontoba Poveda B, Méndez Marín I, Pareja Ríos A, *et al.* Exploración del fondo de ojo en Atención Primaria. Cribado de retinopatía diabética mediante cámara no midriática [internet]. Badalona, España: EUROMEDICE, Ediciones Médicas, S.L.; 2012 [citado 18 feb. 2016]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/camfic/exploracin-del-fondo-de-ojo-en-atencin-primaria>
8. Sender MJ, Vernet M, Asaad M. Cribado de la enfermedad oftalmológica del paciente diabético: exploración del fondo de ojo con retinografía no midriática complementada o no con exploración de agudeza visual y presión intraocular. *Arch Soc Esp Oftalmol* [internet]. 2013 jul. [citado 3 mar. 2015];88(7):[aprox. 8 p.]. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0365669112004509>
9. Fernández Argones L, Piloto Díaz I, Domínguez Randulfe M. Confiabilidad de los sistemas de análisis digital de imágenes en el glaucoma. En: Río Torres M, Capote Cabrera A, Hernández Silva JR, Eguías Martínez F, Padilla González C. Oftalmología. Criterios y tendencias actuales. La Habana: ECIMED; 2009. p. 363-84.
10. Gili Manzanaro P. Fotografía de fondo de ojo con filtros. *Bol Soc Oftalmol Madrid* [internet]. 2004 [citado 11 sep. 2016];(44)[aprox. 7 p.]. Disponible en: <http://www.oftalmo.com/som/images/revistas/revista-2004/m2004-07.htm>
11. Clayton Z. Stereographs [internet]. London: Victoria and Albert Museum. 2013 Jan. 29 [citado 22 sep. 2016]. Disponible en: <http://www.vam.ac.uk/blog/factory-presents/stereographs>
12. Eguía Martínez F, Río Torres M, Capote Cabrera A. Glaucoma primario de ángulo abierto. En: Glaucoma. Manual de diagnóstico y tratamiento en Oftalmología. La Habana: ECIMED; 2009. p. 315-9.
13. Öhnell HM, Heijl A, Anderson H, Bengtsson B. Detection of glaucoma progression by perimetry and optic disc photography at different stages of the disease: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. *Acta Ophthalmol* [internet]. 2016 Oct. 25 [citado 1 nov. 2016]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aos.13290/full>

14. Detección del glaucoma. Fotografía del fondo de ojo [internet]. España: Glaucoma, todo lo que necesitas saber; 2010 [citado 25 abr. 2016]. Disponible en: <http://glaucoma.com.es/fondo-de-ojo>
15. Asociación Grupo Colombiano de Trabajo sobre Glaucoma. Análisis del nervio óptico [internet]. Colombia: Glaucoma Colombia; 2015 [citado 11 ago. 2016]. Disponible en: <http://www.glaucomacolombia.org/glaucoma.php?id=18>
16. Alemañy Martorell J, Villar Valdés R. Glaucoma. En: Oftalmología [internet]. La Habana: Editorial Ciencias Médicas; 2003 [citado 25 mar. 2016]. Disponible en: [http://bvs.sld.cu/libros\\_texto/oftalmologia/cap14.pdf](http://bvs.sld.cu/libros_texto/oftalmologia/cap14.pdf)
17. García Ramos P. Retinografía con cámara no midriática [internet]. España: Centro de Salud Don Benito Oeste; 2014 ene. 29 [citado 26 mar. 2015]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/pedrogarciaramos14/retinografia-con-cmara-no-midriatica>
18. Carl Zeiss Meditec AG. Visucam 500. Imágenes brillantes a color [internet]. España: Zeiss; 2014 [citado 13 oct. 2016]. Disponible en: <http://www.zeiss.es/meditec/productos/oftalmologia-y-optometria/retina/diagnostics/fundus-imaging/visucam-500.html>
19. Medeiros FA, Remo S, Jr, Murray Fingeret OD, Weinreb RN. Cinco reglas para evaluar el disco óptico y la capa de fibras del nervio retiniano para el glaucoma. Rev Ophthalmol. 2011;44:18-23.
20. Enfermedades del nervio óptico. Anatomía del nervio óptico [internet]. Santiago de Chile: Complejo Asistencial Dr. Sótero del Río. 2008 [citado 18 sep. 2016]. Disponible en: <http://enfermedadesdelnerviooptico.blogspot.com/>
21. Healey PR, Mitchell P. Presence of an Optic Disc Notch and Glaucoma. J Glaucoma [internet]. 2015 Apr.-May [citado 18 sep. 2016];24(4):[aprox. 5 p.]. Disponible en: [http://journals.lww.com/glaucomajournal/Citation/2015/04000/Presence\\_of\\_an\\_Optic\\_Disc\\_Notch\\_and\\_Glaucoma.2.aspx](http://journals.lww.com/glaucomajournal/Citation/2015/04000/Presence_of_an_Optic_Disc_Notch_and_Glaucoma.2.aspx)
22. Méndez Marín I. Hipertensión ocular y glaucoma, métodos de cribado y diagnóstico precoz. En: Andonegui Navarro J, Baget Bernaldiz M, Casaroli-Marano RP, Fontoba Poveda B, Méndez Marín I, Pareja Ríos A, et al. Exploración del fondo de ojo en Atención Primaria. Cribado de retinopatía diabética mediante cámara no midriática [internet]. Badalona, España: EUROMEDICE, Ediciones Médicas, S.L.; 2012 [citado 8 ene. 2016]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/camfic/exploracin-del-fondo-de-ojo-en-atencin-primaria>
23. Mendoza Santiesteban C, Mendoza Santiesteban E, Reyes Berazaín A, Santiesteban Freixas R. Imágenes en Oftalmología. En: Santiesteban Freixas R, Luis González S, Jara Casco E, Colom Serra G, Alberto Escobar Y, Mendoza Santiesteban C, et al. Oftalmología pediátrica [internet]. La Habana: Editorial de Ciencias Médicas; 2010 [citado 25 mar. 2016]. Disponible en: [http://www.bvs.sld.cu/libros/oftamologia\\_pediatica/cap10.pdf](http://www.bvs.sld.cu/libros/oftamologia_pediatica/cap10.pdf)
24. Benedetti C. Anatomía: retina y del nervio óptico [internet]. Roma: Hospital S. María Terni; 2012 oct. 8 [citado 16 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.carlobenedetti.it/es/occhio-glaucoma-4/>
25. Instituto Oftalmológico de Granada. Glaucoma [internet]. Granada: IOG; 2012 [citado 22 oct. 2016]. Disponible en: <http://www.oftalmogranada.com/glaucoma.html>
26. Asociación Grupo Colombiano de Trabajo sobre Glaucoma. Exámenes de diagnóstico en glaucoma [internet]. Medellín – Colombia: Glaucoma Colombia; 2015 [citado 22 oct. 2016]. Disponible en: <http://www.glaucomacolombia.org/articulos.php?id=23>

Recibido: 6 de abril de 2016

Aprobado: 14 de septiembre de 2016

*Elina Caridad Pérez Molina*. Hospital Universitario Arnaldo Milián Casto. Santa Clara, Villa Clara. Cuba. Correo electrónico: [elinapm@infomed.sld.cu](mailto:elinapm@infomed.sld.cu)