

# Tomografía de coherencia óptica (OCT) en glaucoma (II)

E. Millá  
C. Larena

Unitat de Glaucoma  
Servicio  
de Oftalmología  
Hospital Clínic  
Barcelona

## Resumen

El glaucoma es una neuropatía óptica compleja y multifactorial caracterizada por una pérdida progresiva de células ganglionares retinianas y sus axones, conduciendo a una reducción del grosor de la capa de fibras nerviosas retinianas.

Las alteraciones estructurales de la papila y capa de fibras nerviosas peripapilares generalmente preceden a la aparición del daño funcional glaucomatoso detectable mediante perimetría. La identificación precoz de dichas alteraciones es de vital importancia para frenar el desarrollo de esta enfermedad de tan graves implicaciones. En los últimos años hemos asistido a la aparición de nuevos métodos encaminados al estudio morfológico de las estructuras retinianas donde se origina el daño glaucomatoso. Estas nuevas tecnologías ofrecen objetividad, rapidez y reproducibilidad.

En este artículo se ofrece una descripción de la tomografía de coherencia óptica (OCT) como método de utilidad para el diagnóstico precoz y seguimiento del glaucoma. Se describen los principales protocolos de análisis en glaucoma y se efectúa una correlación entre los datos que nos proporciona la OCT y el daño glaucomatoso en su doble vertiente estructural y funcional ilustrados al final del documento con varios casos clínicos.

## Resum

El glaucoma és una neuropatia òptica complexa i multifactorial caracteritzada per una pèrdua progressiva de cèl·lules ganglionars retinianes i els seus axons, conduint a una reducció del gruix de la capa de fibres nervioses retinianes.

Les alteracions estructurals de la papil·la i capa de fibres nervioses peripapil·lars generalment precedeixen l'aparició del dany funcional glaucomatós detectable mitjançant perimetria. La identificació precoç de dites alteracions és de vital importància per frenar el desenvolupament d'aquesta malaltia de tan greus implicacions. En els últims anys hem assistit a l'aparició de nous mètodes encaminats a l'estudi morfològic de les estructures retinianes on s'origina el dany glaucomatós. Aquestes noves tecnologies ofereixen objectivitat, rapidesa i reproduïbilitat.

En aquest article s'ofereix una descripció de la tomografia de coherència òptica (OCT) com a mètode d'utilitat pel diagnòstic precoç i seguiment del glaucoma. Es descriuen els principals protocols d'anàlisi en glaucoma i s'efectua una correl·lació entre les dades que ens proporciona l'OCT i el dany glaucomatós en la seva doble vessant estructural i funcional, il·lustrats al final del document amb diversos casos clínic.

## Summary

Glaucoma is a complex, multifactorial optic neuropathy characterized by a progressive loss of retinal ganglion cells and their axons leading to a reduction in the retinal fiber layer thickness.

Structural alterations of the optic disc and peripapillary nerve fiber layer generally precede the development of visual field loss in glaucoma. Detection of optic nerve head and retinal nerve fiber layer damage is therefore crucial to avoid glaucoma and its serious implications. In the recent years several new technologies have appeared to better study the morphologic changes of the retinal structures where glaucoma originates. These new methods offer objectivity, quickness and reproducibility.

In this article we offer a description of optical coherence tomography (OCT) as a useful method for early diagnosis of glaucoma and evaluation of its progression. We describe herein the principal analysis protocols in glaucoma and establish a correlation between the OCT data and the glaucomatous damage both structural and functional through several case reports at the end of the manuscript.

Correspondencia:  
Elena Millá Griñó  
Unitat de Glaucoma  
Servicio de Oftalmología  
Hospital Clínic  
Villarroel, 170  
08036 Barcelona

## Correlación OCT-daño estructural

El diagnóstico de glaucoma está actualmente basado en la apariencia del disco óptico y la perimetría standard acromática. Dada la gran variabilidad de morfologías que puede presentar el disco óptico en la población normal y en ocasiones la falta de tiempo, puede ser difícil llegar a valorar correctamente la apariencia del disco y la copa, documentados en el mejor de los casos por fotografías, y su cambio en el tiempo como factor de progresión del glaucoma. Pueden pasar varios años antes de apreciar a simple vista un cambio en la morfología papilar y para entonces miles de axones se han perdido.

La sensibilidad y especificidad de la observación de fotografías estereoscópicas de la CFNR para discriminar entre ojos normales y glaucomatosos se ha estimado entre un 80 y un 94%. Sin embargo las fotografías de alta calidad son difíciles de obtener y sólo se realizan de forma rutinaria en pocos centros. Existen dos métodos (método de Niessen, método de Quigley) semicuantitativos de evaluación de fotografías de la CFNR a fin de obviar los aspectos subjetivos del examinador. En ambos se otorga una puntuación en cada área peripapilar según el brillo, textura y grado de cobertura de los vasos retinianos por la CFNR<sup>18</sup>.

La OCT nos aporta medidas de diámetros, áreas y volúmenes útiles para el diagnóstico y seguimiento de estos pacientes y no susceptibles de la subjetividad del oftalmólogo al evaluar una fotografía.

Zangwill presentó un estudio mediante OCT de primera generación y halló una correlación más estrecha entre las lesiones campimétricas de ojos glaucomatosos, en concreto la desviación media (DM), y los resultados del grosor de la CFNR peripapilares que con la evaluación de dicha capa en fotografías estereoscópicas según los métodos de Niessen y Quigley arriba mencionados<sup>18</sup>.

En el estudio de Medeiros no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre el diámetro medio vertical de la relación copa/disco medida por OCT y la calculada a partir de fotografías de dichas papilas aunque había ciertas discrepancias en valores extremos. Sin embargo, en cuanto al diámetro horizontal, los valores de OCT fueron significativamente mayores que la opinión subjetiva del examinador al analizar las fotografías<sup>19</sup>.

El mismo autor diseña una fórmula llamada LDF (linear discriminant function) que combina diferentes parámetros de la OCT a fin de diferenciar mejor los ojos glaucomatosos de los normales. La LDF efectúa

un cálculo matemático integrando los parámetros con mayores áreas ROC y obteniendo un área de 0.97.

Parece que los resultados mediante OCT son altamente reproducibles y consistentes en cuanto a discriminar ojos normales y ojos afectados de glaucoma ya establecido, pues hay buena correlación entre las mediciones por OCT y los parámetros campimétricos. Sin embargo hay menos estudios en sujetos sospechosos de padecer glaucoma o con glaucoma preperimétrico. Nouri-Mahdavi efectuó un estudio mediante OCT2000 y fotografías estereoscópicas de ojos en estadios precoces de glaucoma que únicamente mostraban alteraciones morfológicas papilares y la campimetría acromática no mostraba alteraciones. Los ojos fueron clasificados en tres grupos según la apariencia del disco en: 1 = definitivamente o probablemente normal; 2 = indeterminado (no puede clasificarse); y 3 = definitivamente o probablemente glaucomatosos. La decisión clínica se basaba en la presencia o ausencia de lesiones papilares tales como excavación del disco, muescas, atrofia focal o difusa del anillo neuroretiniano, asimetría c/d entre ambos ojos y hemorragias papilares. Los resultados indicaron que el grosor medio de la CFNR y de cada cuadrante peripapilar presentaba un valor inferior en el grupo de individuos con glaucoma incipiente, intermedio en el grupo sospechoso y mayor en el grupo control. Los parámetros con un mayor poder discriminatorio entre individuo normal y sospechoso fueron las regiones superiores e inferiores, sobre todo en las franjas horarias temporales, aunque dicho autor concluye que la discriminación en estos casos es menor con respecto a la discriminación entre individuos normales e individuos con glaucoma ya establecido<sup>20</sup>.

Liu-Xing realizó un estudio comparativo del grosor de la CFNR en pacientes con glaucoma primario de ángulo abierto en diferentes estadios clínicos de la enfermedad. Los resultados indicaron que a mayor avance de la enfermedad aumentaba el número de cuadrantes peripapilares involucrados así como disminuía el grosor de dicha capa promedio y en todos los cuadrantes menos a nivel nasal. Asimismo halló una correlación topográfica en cuanto a la localización y morfología del defecto (muescas, pérdida de fibras difusa o una combinación entre ambos) a nivel papilar y su correspondiente defecto a nivel de la OCT. Según los diferentes estadios glaucomatosos los defectos hallados por dicho autor variaban en la cantidad de tejido involucrado y morfología del defecto, de manera que en glaucomas incipientes se afectaban uno o dos cuadrantes de la CFNR en forma de defecto local principalmente (83,9%). En

glaucomas intermedios aumentaba el número de cuadrantes involucrados y aparecían defectos de pérdida de grosor local (31,3%), difuso (46,8%) o una combinación entre ambos. Y en glaucomas avanzadas se involucraban todos los cuadrantes (89,5%) principalmente en forma de adelgazamiento de la CFNR generalizado (63,2%)<sup>21</sup>.

Savini, *et al.* demostraron una correlación positiva entre el grosor de la CFNR y el tamaño del disco óptico medidos mediante OCT3. Dicha correlación se mantenía en todos los cuadrantes y en el valor promedio exceptuando el sector nasal papilar<sup>13</sup>.

## Correlación OCT-daño funcional

Varios estudios han demostrado correlación entre los defectos en perimetría estándar acromática y los defectos topográficos hallados mediante OCT. Los resultados mediante OCT son reproducibles y consistentes sobre todo en casos de glaucomas perimétricos.

En contraste con los parámetros del protocolo ONH parece que los resultados al utilizar el protocolo de adquisición rápido de la CFNR son más consistentes y más útiles como marcadores de la progresión glaucomatosa. Según Leung<sup>11</sup> el daño estructural de las fibras nerviosas peripapilares está más directamente relacionado con la pérdida específica de CGR que la papila, ya que ésta comprende otras estructuras de tejido conectivo de soporte y células gliales además de la CFNR. Además la excavación característica de la papila en glaucoma involucra no sólo la pérdida de axones sino también cambios a nivel de la integridad tisular de soporte de la lámina cribosa. Por ello, el adelgazamiento de la CFNR peripapilares correlacionan en mayor medida con la pérdida funcional de CGR y por tanto con las alteraciones perimétricas, reflejo del daño funcional glaucomatoso. Por ello, aunque tanto el protocolo RNFL como el ONH son útiles para el diagnóstico de glaucoma, el primero es un mejor marcador para monitorizar la progresión del daño glaucomatoso.

Uno de los primeros estudios fue el de Kanamori<sup>22</sup> utilizando el OCT2 en 89 ojos de pacientes con glaucoma incipiente. Las curvas ROC del cuadrante inferior y la franja horaria de las 7 presentaron una sensibilidad y especificidad del 90%. Este dato es consistente con las observaciones que apuntan a que dicha zona es generalmente más gruesa, por lo que aquí es más fácil detectar un cambio glaucomatoso precozmente lo cual se corresponde con un defecto campimétrico en el hemisferio superior que se afecta con más frecuencia que el inferior.

Moreno-Montañés<sup>23</sup> halló que la media de la CFNR era menor en ojos glaucomatosos que en normales ( $p < 0.001$ ), así como en cada uno de los cuatro cuadrantes en particular y en 11 de los 12 meridianos analizados ( $p < 0.05$ ) mientras que la asimetría superior-inferior sólo mostró diferencia significativa en el meridiano correspondiente a los 30° centrales del CV ( $p < 0.05$ ). Describió una relación significativa entre la disminución de grosor de la CFNR y la desviación media del CV ( $p < 0.001$ ) y entre la CFNR y la desviación standard media ( $p < 0.001$ ).

Inicialmente Bowd, con una versión de OCT anterior, demostró un gran poder discriminatorio entre individuos normales y glaucomatosos del cuadrante inferior en la franja horaria de las 6. Posteriormente Leung<sup>11</sup> demostró que el cuadrante inferior peripapilar del estudio fast-RNFL presentó la mayor área ROC para discriminar individuos con glaucoma -o sospechosos de tenerlo- e individuos normales. Este parámetro junto con el grosor medio de la CFNR peripapilares y maculares presentaron una fuerte correlación con la desviación media del campo visual ( $p < 0.001$ ). En concreto, las mayores reducciones de grosor macular se hallaron en las zonas superotemporales (11 horas) e inferotemporales (7 horas). Estas localizaciones reflejan la mayor frecuente distribución de los defectos perimétricos glaucomatosos (defectos arciformes y escalón nasal).

Medeiros<sup>19</sup> además añadió el valor del grosor de la CFNR a las 9 horas (sector más temporal). Esta franja corresponde a la región del haz papilomacular que generalmente queda preservado del daño glaucomatoso hasta las últimas fases de la enfermedad. Una cifra de grosor significativamente superior en esta localización respecto a las 7 y 11 horas correlaciona positivamente con una progresión perimétrica glaucomatosa.

Estos resultados han sido corroborados por otros autores como Budenz<sup>10</sup> que añadió a los conocidos sectores infero y súperotemporales como mejores zonas predictivas de glaucoma el grosor medio de la CFNR que por sí solo presentó en su estudio una sensibilidad del 84% y una especificidad del 98% si su valor era anormal en el percentil5.

Según Liu<sup>21</sup> se hallaron anomalías en la CFNR de la OCT en un 80,9% de individuos afectados de glaucoma primario de ángulo abierto con leves alteraciones campimétricas y en un 100% de individuos con alteraciones perimétricas moderadas y severas.

Bagga, *et al.*<sup>3</sup> encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al grosor macular y

grosor de la CFNR del hemisferio perimétricamente no-glaucomatoso de individuos con glaucoma respecto a la población normal, haciendo patente la existencia de daño estructural previo al funcional.

Otros autores<sup>24</sup> han corroborado estos resultados mediante perimetría de onda corta o azul-amarillo (SWAP) que según ellos presenta una mayor sensibilidad para la detección del glaucoma en fases incipientes que la perimetría acromática. La perimetría azul-amarillo analiza principalmente la función de los conos y sus conexiones. Esta prueba está probablemente procesada por las pequeñas CGR azules-amarillas bi-estratificadas que corresponden a un 9% de la población total de CGR. En este estudio se halló una correlación estadísticamente significativa entre la afectación del grosor de la CFNR (RNFL thickness) de la OCT y las correspondientes zonas afectas del CV azul-amarillo. Los valores de grosor de la CFNR en las posiciones horarias de la 6 y 7 (infero-temporales) se correspondieron con más frecuencia con las alteraciones campimétricas del hemisferio superior (escalón nasal superior y posiciones arcuatas superiores).

Los conocidos estudios de Quigley<sup>1</sup> mencionaban que una pérdida de CGR del 20% se hallaba en localizaciones con una pérdida media de sensibilidad de 5 dB del CV y que un 40% de pérdida correspondía a zonas de CV con una disminución de 10 dB de sensibilidad. Sánchez-Galeana encontró que una pérdida de entre un 32% y un 53% de grosor medio de la CFNR del cuadrante inferior e inferotemporal se asociaba con valores de la desviación en patrón de SWAP de entre -8 a -13 dB en el hemisferio superior. Estos hallazgos guardan una cierta similitud con los de Quigley aunque sin efectuar un conteo de CGR<sup>24</sup>.

En cualquier caso parece que el protocolo que mejor correlaciona con la presencia de lesiones glaucomatosas campimétricas es el grosor de la CFNR (fast RNFL). Wollstein<sup>15</sup> no encontró una correlación estadísticamente significativa con el protocolo de grosor macular. Esto puede ser debido a varios factores, unos inherentes a la estructura estudiada como a la teoría de la redundancia de CGR comentado anteriormente o bien el hecho de que el cuerpo celular se daña en último lugar y en fases más tempranas de daño glaucomatoso se asiste a un adelgazamiento de los axones concentrados a nivel peripapilar y papilar. Otros factores son inherentes a la técnica de OCT empleada ya que el barrido peripapilar usa un haz lumínico circular y por tanto explora la totalidad del área retiniana seleccionada siendo más probable localizar un defecto que con el barrido macular que emplea seis líneas radiales a la fóvea y estima los sectores maculares limitados entre las zonas rastreadas.

En un estudio posterior este mismo autor<sup>25</sup> presenta una evaluación de la progresión de glaucoma mediante OCT y perimetría en 64 ojos y tras un seguimiento medio de 4.7 años. La progresión campimétrica fue definida como una disminución reproducible de 2 dB como mínimo de la DM respecto al CV inicial o baseline. La progresión mediante OCT se definió como un adelgazamiento reproducible medio de la CFNR de al menos 20 micras respecto al examen inicial (protocolo fast RNFL). Este estudio mostró una mayor probabilidad de progresión estadísticamente significativa mediante OCT que con pruebas campimétricas: 66% de los ojos permanecieron estables o no progresaron durante todo el seguimiento, 22% progresaron sólo mediante OCT, 9% sólo mediante la DM del CV y un 3% mediante OCT y CV.

## Ultrahigh-resolution OCT (UHR-OCT)

Diversos estudios histológicos han demostrado que el daño glaucomatoso está confinado a la capa de CGR y CFNR. El modelo actual de OCT nos permite una detección "in vivo" de las anomalías glaucomatosas de dichas estructuras. El nuevo OCT de alta resolución presenta una mayor resolución axial de las imágenes permitiendo una detección selectiva del daño de dichas estructuras comprendidas entre el resto de estructuras retinianas. Es un sistema que permite una resolución axial "in vivo" de 3 micras y utiliza un láser de femtosegundos de titanio-zafiro que genera una fuente de luz de banda ancha que mide 125 nm centrada en una longitud de onda de 815 nm. La OCT3 utiliza un láser diodo superluminescente con una banda lumínica de 25 nm centrada en los 820 nm como fuente de luz. La UHR-OCT produce un rastreo de 1,5 mm de profundidad en dirección axial (versus 2 mm para la OCT3) y 6 mm transversal generando imágenes de 3 micras de resolución axial y 15-20 micras de resolución transversal correspondientes a 3000 píxeles axiales y 600 píxeles transversales. Genera 140 rastreos por segundo o aproximadamente 4 segundos por imagen. Las imágenes de OCT3 presentan 10 micras de resolución axial y 20 micras de resolución transversal en el tejido lo cual se corresponde con 1024 píxeles axiales y 512 transversales generando 400 rastreos por segundo o aproximadamente tarda 1,3 segundos por cada imagen.

Wollstein, *et al.*<sup>26</sup> realizaron un estudio comparando mediciones mediante OCT3 y UHR-OCT en pacientes en diferentes estadios de daño glaucomatoso. Según estos autores, la mejor visualización ofrecida

por la UHR-OCT permite el reconocimiento más preciso de las estructuras intraretinianas así como diminutos cambios glaucomatosos no detectables con versiones anteriores de la OCT, ya que la UHR-OCT permite un reconocimiento específico de la CFNR y capa de CGR ambos enclaves diana del glaucoma. Es un arma útil por tanto para el diagnóstico precoz del glaucoma y el seguimiento de la progresión glaucomatosa. Numerosos estudios han demostrado que los cambios estructurales preceden al daño funcional glaucomatoso. El estudio mediante UHR-OCT permitió evidenciar daño estructural adicional al que aparecía en la campimetría de pacientes glaucomatosos aún no patente en dicho examen perimétrico.

### **Ventajas de la Tomografía Óptica de Coherencia**

Numerosos estudios experimentales y clínicos han demostrado que la CFNR presenta cambios atróficos debidos al glaucoma y que el daño de dicha capa y del disco óptico frecuentemente preceden a las alteraciones del campo visual. Muchas técnicas actuales como la polarimetría láser GDx, el láser confocal de barrido HRT-II, el analizador de grosor retiniano RTA o la OCT son pruebas no invasivas concebidas para la detección precoz de daño glaucomatoso en dichas estructuras de la retina.

Los valores de sensibilidad y especificidad de la OCT para la detección y seguimiento del glaucoma son comparables y en ocasiones superiores a los de dichas otras tecnologías según los diferentes estudios. El HRT presenta una sensibilidad del 62 al 96% y una especificidad del 84 al 94% para el diagnóstico de glaucoma. El GDx sin compensación corneal presenta una sensibilidad del 74 al 96% y una especificidad del 92 al 93% según diferentes autores<sup>27</sup>. Sin embargo los estudios mediante HRT se han mostrado más inconsistentes en cuanto a cuál es el parámetro más útil para la discriminación de glaucoma que en algunos estudios es el logaritmo del área del anillo neuroretiniano y en otros el contorno, volumen del anillo o medida de la copa<sup>11</sup>.

Según Leung la OCT proporciona un análisis más fiable que el HRT al contar con una localización fija del plano de referencia y una determinación automática y no manual del margen papilar basado en un parámetro anatómico de referencia como es el EPR<sup>11</sup>.

La OCT no se ve afectada por la birrefringencia de otras estructuras oculares, no requiere un plano de referencia y tiene un alto poder de resolución axial y transversal.

Sin embargo en un estudio reciente de Medeiros y Zangwill se estudiaron 141 ojos mediante Stratus OCT, HRT II y GDx con compensación corneal variable (CCV) y no hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las áreas ROC de los mejores parámetros de cada uno de dichos instrumentos. Para el GDx fue el indicador de fibras nerviosas (área ROC = 0.91), para el Stratus OCT el grosor del cuadrante inferior de la CFNR (área ROC = 0.92) y para el HRT II fue la función discriminante lineal (área ROC = 0.86). De manera que un resultado anómalo respecto a la base de normalidad de cada uno de dichos aparatos se asociaba con una fuerte probabilidad de presentar progresión campimétrica glaucomatosa<sup>28</sup>.

Parisi, *et al.*<sup>29</sup> demostraron una correlación estadísticamente significativa entre el valor promedio y el sector temporal de la CFNR peripapiales y el estudio mediante electroretinograma pattern.

Se sabe que la mácula posee la mayor densidad de CGR con un pico de 750 a 1100 micras desde el centro de la fovea. La pérdida de CGR en el glaucoma puede resultar en un descenso de la celularidad macular y por tanto del grosor macular. Varios autores han demostrado un descenso del grosor macular en relación con el glaucoma y en correlación con los cambios de la CFNR peripapilares. Tanito, *et al.*<sup>30</sup> han demostrado una reducción del grosor retiniano perifoveolar mediante el analizador de grosor retiniano RTA.

Las versiones anteriores de OCT (OCT1/OCT2000) han demostrado su utilidad en la medida del volumen o el grosor macular total pero no el grosor de la CFNR macular aislado. Mediante OCT3 podemos medir selectivamente el grosor de esta capa y por tanto obtener datos más fiables en relación al daño glaucomatoso.

## **Casos clínicos**

### **Caso 1**

Mujer de 62 años afecta de glaucoma primario de ángulo abierto diagnosticado hace 7 años y bien controlado médicamente. La paciente es hipermetrópe y presenta cataratas incipientes en ambos ojos. La agudeza visual es de 0.6 con máxima corrección en ambos ojos. En el fondo de ojo se aprecian papilas pequeñas, normocoloreadas, de bordes mal definidos, sin signos de excavación ni anomalías vasculares o en la CFNR. Se realiza campimetría Octopus 101

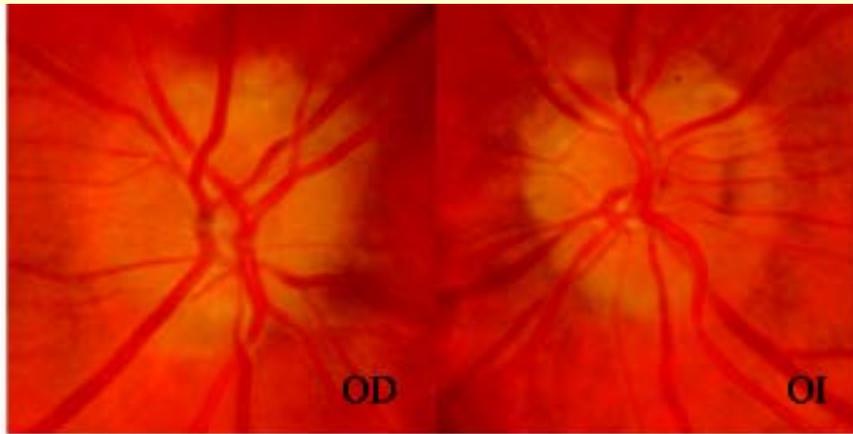
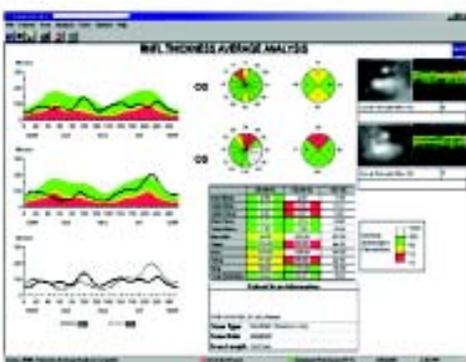
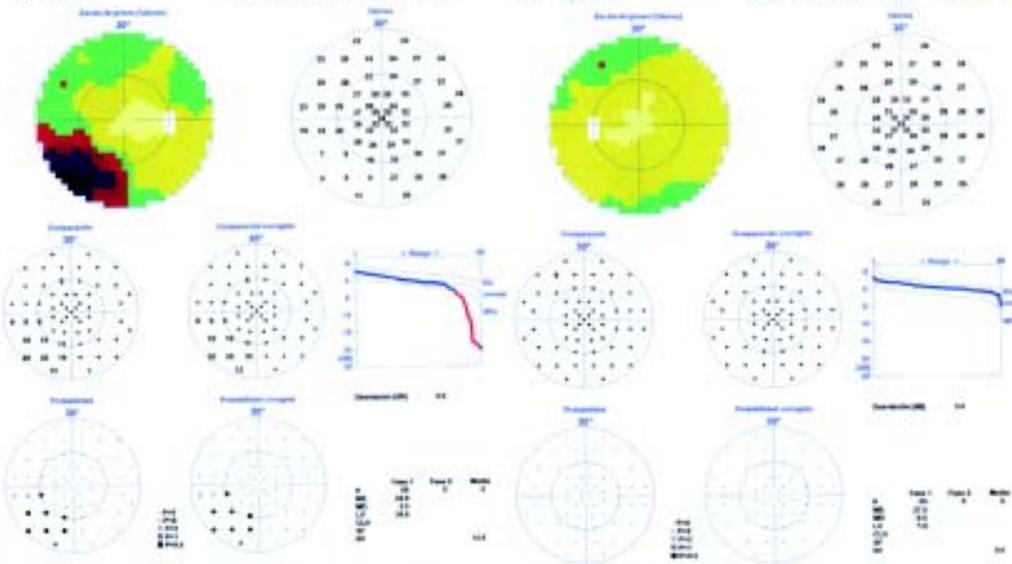


Figura 1.  
Caso 1

<p><b>Apéndice</b> Número: 10001340 Fecha: 01/01/2006 Hora: 11:00 Médico: J. J. C. C. Asistente: J. J. C. C. Paciente: J. J. C. C. Diagnóstico: GLAUCOMA Archivos de paciente:</p>	<p><b>Op / Praxión</b> Fecha / Hora: 28/02/2006 10:40 Tiempo de adquisición: 2:10 Programa / Código: 10001340 Nº de Escan / Fase: 50 Sistema: 10001340 Tamaño de imagen / Resolución: 512 / 512 Luminosidad del fondo: 4.00 Nº de Program. / Repeticiones: 10 / 10 Nº de Tomografías: 100 C:\ARCHIVO\OCTOPRAXION\GLAUCOMA\10001340</p>	<p><b>Escaneado</b> Número: 10001340 Fecha: 01/01/2006 Hora: 11:00 Médico: J. J. C. C. Asistente: J. J. C. C. Paciente: J. J. C. C. Diagnóstico: GLAUCOMA Archivos de paciente:</p>	<p><b>Op / Praxión</b> Fecha / Hora: 28/02/2006 10:32 Tiempo de adquisición: 2:10 Programa / Código: 10001340 Nº de Escan / Fase: 50 Sistema: 10001340 Tamaño de imagen / Resolución: 512 / 512 Luminosidad del fondo: 4.00 Nº de Program. / Repeticiones: 10 / 10 Nº de Tomografías: 100 C:\ARCHIVO\OCTOPRAXION\GLAUCOMA\10001340</p>
--	--	---	--



estrategia TOP evidenciándose escalón nasal inferior en su OD y siendo normal el del OI. Se realiza tomografía mediante Stratus OCT protocolo fast RNFL objetivándose cambios patológicos en la franja horaria de las 11 horas y limítrofes a las 12 y 6 horas en el OD. El OI muestra lesiones significativas en el cuadrante superior.

Éste es un caso de buena correlación funcional CV-OCT ante una morfología papilar difícil de interpretar. La paciente presenta unas papilas hipermétropes pequeñas y "repletas" que hacen difícil la visualización de lesiones glaucomatosas. Presentan unos bordes difíciles de definir sin signos típicos glaucomatosos. Éstos aparecen a nivel de su OD en el CV. La OCT es de gran utilidad en este caso pues no solo confirma las lesiones campimétricas en un caso claro de mala correlación estructura-función sino que aporta nuevas localizaciones de daño incipiente en ambos ojos aún no evidenciadas en el CV y que por tanto nos deben alertar como futuras zonas a vigilar en dicha paciente (Figura 1).

### Caso 2

Mujer de 60 años diagnosticada de glaucoma primario de ángulo abierto hace 6 años e intervenida de cirugía filtrante en su OD y con tratamiento médico en su OI. Las presiones intraoculares son de 16 OD/18 OI. La papila derecha presenta un adelgazamiento difuso del anillo y la izquierda una excavación central muy amplia con un anillo neuroretiniano adelgazado aunque mejor conservado que el del ojo contralateral. En la exploración fundoscópica ambas papilas parecen de gran tamaño. El CV del OD presenta un escalón nasal inferior y el del OI es prácticamente normal excepto un solo punto en el cuadrante superior con  $p < 0.5$ . Se realiza una OCT protocolo fast RNFL que muestra adelgazamiento significativo de la CFNR en los polos superior e inferior de la papila derecha y lesiones en dos franjas horarias (a la 1 hora patológica y a las 2 horas limítrofes) de su OI.

El protocolo fast ONH nos ofrece las medidas del área papilar que son de  $1.8 \text{ mm}^2$  OD y  $2.3 \text{ mm}^2$  OI por lo que se hallan dentro del rango normal. Este examen muestra valores patológicos del área vertical integrada del borde o VIRA que es de  $0.021 \text{ mm}^3$  para el OD y de  $0.094 \text{ mm}^3$  para el OI (los valores normales oscilan entre  $0.36 \pm 0.08 \text{ mm}^3$ ).

En este caso hay una mala correlación entre la morfología papilar y las alteraciones campimétricas sobre todo a nivel del OI ya que nos esperaríamos un CV patológico ante el aspecto adelgazado del anillo

papilar izquierdo. El daño es visualizado mediante OCT que pone en evidencia otras zonas lesionadas en ambos ojos por lo cual se somete a la paciente a una intensificación del tratamiento hipotensor. Estos signos patológicos tienen más peso al tratarse de papilas de dimensiones normales y no megapapilas como habíamos pensado en un principio. Los cambios de la OCT fast RNFL nos avisan de un posible peligro de bilateralización del glaucoma por lo que debemos intensificar los controles en esta paciente y quizás plantearnos un tratamiento médico más agresivo para obtener una PIO del OI inferior (Figura 2).

### Caso 3

Varón de 17 años afecto de hipertensión ocular y con antecedentes paternos de glaucoma primario de ángulo abierto. En la exploración presenta agudezas visuales de 10/10 en ambos ojos y PIO de 24 sin tratamiento. Las papilas presentan una excavación central amplia con buena conservación del anillo y sin alteraciones significativas en la CFNR peripapilares (regla ISNT conservada). Los campos visuales periódicos no muestran alteraciones. La paquimetría media es de 525 / 530. Se realiza OCT fast RNFL que denota adelgazamiento significativo en el cuadrante inferior de su OD y una franja horaria limítrofe nasal inferior en su OI.

En este caso tenemos varios factores que apoyan el diagnóstico de glaucoma como son los antecedentes familiares, la paquimetría que evidencia unas córneas finas y por último las lesiones que aparecen en la tomografía. Por lo tanto se decide iniciar tratamiento médico hipotensor en dicho paciente (Figura 3).

### Conclusiones

La tomografía de coherencia óptica ha demostrado ser un examen reproducible y fiable en ojos normales, glaucomatosos e hipertensos oculares.

No está sujeta a interpretaciones subjetivas por parte del examinador ni requiere excesiva colaboración por parte del paciente. Es un test cómodo incluso para niños e individuos incapaces de realizar un campo visual por deficiencia mental o física y no requiere excesiva dilatación pupilar unos 4 mm aproximadamente.

Nos ofrece mediciones precisas de longitudes, áreas y volúmenes de las diferentes estructuras retinianas específicamente involucradas en el glaucoma.

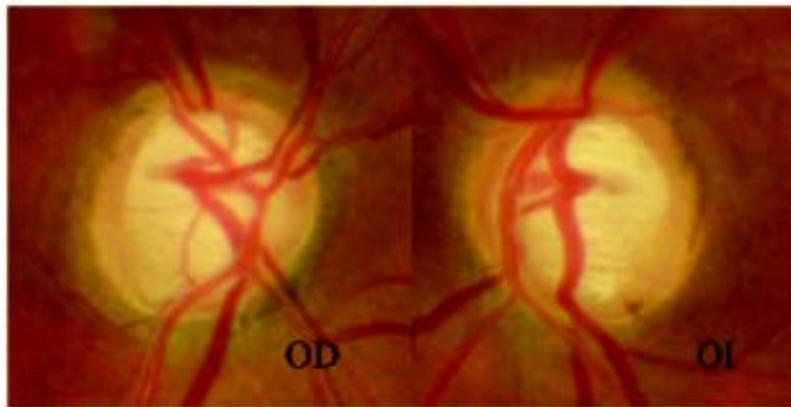
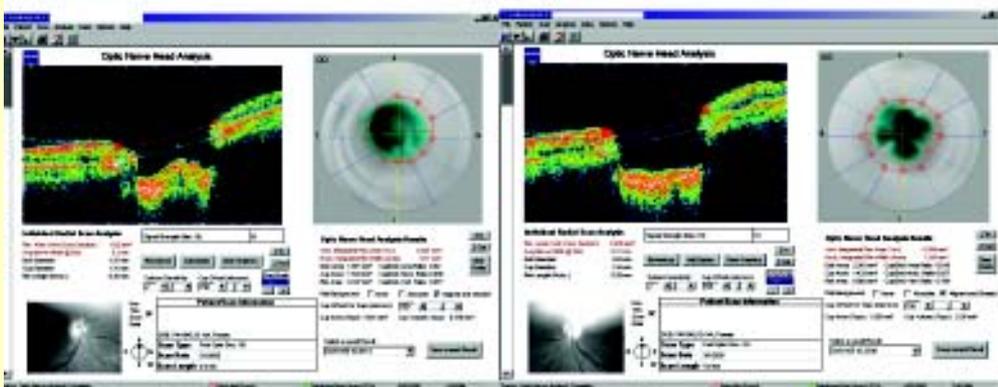
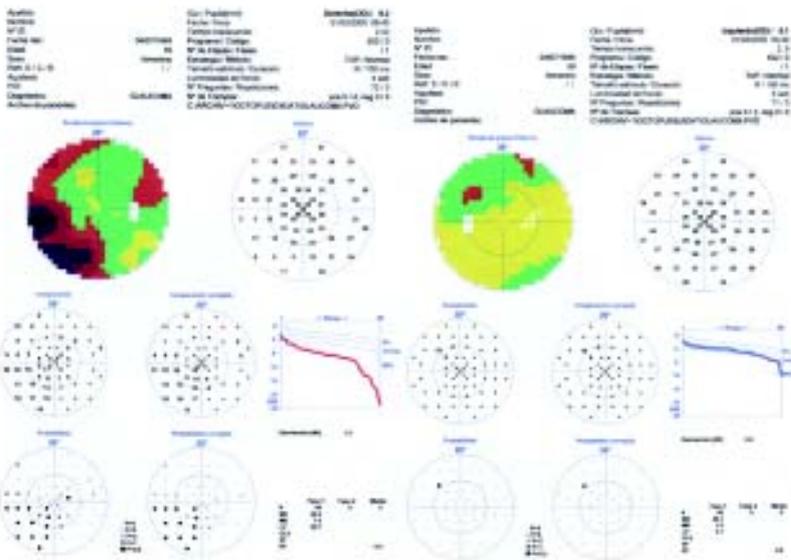


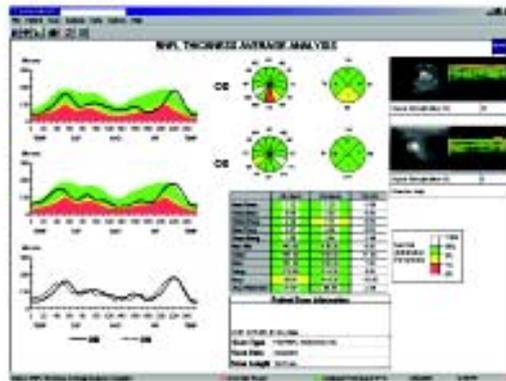
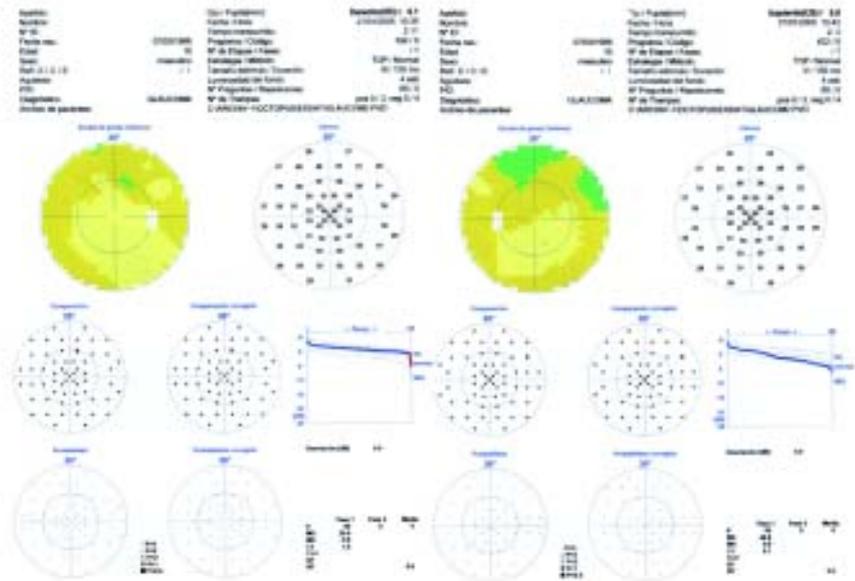
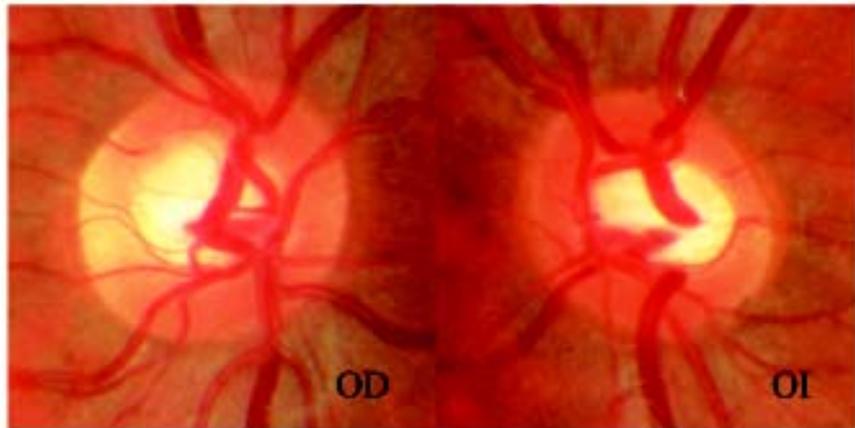
Figura 2.  
Caso 2



Se ha demostrado eficaz en la detección precoz del daño glaucomatoso precediendo a los cambios

perimétricos, sobre todo analizando el sector inferotemporal de la CFNR peripapilares del proto-

Figura 3.  
Caso 3



colo fast RNFL, aunque otros autores otorgan más peso a los resultados obtenidos con el protocolo ONH en concreto parámetros como el HIRW, área del anillo neuroretiniano y VIRA.

Se ha hallado una correlación estadísticamente significativa entre la desviación media del campo visual y el grosor de la CFNR peripapilar en todos los cuadrantes excepto el nasal lo cual es de utilidad para monitorizar la progresión de la enfermedad glaucomatosa.

Con el nuevo tomógrafo de alta resolución (ultra-high resolution OCT) se abren nuevas posibilidades de estudio de dichos pacientes anticipando todavía más el diagnóstico precoz del glaucoma aunque aún debemos esperar más estudios que confirmen la gran potencialidad que presenta esta tecnología.

## Bibliografía

1. Quigley HA, Katz J, Derick RJ. An evaluation of optic disc and nerve fiber layer examinations in monitoring progression of glaucoma damage. *Ophthalmology* 1992;99:19-28.
2. Bagga H, Greenfield D. Quantitative assesment of structural damage in eyes with localized visual field abnormalities. *Am J Ophthalmol* 2004;137:797-805.
3. Budenz DL, Michael A, Chang RT, et al. Sensitivity and specificity of the Stratus OCT for perimetric glaucoma. *Ophthalmology* 2005;112:3-9.
4. Leung CK, Chan W, Hui Y, et al. Analysis of retinal nerve fiber layer and optic nerve head in glaucoma with different reference plane offsets using optical coherence tomography. *IOVS* 2005;46:891-9.
5. Savini G, Zanini M, Carelli V, et al. Correlation between retinal nerve fibre layer thickness and optic nerve head size: an optical coherence tomography study. *Br J Ophthalmol* 2005;89:489-92.
6. Wollstein G, Schuman JS, Price L, et al. Optical coherence tomography macular and peripapillary retinal nerve fiber layer measurements and automated visual fields. *Am J Ophthalmol* 2004;138:218-25.
7. Zangwill LM, Williams J, Berry CC, et al. A comparison of optical coherence tomography and retinal nerve fiber layer photography for detection of nerve fiber layer damage in glaucoma. *Ophthalmology* 2000;107:1309-15.
8. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, et al. Evaluation of retinal nerve fiber layer, optic nerve head and macular thickness measurements for glaucoma detection using optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2005;139:44-55.
9. Nouri-Mahdavi K, Hoffman D, Tannenbaum DP, et al. Identifying early glaucoma with optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2004;137:228-35.
10. Liu X, Ling Y, Luo R, et al. Optical coherence tomography in measuring retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects and patients with open-angle glaucoma. *Chin Med J* 2001;114:524-9 .
11. Kanamori A, Nakamura M, Escano MF, et al. Evaluation of the glaucomatous damage on retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2003;135:513-20.
12. Moreno-Montañés J, Alvarez-Vidal A, Sainz Gomez C, et al. Capa de fibras nerviosas en ojos glaucomatosos. Estudio realizado mediante OCT y su comparación con el campo visual. *Arch Soc Esp Oft* 2002;8.
13. Sanchez-Galeana CA, Bowd C, Zangwill LM, Sample PA, Weinreb RN. Short-wavelength automated perimetry results are correlated with optical coherence tomography retinal nerve fiber layer thickness measurements in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2004;111:1866-72.
14. Wollstein G, Schuman JS, Price L, et al. Optical coherence tomography longitudinal evaluation of retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2005;123:464-71.
15. Wollstein G, Paunescu LA, Ko TH, et al. Ultrahigh-resolution optical coherence tomography in glaucoma. *Ophthalmology* 2005;112:229-37.
16. Zangwill LM, Bowd C, Berry CC, et al. Discriminating between normal and glaucomatous eyes using the Heidelberg Retina Tomograph, GDx Nerve Fiber Analyzer, and Optical Coherence Tomograph. *Arch Ophthalmol* 2001;119:985-93.
17. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, et al. Comparison of the GDx VCC scanning laser polarimeter, HRT II confocal scanning laser ophthalmoscope, and stratus OCT optical coherence tomograph for the detection of glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2004;122:827-37.
18. Parisi V, Manni G, Centofante M, et al. Correlation between optical coherence tomography, pattern electroretinogram, and visual evoked potentials in open-angle glaucoma patients. *Ophthalmology* 2001;108:905-12.
19. Tanito M, Itai N, Ohira A, et al. Reduction of posterior pole retinal thickness in glaucoma detected using the Retinal Thickness Analyzer. *Ophthalmology* 2004;111:265-75.
20. Nouri-Mahdavi K, Hoffman D, Tannenbaum DP, et al. Identifying early glaucoma with optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2004;137:228-35.
21. Liu X, Ling Y, Luo R, et al. Optical coherence tomography in measuring retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects and patients with open-angle glaucoma. *Chin Med J* 2001;114:524-9 .

22. Kanamori A, Nakamura M, Escano MF, *et al.* Evaluation of the glaucomatous damage on retinal nerve fiber layer thickness measured by optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol* 2003;135:513-20.
23. Moreno-Montañés J, Alvarez-Vidal A, Sainz Gomez C, *et al.* Capa de fibras nerviosas en ojos glaucomatosos. Estudio realizado mediante OCT y su comparación con el campo visual. *Arch Soc Esp Oft* 2002;8.
24. Sanchez-Galeana CA, Bowd C, Zangwill LM, Sample PA, Weinreb RN. Short-wavelength automated perimetry results are correlated with optical coherence tomography retinal nerve fiber layer thickness measurements in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2004;111:1866-72.
25. Wollstein G, Schuman JS, Price L, *et al.* Optical coherence tomography longitudinal evaluation of retinal nerve fiber layer thickness in glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2005;123:464-71.
26. Wollstein G, Paunescu LA, Ko TH, *et al.* Ultrahigh-resolution optical coherence tomography in glaucoma. *Ophthalmology* 2005;112:229-37.
27. Zangwill LM, Bowd C, Berry CC, *et al.* Discriminating between normal and glaucomatous eyes using the Heidelberg Retina Tomograph, GDx Nerve Fiber Analyzer, and Optical Coherence Tomograph. *Arch Ophthalmol* 2001;119:985-93.
28. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, *et al.* Comparison of the GDx VCC scanning laser polarimeter, HRT II confocal scanning laser ophthalmoscope, and stratus OCT optical coherence tomograph for the detection of glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2004;122:827-37.
29. Parisi V, Manni G, Centofante M, *et al.* Correlation between optical coherence tomography, pattern electroretinogram, and visual evoked potentials in open-angle glaucoma patients. *Ophthalmology* 2001;108:905-12.
30. Tanito M, Itai N, Ohira A, *et al.* Reduction of posterior pole retinal thickness in glaucoma detected using the Retinal Thickness Analyzer. *Ophthalmology* 2004;111:265-75.