

CAPACIDAD DE LA TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA (OCT), LÁSER CONFOCAL DE BARRIDO (HRT-II) Y POLARIMETRÍA LÁSER (GDx) EN LA DETECCIÓN DE DAÑO ESTRUCTURAL EN EL GLAUCOMA CRÓNICO SIMPLE

DIAGNOSTIC USEFULNESS OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (OCT), SCANNING LASER TOMOGRAPHY (HRT-II) AND LASER POLARIMETRY (GDx) IN OPEN-ANGLE GLAUCOMA

PUEYO V¹, POLO V¹, LARROSA JM¹, FERRERAS A¹, MARTÍNEZ-DE-LA-CASA JM², HONRUBIA FM¹

RESUMEN

Objetivos: Evaluar la capacidad diagnóstica de tres técnicas de análisis digital de imagen (OCT, HRT-II y GDx VCC) para detectar la presencia de daño glaucomatoso.

Material y métodos: Se incluyeron en este estudio transversal un total de 427 ojos de 427 sujetos, que fueron clasificados en normales, hipertensos oculares y glaucomatosos según sus cifras de presión intraocular, perimetría automatizada convencional y morfología de la cabeza del nervio óptico. A todos ellos se les realizó una exploración mediante HRT, OCT y GDx. Se trazaron las curvas ROC de cada parámetro y se calcularon los niveles de sensibilidad para especificidades prefijadas en el 85% y el 95%.

Resultados: Los parámetros que proporcionaron mayor rentabilidad diagnóstica fueron la función

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the diagnostic ability of three digital imaging technologies (HRT-II, OCT and GDx VCC) in detecting glaucomatous damage.

Methods: A total of 427 eyes from 427 subjects were included in this cross-sectional study. Each subject was classified as healthy, ocular hypertensive or glaucomatous, according to intraocular pressure levels, standard automated perimetry and optic disc morphology. All of them underwent examination by means of HRT, OCT and GDx VCC. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted and sensitivities at fixed specificities (85% and 95%) were calculated for each parameter assessed.

Results: The parameters with the higher diagnostic ability were: FSM discriminant function from HRT-II (AUC=0.899), retinal nerve fiber layer average

Recibido: 17/4/06. Aceptado: 13/12/06.

¹ Doctor en Medicina. Servicio de Oftalmología. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España.

² Doctor en Medicina. Servicio de Oftalmología. Hospital Clínico San Carlos. Madrid. España.

Correspondencia:
Victoria Pueyo
Servicio de Oftalmología
Hospital Universitario Miguel Servet
Isabel la Católica, 1-3
50009 Zaragoza
España
E-mail: vicpueyo@hotmail.com

discriminante FSM del HRT-II (AUC=0,899), el espesor medio de la capa de fibras nerviosas de la retina del OCT (AUC=0,929) y el NFI (AUC=0,879), sin detectarse diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Conclusión: El HRT-II, el OCT y el GDx VCC proporcionan parámetros morfométricos de la capa de fibras nerviosas de la retina y de la cabeza del nervio óptico con una elevada capacidad discriminativa en la enfermedad glaucomatosa.

Palabras clave: Glaucoma, diagnóstico, HRT, OCT, GDx VCC, capa de fibras nerviosas de la retina, nervio óptico.

thickness from OCT (AUC=0.929) and NFI from GDx VCC (AUC=0.879), with no statistically significant differences between them.

Conclusion: The HRT-II, OCT and GDx VCC provide measurements of the retinal nerve fiber layer and the optic nerve head with high discriminating ability in open-angle glaucoma (*Arch Soc Esp Oftalmol* 2006; 81: 693-700).

Key words: Glaucoma, diagnosis, HRT, OCT, GDx VCC, retinal nerve fiber layer thickness, optic nerve head.

INTRODUCCIÓN

El glaucoma crónico simple es una neuropatía que se define por una pérdida de células ganglionares, que condicionan la aparición de defectos funcionales en la perimetría automatizada convencional y alteraciones estructurales en la capa de fibras nerviosas de la retina y en la cabeza del nervio óptico (1-3), cuya posibilidad de detección ha sido referida en numerosos estudios como precedente en varios años a las pérdidas funcionales (4,5).

El reciente desarrollo de las técnicas de análisis digital ha permitido la aparición de diversos instrumentos diagnósticos, que proporcionan un minucioso análisis de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR) y de la cabeza del nervio óptico (NO), minimizando la limitación secundaria a la subjetividad del explorador o la variabilidad de la prueba. En este sentido, cabe destacar la utilidad de tres tecnologías, como son el Láser confocal de barrido (HRT-II), la Tomografía de coherencia óptica (OCT) y la Polarimetría láser (GDx), cuya rentabilidad diagnóstica en la enfermedad glaucomatosa será evaluada en el presente estudio.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODO

Sujetos

Se trata de un estudio observacional transversal, en que se incluyeron un total de 427 ojos pertenecientes a 427 pacientes evaluados en la Unidad de Glaucomas de nuestro centro y clasificados en normales, hipertensos oculares y glaucomas en función

de sus cifras de presión intraocular (PIO), resultados de la perimetría automatizada convencional y morfología de sus papilas. Todos los pacientes hipertensos oculares y los afectos de glaucoma fueron seleccionados de manera consecutiva entre los pacientes visitados en dichas consultas, que cumplían los criterios de inclusión exigidos en este estudio.

Los sujetos considerados normales se caracterizaron por tener cifras de PIO menores o iguales a 21 mm Hg, perimetría automatizada compatible con la normalidad y papilas sin signos de neuropatía óptica glaucomatosa (NOG). Los hipertensos oculares (HTO) se definieron por cifras de PIO superiores a 21 mm Hg con perimetría automatizada compatible con la normalidad, sin atender a su morfología papilar. Por último, el grupo de pacientes glaucomatosos lo constituyeron sujetos con cifras de PIO superiores a 21 mm Hg, con defectos en la perimetría automatizada y papilas con signos de NOG (adelgazamiento del anillo neuroretiniano focal o difuso, muescas, hemorragias papilares, asimetría en la proporción excavación/disco vertical superior a 0,2 entre los dos ojos). La evaluación papilar fue llevada a cabo por un especialista en glaucoma.

Todos los pacientes fueron seleccionados siguiendo los siguientes criterios de inclusión: edades comprendidas entre 30 y 80 años, agudeza visual igual o mayor de 0,8 (escala de Snellen), defecto de refracción inferior a 5 dioptrías de esférico y 3 dioptrías e cilíndrico y medios ópticos transparentes. Se excluyeron del estudio a todos los pacientes con enfermedades hematológicas o cardiovasculares graves, antecedente de traumatismo o cirugía previos, retinopatía de cualquier etiología, anomalías angulares o imposibilidad de realizar

cualquiera de las pruebas incluidas en el protocolo exploratorio. De todos los sujetos incluidos se obtuvo un consentimiento informado.

A todos los pacientes se les realizó una exploración oftalmológica completa, que incluyó perimetría automatizada convencional, Láser confocal de barrido (HRT-II), Tomografía de coherencia óptica (OCT) y Polarimetría láser (GDx VCC). Aquellos pacientes de los que no fue posible obtener imágenes de calidad de todas las técnicas de análisis estructural fueron excluidos de este estudio.

Perimetría automatizada convencional

La perimetría automatizada se llevó a cabo con el analizador de campo Humphrey 754 siguiendo una estrategia de umbral completo y el programa 24-2 que permite explorar los 24° más centrales del campo visual. Los resultados perimétricos fueron interpretados mediante el paquete estadístico (STATPAC 2) que incorpora el perímetro. Se definió daño glaucomatoso como la presencia de al menos uno de los siguientes criterios: Desviación estándar patrón corregida (DSPC) con una $p < 2\%$ y/o grupo de 3 o más puntos contiguos con un nivel de probabilidad menor del 5% y/o grupo de 2 o más puntos contiguos con un nivel de probabilidad menor del 1% (no situados en la corona periférica del campo visual, ni en los vértices de la mancha ciega) y/o Glaucoma Hemifield Test alterado. Para que una prueba fuera considerada anormal se exigió la presencia de defectos reproducibles en al menos tres pruebas. Del mismo modo, toda exploración con baja fiabilidad (falsos positivos y/o negativos mayores del 33% o pérdidas de fijación mayores del 20%) se repitió hasta obtener una exploración válida o se desestimó para el estudio a dicho paciente.

Láser confocal de barrido, HRT-II (Heidelberg Retina Tomograph, Heidelberg Engineering, GMBH, Heidelberg, Germany)

Tras la obtención de la imagen topográfica papilar por parte del instrumento, uno de los tres oftalmólogos que forman parte de la Unidad de Glaucoma llevó a cabo el trazado del contorno papilar. Mediante dicho análisis topográfico, se evaluaron 19 parámetros estructurales y las dos funciones discriminantes propuestas por Mikelberg (FSM)⁶ y por Burk (RB) (7).

Tomografía de coherencia óptica (Stratus OCT 3000, Carl Zeiss Meditec, Dublin)

Utilizando los protocolos de adquisición de imágenes diseñados para el estudio de la enfermedad glaucomatosa (*Disco óptico* y *Espesor de la CFNR*) y los protocolos de análisis correspondientes (*Espesor de la CFNR promedio* y *Cabeza del nervio óptico*), se obtuvieron las mediciones de la CFNR peripapilar y parámetros papilares que serán posteriormente evaluados en este estudio.

Polarimetría láser (GDx VCC, Laser Diagnostic Technologies, San Diego)

La polarimetría láser se llevó a cabo con compensación corneal individualizada (GDx VCC), permitiendo la evaluación de diversas mediciones de la CFNR.

Análisis estadístico

Para el desarrollo de cálculos y análisis estadísticos se utilizaron los programas estadísticos SPSS 11.0.1 (SPSS for Windows, SPSS Inc., Chicago, USA) y MedCal 8.0.1 (MedCalc Software, Mariakerke, Bélgica).

Previo al estudio de las variables cuantitativas se realizó un test de Kolmogorov-Smirnov, comprobando que todas las muestras a estudio presentaban una distribución de sus valores ajustada a la normalidad, siendo ésta verificada en la totalidad de los casos. Para determinar la capacidad de discriminar existencia o no de daño glaucomatoso de cada uno de las variables estudiadas, fueron trazadas sus curvas ROC (receiver operating characteristics), y calculadas sus cifras de área bajo la curva ROC y de sensibilidad para niveles de especificidad prefijados en el 85% y 95%. Posteriormente, se seleccionaron los parámetros con mayor rentabilidad diagnóstica de cada instrumento de análisis y se compararon sus áreas bajo la curva.

RESULTADOS

De los 427 ojos analizados en este estudio, 66 fueron clasificados como normales, 287 como HTO y 74 como glaucomatosos. Las características descriptivas de estos tres grupos se encuentran detalladas en la tabla I.

Tabla I. Características descriptivas de los grupos muestrales

	Normales		HTO		Glaucomas		p1	p2	p3
	Media	DE	Media	DE	Media	DE			
A.V.	0,89	0,10	0,92	0,11	0,83	0,13	0,033	0,002	0,000
Edad	58,95	11,74	55,10	11,63	64,79	9,31	0,014	0,002	0,000
PIO basal	14,40	2,37	25,03	3,04	24,29	3,91	0,000	0,000	0,010
Excavación	4,7/10	2,7/10	5,3/10	2,0/10	7,3/10	1,7/10	0,000	0,000	0,000
CC-DM	-1,28	2,39	-0,30	1,12	-6,56	6,07	0,011	0,000	0,000
CC-CPSD	1,47	1,62	0,97	0,75	5,11	3,66	0,053	0,000	0,000
PALOC-DM	-3,14	4,28	-1,50	3,84	-7,41	5,86	0,037	0,000	0,000
PALOC-DSM	3,67	1,20	3,23	1,45	5,53	3,25	0,054	0,000	0,000
Paquimetría	552,78	30,18	567,53	37,86	543,11	35,87	0,001	0,111	0,000
N		66		287		74			

Nivel de probabilidad de las diferencias entre grupos: p1: entre el grupo de sujetos normales e hipertensos oculares; p2: entre el grupo de sujetos normales y glaucomas; p3: entre el grupo de hipertensos oculares y glaucomas.

Como se observa en las tablas II, III y IV, son pocos los parámetros analizados en el grupo de hipertensos oculares que presentan una sensibilidad superior al 40% para los niveles de especificidad exigidos. En cambio, la mayoría de estos parámetros mostraron áreas bajo la curva ROC por encima del 0,8 en el grupo de pacientes con glaucoma y niveles de sensibilidad superiores al 70% para especificidades prefijadas en el 85%.

En concreto, los parámetros del HRT-II con mayor rentabilidad en el grupo de pacientes con

glaucoma fueron la función discriminante FSM (AUC=0,899) y los cocientes área de excavación/disco y de anillo/disco (AUC=0,893), todos ellos con cifras de sensibilidad superiores al 80% para especificidades del 85%. Respecto a las mediciones proporcionadas por el OCT, el espesor medio de la CFNR fue el parámetro con mayor área bajo la curva ROC (AUC=0,929), seguido del espesor en el cuadrante inferior (AUC=0,905), el área vertical integrada del anillo (AUC=0,909) y el Iavg (AUC=0,905). Por último, el NFI destacó entre las

Tabla II. Valores de área bajo la curva ROC de los parámetros proporcionados por el HRT-II y cifras de sensibilidad para especificidades prefijadas

	Área	Hipertensos oculares		Área	Glaucomas	
		S con E>85%	S con E>95%		S con E>85%	S con E>95%
Área de disco	0,583	29,3%	16,7%	0,612	32,4%	16,2%
Área de excavación	0,655	42,5%	17,1%	0,862	78,4%	50%
Área de anillo	0,589	27,2%	13,9%	0,873	71,7%	56,8%
Cociente área excavación/disco	0,654	35,2%	22,3%	0,893	86,5%	75,7%
Cociente área anillo/disco	0,654	35,2%	22,3%	0,893	86,5%	75,7%
Volumen de excavación	0,660	40,4%	11,8%	0,813	66,2%	28,4%
Volumen de anillo	0,573	31,7%	9,1%	0,848	77%	55,4%
Profundidad media excavación	0,669	39,7%	19,5%	0,734	48,6%	25,7%
Profundidad máxima excavación	0,652	28,6%	7,35	0,620	28,4%	9,5%
Variación altura de contorno	0,553	28,6%	22,6%	0,551	37,8%	10,8%
Índice morfología de excavación	0,612	33,4%	20,9%	0,844	70,3%	52,7%
Espesor de la CFNR	0,514	9,4%	2,8%	0,824	54,1%	36,5%
Área de sección de la CFNR	0,513	24,4%	12,5%	0,810	67,6%	25,7%
Cociente excavación/papila horiz	0,618	26,8%	8,7%	0,822	63,5%	44,6%
Cociente excavación/papila vert	0,666	37,3%	25,4%	0,894	82,4%	74,3%
Máxima elevación del contorno	0,700	46,3%	31%	0,806	66,2%	58,1%
Máxima depresión del contorno	0,707	33,8%	24,4%	0,746	41,9%	31,1%
Línea modulación de contorno TS	0,530	17,4%	6,6%	0,703	44,6%	27%
Línea modulación de contorno TI	0,570	27,2%	7%	0,805	64,9%	52,7%
Función discriminante FSM	0,660	42,2%	25,1%	0,899	83,8%	73%
Función discriminante RB	0,556	36,9%	18,1%	0,878	77%	64,9%

Tabla III. Valores de área bajo la curva ROC de los parámetros proporcionados por el Stratus OCT 3000 y cifras de sensibilidad para especificidades prefijadas

	Área	Hipertensos oculares		Área	Glaucomas	
		S con E>85%	S con E>95%		S con E>85%	S con E>95%
Espesor medio	0,620	27,6%	11,2%	0,929	83,8%	70,3%
Superior	0,553	20,3%	9,1%	0,868	73%	56,8%
Inferior	0,600	19,6%	5,9%	0,905	75,7%	62,2%
Nasal	0,557	22%	11,2%	0,888	66,2%	48,6%
Temporal	0,613	28%	13,3%	0,808	58,5%	41,9%
H1	0,530	15,7%	9,4%	0,816	56,8%	50%
H2	0,532	25,5%	8,7%	0,835	75,7%	33,8%
H3	0,599	36,7%	10,5%	0,880	78,4%	44,6%
H4	0,548	23,8%	13,3%	0,827	56,8%	29,7%
H5	0,533	19,2%	8,7%	0,831	56,8%	43,2%
H6	0,550	14,7%	3,1%	0,857	67,6%	37,8%
H7	0,602	27,6%	14,3%	0,862	73,0%	66,2%
H8	0,576	24,8%	14,3%	0,779	58,1%	45,9%
H9	0,629	30,8%	11,2%	0,739	44,6%	28,4%
H10	0,605	26,6%	11,2%	0,800	56,8%	41,9%
H11	0,529	23,1%	8,4%	0,829	71,6%	52,7%
H12	0,548	18,2%	7,7%	0,805	63,5%	44,6%
Imax/Smax	0,529	16,7%	11,5%	0,558	35,1%	32,4%
Smax/Imax	0,529	16,4%	11,1%	0,557	35,1%	32,4%
Smax/Tavg	0,571	18,1%	8,7%	0,538	16,2%	8,1%
Imax/Tavg	0,539	20,6%	10,1%	0,617	28,4%	16,2%
Smax/Navg	0,535	24,7%	9,8%	0,563	27%	14,9%
Max-Min	0,573	17,5%	3,5%	0,799	64,9%	36,5%
Smax	0,557	19,5%	6,6%	0,842	70,3%	47,3%
Imax	0,602	27,2%	6,3%	0,884	79,7%	56,8%
Savg	0,550	19,9%	8,7%	0,867	73%	56,8%
Iavg	0,597	19,5%	5,9%	0,905	75,7%	64,2%
Área vert int anillo	0,660	38,2%	19,6%	0,909	82,4%	71,6%
Anchura horiz int anillo	0,600	26%	15,1%	0,902	81,1%	68,9%
Área disco	0,620	30,9%	18,2%	0,660	31,1%	18,9%
Área excavación	0,688	44,2%	18,2%	0,867	79,7%	52,7%
Área anillo	0,592	25,3%	20%	0,848	74,3%	71,6%
Índice E/D	0,688	42,5%	21,8%	0,877	85,1%	66,2%
Índice horiz E/D	0,673	44,6%	16,5%	0,858	79,7%	52,7%
Índice vert E/D	0,686	37,5%	21,4%	0,890	82,4%	73%

variables del GDx VCC con un área bajo la curva de 0,879.

En un análisis posterior se compararon las curvas ROC de los mejores parámetros de cada uno de estos instrumentos mediante el método descrito por Hanley y McNeil (8), observándose que si bien no

existían diferencias estadísticamente significativas entre el mejor parámetro de cada uno de las tres técnicas, sí se observaban entre los parámetros secundarios de las mismas, recogiendo menor rentabilidad en las mediciones obtenidas mediante GDx VCC.

Tabla IV. Valores de área bajo la curva ROC de los parámetros proporcionados por el GDx VCC y cifras de sensibilidad para especificidades prefijadas

	Area	Hipertensos oculares		Area	Glaucomas	
		S con E>85%	S con E>95%		S con E>85%	S con E>95%
NFI	0,611	26,8%	4,2%	0,879	73%	48,6%
Promedio TSNT	0,583	21,3%	10,5%	0,821	64,9%	54,1%
Promedio Superior	0,552	28,2%	4,9%	0,807	67,6%	45,9%
Promedio Inferior	0,577	18,1%	5,2%	0,826	66,2%	48,6%
Desviación estándar TSNT	0,520	17,4%	4,2%	0,824	62,2%	29,7%

DISCUSIÓN

Si bien la rentabilidad de estos tres instrumentos diagnósticos ha sido previamente validada por otros estudios, muy pocos trabajos las han probado aplicándolas sobre una misma muestra poblacional, que incluyera a sujetos sanos, hipertensos oculares y glaucomatosos.

El hecho de que no existieran diferencias entre nuestros grupos muestrales en cuanto a las cifras de área de disco incrementa la validez del resto de los resultados obtenidos (9). Sin embargo, sí se observaron espesores corneales significativamente superiores en el grupo de hipertensos oculares frente a los otros dos grupos de estudio, lo cual podría influir en las mediciones de PIO de este grupo obtenidas mediante tonometría de aplanación (10). Respecto a las diferencias detectadas entre el grupo de pacientes con glaucoma y los otros dos grupos en cuanto a la edad, debe tenerse en cuenta que estas diferencias no suponen un sesgo en nuestros resultados ya que todos los parámetros resultantes de las exploraciones con el HRT-II, OCT y GDx se encuentran ajustados a la edad según la base de normalidad que incorpora cada instrumento.

Como ha sido comentado con anterioridad, la mayoría de los parámetros proporcionados por estas técnicas de análisis de imagen mostraron una alta capacidad para discriminar sujetos afectados de glaucoma de individuos sanos. Concretamente, las mediciones que proporcionaron mayor rentabilidad diagnóstica fueron la función discriminante FSM del HRT-II, el espesor medio de la CFNR del OCT y el NFI del GDx VCC. Estos resultados coinciden con los descritos por la mayoría de los autores que previamente han evaluado la eficacia diagnóstica de estos instrumentos.

En cuanto al HRT-II, Medeiros y col. (11) describieron la función discriminante FSM y el cociente excavación/disco vertical, como los dos parámetros con mayor área bajo la curva ROC, con cifras ligeramente inferiores a las nuestras, mientras que el índice de la morfología de la excavación y el cociente de área excavación/disco fueron los más rentables para Uchida (12). En un estudio llevado a cabo con mediciones de la CFNR obtenidas mediante OCT, Wollstein y col. (13) determinaron que el espesor medio de esta estructura y el espesor en el cuadrante retiniano inferior constituían los parámetros más rentables, localizaciones que coinciden no sólo con las definidas como más rentables

en nuestro estudio sino también con las halladas por otros autores (10,14). El hecho de que el espesor de la CFNR en el cuadrante retiniano inferior sea el que mejor discrimine la existencia de daño glaucomatoso se relaciona con la mayor susceptibilidad que este polo papilar presenta frente a dicha enfermedad, hecho que lo convierte en el primero en verse afectado por la misma, y con las características anatómicas del anillo neuroretiniano, que hacen que sea el cuadrante más grueso fisiológicamente, motivo por el que resulta más sencillo detectar sus cambios en espesor.

La práctica totalidad de los estudios realizados mediante GDx VCC coinciden en que el NFI es el parámetro con mayor rendimiento diagnóstico. Este es el caso del trabajo llevado a cabo por Reus (15) que refirió el NFI como el mejor parámetro, con valores de sensibilidad mayores a los nuestros para una especificidad del 95,9%. Estas diferencias pueden deberse a que su grupo de pacientes con glaucoma presentan de media una mayor afectación perimétrica que el nuestro. Resultados similares a los nuestros fueron obtenidos por Weinreb y col. (16), refiriendo una rentabilidad algo menor condicionada en gran medida por la utilización de una versión anterior a la actualmente comercializada de Polarímetro láser con compensación corneal fija.

Como principal aportación del presente estudio, está que al aplicar estas tres técnicas en una misma población de estudio permite comparar la rentabilidad que ofrecen los parámetros proporcionados por cada una de ellas entre sí. Al comparar las curvas ROC de los tres parámetros descritos como más rentables entre sí (la función discriminante lineal FSM del HRT-II, el espesor medio de la CFNR del OCT y el NFI del GDx VCC), se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de ellos, a pesar de que hay una tendencia a la significación al comparar el NFI del GDx VCC con el espesor medio de la CFNR del OCT, a favor de este último. Esto demuestra que no existen diferencias significativas entre el rendimiento diagnóstico aislado del mejor parámetro de cada uno de los tres sistemas de análisis evaluados, a pesar de que se evidencien diferencias en los parámetros secundarios de dichos instrumentos.

En este sentido, Medeiros y col. (10) desarrollaron un estudio comparativo de los mejores parámetros del HRT-II, OCT y GDx VCC, demostrando que aquellos con mayor área bajo la curva ROC eran la función lineal de Bathija (17) del HRT-II, el

espesor de la CFNR en el cuadrante inferior del OCT y el NFI del GDx VCC. Sus curvas ROC fueron comparadas mediante el método de DeLong y sus valores de sensibilidad para los niveles de especificidad preestablecidos mediante el test de McNemar sin demostrar diferencias significativas entre ninguno de ellos.

Anterior al estudio de Medeiros (10) se sitúa el llevado a cabo por Zangwill y col. (18) que se diferencia, tanto de éste como del nuestro, en utilizar versiones de los instrumentos distintas a las actualmente comercializadas. A pesar de ello, tampoco detectó diferencias significativas entre las curvas ROC de los mejores parámetros de cada instrumento que consideró la altura media del contorno nasal inferior del HRT, el espesor de la CFNR en el huso horario relativo a las 5 horas y la función discriminante lineal del GDx propuesta por Weinreb (16).

En general, podemos afirmar que estos tres instrumentos de análisis de imagen aportan una moderada rentabilidad diagnóstica para discriminar entre el grupo de hipertensos oculares y el de sujetos sanos. Posiblemente, la subclasificación de este grupo de hipertensos oculares en función de su morfología papilar en hipertensos oculares (con papila compatible con la normalidad) y glaucomas preperimétricos (papila con signos de NOG) permitiría observar mayores diferencias de este último grupo respecto al grupo control.

La utilidad de estas técnicas no estaría tanto en discriminar a los pacientes hipertensos oculares de los individuos normales, como en detectar cuáles de esos hipertensos oculares presentan daño estructural incipiente sin que se observen todavía defectos en la perimetría automatizada convencional. Por este motivo, resultarían interesantes estudios posteriores que permitan determinar si los sujetos hipertensos oculares considerados anormales mediante estas tecnologías coinciden con aquellos que presentan alteraciones en técnicas de diagnóstico precoz, como la PALOC.

A la vista de lo comentado anteriormente, podemos concluir que el HRT-II, OCT y GDx VCC proporcionan un preciso análisis de la CFNR y de la cabeza del nervio óptico, aportando parámetros cuantitativos con una alta rentabilidad diagnóstica en la enfermedad glaucomatosa. Sin embargo, dado que ninguno de ellos posee una sensibilidad y especificidad que justifiquen su uso aislado, resulta necesaria la valoración conjunta de todos ellos para incrementar la eficacia de estas técnicas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Jonas JB, Fernandez MC, Sturmer J. Pattern of glaucomatous neuroretinal rim loss. *Ophthalmology* 1993; 100: 63-68.
2. Quigley HA, Miller NR, George T. Clinical evaluation of nerve fiber layer atrophy as an indicator of glaucomatous optic nerve damage. *Arch Ophthalmol* 1980; 98: 1564-1571.
3. Harwerth RS, Carter-Dawson L, Shen F, Smith EL 3rd, Crawford ML. Ganglion cell losses underlying visual field defects from experimental glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999; 40: 2242-2250.
4. Quigley HA, Katz J, Derick RJ, Gilbert D, Sommer A. An evaluation of optic disc and nerve fiber layer examinations in monitoring progression of early glaucoma damage. *Ophthalmology* 1992; 99: 19-28.
5. Sommer A, Katz J, Quigley HA, Miller NR, Robin AL, Richter RC, et al. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 77-83.
6. Mikelberg FS, Parfitt CM, Swindale NV, Graham SL, Drance SM, Gosine R. Ability of the Heidelberg Retina Tomograph to detect early glaucomatous visual field loss. *J Glaucoma* 1995; 4: 242-247.
7. Burk RO, Noack H, Rohrschneider K, Volcker HA. Prediction of glaucomatous visual field defects by reference plane independent three-dimensional optic nerve head parameters. In: Wall M, Wild JM. *Perimetry Update 1998/1999*. Kugler, The Hague. 1999; 463-474.
8. McNeil BJ, Hanley JA. Statistical approaches to the analysis of receiver operating characteristic (ROC) curves. *Med Decis Making* 1984; 4: 137-150.
9. Lester M, Broadway DC, Mikelberg FS, Drance SM. A comparison of healthy, ocular hypertensive, and glaucomatous optic disc topographic parameters. *J Glaucoma* 1997; 6: 363-370.
10. Brandt JD, Beiser JA, Kass MA, Gordon MO. Central corneal thickness in the Ocular Hypertension Treatment Study (OHTS). *Ophthalmology* 2001; 108: 1779-1788.
11. Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, Weinreb RN. 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: 827-837.
12. Uchida H, Brigatti L, Caprioli J. Detection of structural damage from glaucoma with confocal laser image analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1996; 37: 2393-2401.
13. Wollstein G, Ishikawa H, Wang J, Beaton SA, Schuman JS. Comparison of three optical coherence tomography scanning areas for detection of glaucomatous damage. *Am J Ophthalmol* 2005; 139: 39-43.
14. Budenz DL, Michael A, Chang RT, McSoley J, Katz J. Sensitivity and specificity of the StratusOCT for perimetric glaucoma. *Ophthalmology* 2005; 112: 3-9.
15. Reus NJ, Lemij HG. Diagnostic accuracy of the GDx VCC for glaucoma. *Ophthalmology* 2004; 111: 1860-1865.
16. Weinreb RN, Zangwill L, Berry CC, Bathija R, Sample PA. Detection of glaucoma with scanning laser polarimetry. *Arch Ophthalmol* 1998; 116: 1583-1589.
17. Bathija R, Zangwill L, Berry CC, Sample PA, Weinreb RN. Detection of early glaucomatous structural damage with

- confocal scanning laser tomography. J Glaucoma 1998; 7: 121-127.*
18. Zangwill L, Bowd C, Berry CC, Williams J, Blumenthal EZ, Sanchez-Galeana CA, 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.*