RELACIÓN ENTRE PERIMETRÍA AUTOMATIZADA CONVENCIONAL Y HRT, OCT Y GDx EN SUJETOS NORMALES, HIPERTENSOS OCULARES Y GLAUCOMATOSOS

RELATIONSHIP BETWEEN STANDARD AUTOMATED PERIMETRY AND HRT, OCT AND GDx IN NORMAL, OCULAR HYPERTENSIVE AND GLAUCOMATOUS SUBJECTS

LÓPEZ-PEÑA MJ¹, FERRERAS A², POLO V², LARROSA JM², HONRUBIA FM²

RESUMEN

Objetivo: Determinar las correlaciones entre los parámetros estructurales de la cabeza del nervio óptico y CFNR obtenidos mediante la topografía papilar (HRT II), la tomografía óptica de coherencia (Stratus OCT 3000) y la polarimetría láser (GDx VCC), con los índices globales de la perimetría automatizada convencional en sujetos normales, hipertensos oculares y con glaucoma.

Material y método: Trescientos ochenta y nueve ojos fueron incluidos en el estudio y clasificados en 3 grupos: 43 normales, 274 hipertensos oculares y 72 glaucomas según los resultados de la presión intraocular basal y la PA. Se calcularon las correlaciones de Pearson entre los índices principales de la PA, desviación media (DM) y desviación estándar de la media (DSM), y los parámetros morfométricos papilares y de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR) obtenidos con el HRT II, OCT y GDx VCC, en los diferentes grupos diagnósticos.

ABSTRACT

Purpose: To determine the correlations between structural parameters of the optic nerve head and the retinal nerve fiber layer (RNFL) obtained by using a Heidelberg Retina Tomograph II (HRT II), optic coherence tomography (OCT), and laser polarimetry (GDx-VCC) and the perimetric indices of standard automated perimetry (SAP) in normal, ocular hypertensive and glaucomatous subjects.

Methods: Three hundred and eighty-nine patients were enrolled in the study and classified into three separate groups: 43 with normal eyes, 274 with ocular hypertensive eyes and 72 with glaucomatous eyes. Subjects were classified according to the basal intraocular pressure and the SAP results. Pearson's correlation coefficients were calculated between the global perimetric indices, mean deviation (MD) and pattern standard deviation (PSD), and structural parameters of the RNFL and optic disc obtained by using HRT II, OCT and GDx-VCC in the different diagnostic groups.

Recibido: 23/3/06. Aceptado: 26/3/07.

Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. España.

¹ Licenciado en Medicina.

² Doctor en Medicina.

Correspondencia:

María Jesús López Peña

Hospital Universitario Miguel Servet

Servicio de Oftalmología

C/. Isabel la Católica, 1-3

50009 Zaragoza

España

E-mail: mariaj.lopez@yahoo.com

Resultados: La mayoría de los parámetros estructurales del HRT, OCT y GDx presentaron correlaciones débiles o moderadas con los índices principales de la PA, en el grupo de glaucomas. Los normales e hipertensos mostraron correlaciones débiles o no significativas. Las correlaciones fueron más fuertes para la DM que para la DSM. Los parámetros basados en el estudio de la CFNR presentaron correlaciones más fuertes que los que se basaron en el estudio de la cabeza del nervio óptico.

Conclusiones: La concordancia entre defectos del campo visual y alteraciones de la cabeza del nervio óptico o CFNR es débil, lo que justifica la interpretación conjunta de la información aportada por las pruebas estructurales y funcionales para evaluar con mayor precisión el daño glaucomatoso.

Palabras clave: Glaucoma, HRT, OCT, GDx VCC, campo visual.

Results: Mild to moderate correlations were found between the structural parameters measured by HRT, OCT and GDx and the global perimetric indices, in the glaucoma group. Mild or no significant correlations were found in the normal and ocular hypertensive groups. Correlations were stronger for MD than for PSD. Parameters based on the study of the retinal nerve fiber layer showed stronger correlations than those based on the study of the optic nerve head.

Conclusions: The relationship between structural and functional measurements in glaucoma is weak and therefore the results of these ancillary tests should be interpreted together to increase diagnostic accuracy (*Arch Soc Esp Oftalmol* 2007; 82: 197-208).

Key words: Glaucoma, HRT, OCT, GDx-VCC, visual field.

INTRODUCCIÓN

El glaucoma crónico simple es una neuropatía óptica en la que se producen cambios morfológicos en la cabeza del nervio óptico y capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR), así como alteraciones funcionales consistentes en una pérdida progresiva e irreversible del campo visual.

En los últimos años se han desarrollado varias técnicas de análisis estructural por imagen, que aportan datos cuantitativos reproducibles que eliminan la subjetividad y variabilidad interobservador.

Numerosos trabajos (1-5) han mostrado la capacidad de la topografía papilar con el láser confocal de barrido Heidelberg Retina Tomograph (HRT), del protocolo de análisis para el glaucoma de la tomografía óptica de coherencia (OCT) y de la polarimetría láser (GDx) para detectar alteraciones glaucomatosas en la papila o CFNR. Aunque algunos de ellos no encuentran diferencias significativas entre dichos instrumentos y la evaluación cualitativa de un oftalmólogo experimentado, todos ellos coinciden en su capacidad para diferenciar sujetos normales de glaucomatosos y en el aumento del poder discriminante al combinarlos.

La valoración funcional del daño glaucomatoso es básica en el estudio del glaucoma. No hay unanimidad a la hora de establecer si se puede detectar primero el daño estructural o las pérdidas del campo visual, pero en la valoración conjunta de ambos,

se basa la práctica clínica del diagnóstico del glaucoma.

El objetivo de este estudio es comparar los parámetros morfométricos obtenidos mediante el HRT, el OCT y el GDx con los índices globales: desviación media (DM) y desviación estándar de la media (DSM) de la perimetría automatizada convencional (PA), en una población de sujetos divididos en normales, hipertensos oculares y glaucomatosos.

SUJETOS, MATERIAL Y MÉTODOS

Sujetos

Se pre-incluyeron un total de 400 sujetos seleccionados de forma prospectiva y consecutiva a partir de las consultas de oftalmología de nuestro centro. Dos de ellos no firmaron el consentimiento informado, seis no completaron todas las pruebas incluidas en el protocolo exploratorio y en tres fue imposible obtener unos resultados fiables en alguna de las pruebas realizadas. Finalmente, 389 ojos fueron incluidos en el estudio siempre y cuando reunieran los criterios de inclusión descritos a continuación: Edad entre 30 y 75 años, agudeza visual mayor o igual a 20/30 (escala de Snellen), defectos de refracción menores de 5 dioptrías esféricas y astigmatismo menor de 3 dioptrías de equivalente

esférico y medios ópticos transparentes (color u opalescencia nuclear, cortical o subcapsular posterior del cristalino <1 según el Lens Opacities Classification System III) (6).

Se excluyeron aquellos sujetos con antecedentes de traumatismos, cirugía ocular previa, enfermedades sistémicas con repercusión oftálmica o incapacidad para la realización de alguna de las pruebas incluidas en el protocolo de estudio.

A todos se les realizó una exploración oftalmológica completa; biomicroscopía con lámpara de hendidura, gonioscopía, medición de los niveles de presión intraocular (PIO) mediante tonometría de aplación, paquimetría corneal central (DGH Technology, modelo DGH 500), fondo de ojo mediante oftalmoscopia indirecta, estereofotografías papilares, perimetría automatizada convencional (PA), topografía papilar con el Heidelberg Retina Tomograph (HRT), evaluación de los espesores de la capa de fibras de la retina mediante la tomografía óptica de coherencia (OCT) y una polarimetría láser con el GDx con compensación corneal variable (GDx VCC).

Se solicitó consentimiento informado y se siguieron las directrices de la declaración de Helsinki. Sólo se incluyó un ojo de cada paciente en el estudio. Si ambos eran elegibles se seleccionó uno de forma aleatoria. Así se obtuvieron 3 grupos:

Sujetos normales: PIO menor de 21 mm de Hg y ausencia de defectos en la PA. Hipertensos oculares (HTO): PIO $\geq$ a 21 mm de Hg (en al menos tres mediciones en días diferentes) y PA normal. Sujetos glaucomatosos: PIO > a 21 mm de Hg, y defectos glaucomatosos en la PA, con independencia de la morfología papilar (tabla I).

Perimetría automatizada convencional

La PA se realizó mediante un perímetro Humphrey Field Analyzer modelo 745 (estrategia 24-2 SITA standard). Los defectos perimétricos fueron definidos siguiendo los criterios de Caprioli (7) y/o considerando como índices globales: DM o DSM con un nivel de probabilidad menor al 2%; y/o prueba del hemicampo glaucomatoso fuera de límites normales. Se realizaron al menos dos perimetrías para disminuir el efecto aprendizaje, y si alguna no cumplía los criterios de validez definidos por el propio perímetro, se repitió.

Láser confocal de barrido: HRT II

La exploración con HRT II fue llevada a cabo por un único examinador experimentado (JML). Para su realización se dilataron las pupilas con tropicamida al 1%.

Se obtuvieron 3 series de imágenes a partir de las cuales se elaboró una única que fue usada para el análisis de datos. El mismo experto en planimetría (que desconocía cualquier dato clínico del paciente), delimitó el contorno de la papila. El software del HRT II (Heidelberg Eye Explorer versión 1.4.1.0) establece automáticamente un plano de referencia y calcula parámetros globales (los únicos considerados en este estudio) y sectoriales de la cabeza del nervio óptico (tablas II-IV). El análisis de datos del HRT II también incluye los resultados de la regresión de Moorfields (8) clasificando a los pacientes en 3 grupos: normal (dentro del 95% de la población normal), límite (entre el 95 y el 99,9%) y

Tabla I. Características clínicas de los grupos del estudio

	Total		Normales		P	HTO		p	Glaucomas		
	Media	DS	Media	DS		Media	DS		Media	DS	P
DM	-1,55	3,71	-1,28	2,39	G	-0,30	1,12	G	-6,54	6,03	N,H
DSM	1,77	2,35	1,47	1,62	G	0,97	0,75	G	5,06	3,66	N,H
Edad	58,38	11,74	58,95	11,14		56,10	11,63		61,62	9,36	
AV	0,90	0,12	0,89	0,10	G	0,92	0,11	G	0,83	0,13	N,H
PIO	22,03	4,43	14,40	2,37	H,G	23,03	3,04	N,G	24,31	3,89	N,H
Área disco	2,13	0,38	2,08	0,36		2,19	0,43		2,16	0,38	
E/D vertical	0,56	0,23	0,47	0,27	G	0,54	0,20	G	0,73	0,18	N,H
Paquimetría	556,08	37,63	552,78	30,18		557,53	37,86		543,74	36,04	
Total	389		43			274			72		

N: Diferencias con el grupo normal; H: Diferencias con el grupo de HTO; G: Diferencias con el grupo de glaucomas; DE: desviación estándar; DM: desviación media; DSPC: desviación estándar patrón corregida; AV: agudeza visual; PIO: presión intraocular.

Tabla II. Correlaci3n de los ındices principales de la PA con los parámetros morfométricos papilares del HRT II en el grupo control

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
Área disco	0,111	0,478	-0,1958/0,3982	-0,268	0,082	-0,5262/0,0349
Área excavaci3n	0,251	0,104	-0,0530/0,5129	-0,299	0,052	-0,5498/0,0017
Área anillo	-0,175	0,262	-0,4516/0,1323	0,053	0,737	-0,2515/0,3477
Relaci3n área exc/disco	0,304	0,048	0,0036/0,5535	-0,315	0,040	-0,5620/-0,0159
Relaci3n área anillo/disco	-0,304	0,048	-0,5535/-0,0036	0,315	0,040	0,0159/0,5620
Vol exc	0,172	0,271	-0,1357/0,4488	-0,187	0,229	-0,4618/0,1196
Vol anillo	-0,126	0,420	-0,4110/0,1810	0,055	0,725	-0,2493/0,3497
Prof media exc	0,168	0,281	-0,1391/0,4461	-0,191	0,219	-0,4650/0,1156
Máx prof exc	0,180	0,247	-0,1269/0,4560	-0,163	0,296	-0,4417/0,1444
Variaci3n alt contorno	-0,025	0,873	-0,3230/0,2774	0,092	0,557	-0,2143/0,3818
Morf exc	-0,150	0,337	-0,4310/0,1573	-0,036	0,818	-0,3328/0,2672
Espesor medio CFNR	-0,140	0,371	-0,4224/0,1675	0,092	0,559	-0,2145/0,3816
Área de secci3n CFNR	-0,107	0,496	-0,3943/0,2001	-0,003	0,985	-0,3030/0,2977
Relaci3n exc/disco hor	0,345	0,023	0,0501/0,5849	-0,337	0,027	-0,5785/-0,0403
Relaci3n exc/disco vert	0,305	0,047	0,0053/0,5547	-0,344	0,024	-0,5841/-0,0488
Elev máx contorno	-0,060	0,702	-0,3541/0,2446	-0,089	0,570	-0,3794/0,2170
Depre máx contorno	-0,058	0,710	-0,3525/0,2464	0,003	0,985	-0,2977/0,3030
CLM TS	-0,016	0,917	-0,3152/0,2853	-0,001	0,997	-0,3008/0,2999
CLM TI	0,117	0,454	-0,1897/0,4035	-0,045	0,776	-0,3405/0,2591
Variabilidad media	-0,286	0,063	-0,5399/0,0157	0,145	0,354	-0,1627/0,4266
Altura de referencia	-0,097	0,535	-0,3864/0,2091	0,007	0,962	-0,2935/0,3071
FSM	-0,047	0,766	-0,3423/0,2572	0,042	0,789	-0,2617/0,3381
RB	0,103	0,512	-0,2038/0,3911	0,068	0,663	-0,2368/0,3613

DM: desviaci3n media; DSM: desviaci3n estandar de la media; Vol. Exc: volumen excavaci3n.

Tabla III. Correlaci3n de los ındices principales de la PA con los parámetros morfométricos papilares del HRT II en el grupo de HTO

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
Área disco	0,033	0,577	-0,0700/0,1953	-0,058	0,332	-0,1768/0,0890
Área excavaci3n	0,002	0,972	-0,0111/0,2514	-0,043	0,469	-0,2080/0,0568
Área anillo	0,047	0,425	-0,1877/0,0779	-0,026	0,660	-0,1028/0,1633
Relaci3n área exc/disco	-0,014	0,814	-0,0198/0,2432	-0,014	0,819	-0,1864/0,0792
Relaci3n área anillo/disco	0,014	0,814	-0,2432/0,0198	0,014	0,819	-0,0792/0,1864
Vol exc	0,000	0,998	-0,0050/0,2571	-0,030	0,614	-0,2212/0,0430
Vol anillo	-0,007	0,911	-0,2511/0,0114	-0,009	0,884	-0,1047/0,1614
Prof media exc	0,011	0,849	-0,0593/0,2056	0,001	0,983	-0,1861/0,0795
Máx prof exc	-0,055	0,355	-0,1399/0,1265	0,004	0,940	-0,1863/0,0792
Variaci3n alt contorno	-0,108	0,068	-0,2585/0,0035	0,092	0,119	-0,0927/0,1732
Morf exc	0,044	0,457	0,0011/0,2627	0,019	0,753	-0,1272/0,1392
Espesor medio CFNR	-0,122	0,072	-0,2513/0,0111	-0,002	0,975	-0,1175/0,1488
Área de secci3n CFNR	0,041	0,490	-0,2196/0,0447	-0,020	0,740	-0,1330/0,1334
Relaci3n exc/disco hor	-0,038	0,518	-0,0981/0,1679	-0,045	0,444	-0,2209/0,0434
Relaci3n exc/disco vert	-0,016	0,785	-0,0621/0,2030	0,010	0,864	-0,1507/0,1155
Elev máx contorno	0,094	0,113	-0,0259/0,2374	-0,082	0,166	-0,2276/0,0363
Depre máx contorno	-0,037	0,530	-0,1768/0,0890	0,030	0,609	-0,1643/0,1018
CLM TS	-0,093	0,117	-0,2250/0,0390	0,081	0,171	-0,1057/0,1604
CLM TI	0,066	0,266	-0,2774/-0,0169	-0,086	0,146	-0,1665/0,0995
Variabilidad media	-0,185	0,002	-0,2938/-0,0348	0,053	0,369	-0,0817/0,1840
Altura de referencia	0,034	0,563	-0,1661/0,1000	-0,016	0,793	-0,1766/0,0893
FSM	-0,130	0,054	-0,2594/0,0025	-0,028	0,639	-0,0907/0,1752
RB	-0,040	0,496	-0,3314/-0,0763	-0,028	0,641	-0,1429/0,1234

DM: desviaci3n media; DSM: desviaci3n estandar de la media; Vol. Exc: volumen excavaci3n.

Tabla IV. Correlación de los índices principales de la PA con los parámetros morfométricos papilares del HRT II en el grupo de glaucomas

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
Área disco	-0,106	0,370	-0,3263/-0,1259	0,043	0,715	-0,1872/0,2690
Área excavación	-0,381	0,001	-0,5608/-0,1672	0,338	0,003	0,1187/0,5260
Área anillo	0,423	0,000	0,2152/0,5940	-0,456	0,000	-0,6199/-0,2540
Relación área exc/disco	-0,474	0,000	-0,6335/-0,2748	0,455	0,000	0,2527/0,6191
Relación área anillo/disco	0,474	0,000	0,2748/0,6335	-0,455	0,000	-0,6191/-0,2527
Vol exc	-0,268	0,021	-0,4680/-0,0422	0,319	0,006	0,0977/0,5104
Vol anillo	0,291	0,012	0,0673/0,4874	-0,302	0,009	-0,4959/-0,0785
Prof media exc	-0,176	0,134	-0,3886/0,0550	0,258	0,027	0,0311/0,4592
Máx prof exc	-0,155	0,187	-0,3703/0,0763	0,181	0,123	-0,0498/0,3931
Variación alt contorno	-0,129	0,275	-0,3469/0,1029	0,221	0,058	-0,0075/0,4283
Morf exc	-0,290	0,012	-0,4860/-0,0655	0,299	0,010	0,0761/0,4941
Espesor medio CFNR	0,375	0,001	0,1605/0,5561	-0,298	0,010	-0,4929/-0,0745
Área de sección CFNR	0,348	0,002	0,1298/0,5340	-0,282	0,015	-0,4794/-0,0570
Relación exc/disco hor	-0,298	0,010	-0,4929/-0,0746	0,278	0,016	0,0529/0,4763
Relación exc/disco vert	-0,437	0,000	-0,6054/-0,2321	0,387	0,001	0,1743/0,5658
Elev máx contorno	-0,062	0,601	-0,2862/0,1692	-0,075	0,525	-0,2984/0,1562
Depre máx contorno	-0,174	0,137	-0,3874/0,0564	0,193	0,099	-0,0367/0,4041
CLM TS	0,353	0,002	0,1351/0,5378	-0,087	0,462	-0,3092/0,1446
CLM TI	0,241	0,038	0,0136/0,4453	-0,396	0,000	-0,5729/-0,1844
Variabilidad media	-0,195	0,096	-0,4053/0,0352	0,145	0,219	-0,0868/0,3612
Altura de referencia	0,140	0,233	-0,0910/0,3574	-0,155	0,188	-0,3702/0,0764
FSM	0,338	0,003	0,1183/0,5257	-0,434	0,000	-0,6025/-0,2277
RB	0,423	0,000	0,2149/0,5938	-0,419	0,000	-0,5907/-0,2103

DM: desviación media; DSM: desviación estándar de la media; Vol. Exc: volumen excavación.

fuera de límites normales (por encima del 99,9% de la población normal). Se consideraron imágenes de buena calidad aquellas con una desviación estándar entre barridos menor de 30 a.m.

Tomografía óptica de coherencia

Realizada mediante el Stratus OCT 3000 de manera estandarizada por un único examinador (JML) tras instilar tropicamida al 1%. Se realizaron protocolos de estudio correspondientes a la CFNR y papila. Las medidas utilizadas para el análisis de los datos fueron obtenidas de la media de los 3 barridos realizados en el primer protocolo obteniendo datos de espesor (global, por cuadrantes y sectores) y parámetros morfométricos papilares a partir de 6 barridos radiales a nivel del disco óptico (área de disco, área de excavación, área de anillo, relación área excavación-disco, relación horizontal excavación-disco y relación vertical excavación-disco). Se consideraron imágenes de buena calidad aquellas con una relación señal/ruido mayor de 30dB o más de un 95% de barridos A aceptados.

Polarimetría láser (GDX VCC)

El estudio con GDX VCC fue realizado bajo midriasis farmacológica (tropicamida 1%). El aparato realiza una compensación de la birrefringencia del segmento anterior de forma individualizada para cada ojo y calcula el espesor de la CFNR en el área peripapilar en función de la luz reflejada en la retina. Los cálculos se realizan sobre una banda de tamaño fijo centrada en el nervio óptico, obteniendo parámetros morfológicos: Promedio superior, inferior, desviación TSNIT y mapas o imágenes del área estudiada. Además aporta un índice que es mayor cuanto mayor es la probabilidad de glaucoma: el NFI (neve fiber indicator). La simetría inter-ojo no fue valorada puesto que sólo se utilizó un ojo de cada sujeto.

Análisis estadístico

Para establecer si había diferencias estadísticas ($p < 0,05$) en las características clínicas se calcularon las ANOVAs entre los diferentes subgrupos (com-

Tabla V. Correlaci3n de los ındices principales del campo visual con los parámetros de fibras y papila de la OCT en el grupo control

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
H1 (sentido horario OD)	-0,052	0,439	-0,4845/0,0907	0,259	0,093	-0,0445/0,5192
H2 (horas OD)	0,165	0,290	-0,1424/0,4434	-0,164	0,293	-0,4427/0,1432
H3 (horas OD)	0,098	0,532	-0,2084/0,3870	-0,104	0,506	-0,3923/0,2025
H4 (horas OD)	-0,125	0,425	-0,4098/0,1824	0,154	0,324	-0,4098/0,1824
H5 (horas OD)	-0,174	0,264	-0,4510/0,1331	0,116	0,460	-0,1913/0,4021
H6 (horas OD)	-0,064	0,684	-0,3573/0,2412	-0,008	0,958	-0,3078/0,2928
H7 (horas OD)	0,292	0,057	-0,0092/0,5446	-0,304	0,047	-0,5539/-0,0041
H8 (horas OD)	0,087	0,580	-0,2192/0,3774	-0,054	0,732	-0,3486/0,2506
H9 (horas OD)	0,180	0,248	-0,1270/0,4559	-0,134	0,392	-0,4173/0,1736
H10 (horas OD)	0,203	0,192	-0,1037/0,4744	-0,145	0,355	-0,4264/0,1628
H11 (horas OD)	0,245	0,113	-0,0595/0,5082	-0,211	0,174	-0,4809/0,0954
H12 (horas OD)	-0,050	0,463	-0,5370/0,0199	0,252	0,103	-0,0523/0,5135
Superior	-0,205	0,059	-0,4238/0,1659	0,158	0,313	-0,1499/0,4372
Inferior	-0,067	0,322	-0,2814/0,3191	-0,089	0,572	-0,3789/0,2175
Nasal	0,036	0,818	-0,2672/0,3328	-0,049	0,755	-0,3442/0,2552
Temporal	0,148	0,344	-0,1597/0,4291	-0,133	0,393	-0,4171/0,1738
Promedio de la CFNR	-0,052	0,447	-0,3731/0,2239	0,043	0,786	-0,2610/0,3387
Espesor global CFNR	-0,105	0,502	-0,3930/0,2016	0,026	0,866	-0,2761/0,3243
Imax/Smax	0,026	0,870	-0,2768/0,3235	-0,109	0,487	-0,3962/0,1980
Smax/Imax	-0,020	0,897	-0,3187/0,2817	0,098	0,531	-0,2083/0,3871
Smax/Tavg	-0,153	0,328	-0,4331/0,1548	0,156	0,318	-0,1516/0,4358
Imax/Tavg	-0,214	0,168	-0,4832/0,0924	0,138	0,378	-0,1694/0,4209
Smax/Navg	-0,051	0,744	-0,3462/0,2530	0,072	0,645	-0,2330/0,3648
Max-Min	-0,027	0,863	-0,3248/0,2754	-0,004	0,980	-0,3040/0,2967
SMAX	-0,047	0,486	-0,2786/0,3217	0,044	0,779	-0,2597/0,3400
IMAX	-0,078	0,249	-0,2602/0,3394	-0,062	0,691	-0,3561/0,2425
SAVG	-0,071	0,297	-0,4238/0,1659	0,158	0,313	-0,1499/0,4372
IAVG	0,068	0,313	-0,2814/0,3191	-0,089	0,572	-0,3789/0,2175
Espesor medio CFNR	-0,101	0,136	-0,2822/0,3183	-0,023	0,882	-0,3213/0,2791
Área vert del anillo	-0,015	0,925	-0,3137/0,2869	0,080	0,611	-0,2260/0,3712
Anchura horiz del anillo	-0,130	0,056	-0,2988/0,3078	0,075	0,634	-0,2307/0,3669
Área de disco	0,289	0,060	-0,0123/0,5424	-0,314	0,040	-0,5617/-0,0156
Área de excavaci3n	0,324	0,034	0,0258/0,5687	-0,400	0,008	-0,6252/-0,1132
Área de anillo	-0,188	0,417	-0,3887/0,2065	0,161	0,302	-0,1461/0,4403
Relaci3n de área E/D	0,320	0,036	0,0216/0,5659	-0,402	0,008	-0,6264/-0,1152
Relaci3n horizontal E/D	0,388	0,010	0,0995/0,6167	-0,491	0,001	-0,6894/-0,2231
Relaci3n vertical E/D	0,334	0,028	0,0379/0,5768	-0,409	0,006	-0,6316/-0,1236

DM: desviaci3n media; DSM: desviaci3n estandar de la media.

paraciones múltiples post-hoc de Scheffe). Para valorar la bondad de ajuste de las variables evaluadas se aplic3 el test de Kolmogorov-Smirnov para una distribuci3n de contrate normal. Para las variables que se ajustaron a la normalidad se calcularon las correlaciones de Pearson entre los ındices principales de la PA y los parámetros estructurales del HRT, OCT y GDx en cada grupo diagn3stico. Para las variables que no se ajustaron a una distribuci3n normal se utilizaron las correlaciones no paramétricas de Spearman. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SPSS (v 11.01, SPSS Inc. Chicago, Illinois) y MedCalc (v 8.2. MedCalc Software, Mariakerke, Bélgica).

RESULTADOS

En el 97,17% de los casos, se obtuvieron imágenes de buena calidad con el HRT en la primera exploraci3n realizada. Para el OCT esta circunstancia ocurri3 en el 94,34% y en el 92,54% para el GDx VCC.

La tabla I muestra las características clínicas de los 389 ojos de la poblaci3n de estudio y de los subgrupos en los que se dividi3: 43 normales, 274 hipertensos oculares y 72 glaucomas. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05\%$) en la DM de la PA, la DSM de la PA, la relaci3n excavaci3n disco-vertical valorada

mediante estereofotografías y la agudeza visual, entre el grupo de glaucomas y los otros dos. La PIO basal media fue diferente en los tres grupos. La paquimetría corneal central, la edad media y el área de disco no presentaron diferencias entre los tres grupos.

El test de Kolmogorov-Smirnov demostró que todas las variables incluidas siguieron una distribución normal, por lo que se calcularon las correlaciones de Pearson. En las tablas II-X las correlaciones significativas ($p < 0,05$) presentan una coloración más fuerte. Los coeficientes de Pearson más altos aparecen coloreados de rojo. Se calcularon las ecuaciones de regresión para las mejores asociaciones entre la PA y el resto de pruebas realizadas.

Los índices principales de la PA (DM y DSM) presentaron correlaciones débiles o moderadas con algunos parámetros estructurales del HRT II en el grupo de glaucoma (tabla IV y fig. 1). Los normales e hipertensos (tablas II y III) apenas mostraron correlaciones significativas. Las más fuertes (superiores a 0,4) se observaron para: Área de anillo, relación del área excavación/disco y del área anillo/disco, relación excavación/disco vertical y función discriminante RB en el grupo de glaucomas.

El OCT mostró la misma tendencia. Por grupos, los normales e hipertensos mostraron pocas correlaciones significativas (tablas V y VI), a diferencia del grupo de glaucomas (tabla VII) donde se observaron las correlaciones más fuertes y en el mayor

Tabla VI. Correlación de los índices principales del campo visual con los parámetros de fibras y papila de la OCT en el grupo de HTO

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
H1 (sentido horario OD)	0,083	0,159	-0,1847/0,0810	-0,088	0,136	-0,1982/0,0671
H2 (horas OD)	0,055	0,355	-0,1929/0,0725	-0,202	0,001	-0,3275/-0,0719
H3 (horas OD)	0,042	0,474	-0,1515/0,1148	-0,104	0,080	-0,2776/-0,0171
H4 (horas OD)	0,069	0,245	-0,1362/0,1302	-0,082	0,168	-0,2317/0,0320
H5 (horas OD)	0,079	0,183	-0,1501/0,1162	-0,101	0,089	-0,2455/0,0174
H6 (horas OD)	0,039	0,507	-0,2182/0,0462	-0,077	0,191	-0,2498/0,0128
H7 (horas OD)	0,092	0,119	-0,1725/0,0934	-0,097	0,102	-0,2349/0,0286
H8 (horas OD)	0,014	0,815	-0,1972/0,0681	-0,012	0,842	-0,1606/0,1056
H9 (horas OD)	-0,066	0,264	-0,2371/0,0262	0,013	0,826	-0,1674/0,0986
H10 (horas OD)	-0,058	0,326	-0,2618/-0,0001	0,019	0,753	-0,1510/0,1153
H11 (horas OD)	0,073	0,215	-0,1807/0,0850	-0,062	0,293	-0,1893/0,0762
H12 (horas OD)	0,086	0,146	-0,1820/0,0837	-0,093	0,116	-0,1766/0,0893
Superior	0,097	0,099	-0,2059/0,0590	-0,117	0,048	-0,2246/0,0395
Inferior	0,084	0,156	-0,1988/0,0664	-0,119	0,044	-0,2885/-0,0290
Nasal	0,063	0,286	-0,1705/0,0955	-0,144	0,015	-0,3087/-0,0511
Temporal	-0,028	0,634	-0,2379/0,0254	-0,008	0,896	-0,1530/0,1132
Promedio de la CFNR	0,132	0,025	-0,1842/0,0821	-0,142	0,016	-0,2830/-0,0224
Espesor global CFNR	-0,094	0,110	-0,2936/-0,0345	0,071	0,229	-0,1113/0,1549
Imax/Smax	-0,063	0,288	-0,2068/0,0581	0,079	0,183	-0,0481/0,2164
Smax/Imax	0,009	0,876	-0,1387/0,1277	-0,015	0,796	-0,0869/0,1769
Smax/Tavg	0,101	0,089	-0,0530/0,2116	-0,049	0,405	-0,1248/0,1415
Imax/Tavg	0,072	0,224	-0,0550/0,2097	-0,045	0,450	-0,1664/0,0997
Smax/Navg	0,012	0,835	-0,1309/0,1354	0,052	0,383	-0,0320/0,2317
Max-Min	0,016	0,792	-0,2218/0,0424	-0,038	0,524	-0,1833/0,0823
SMAx	0,102	0,085	-0,1795/0,0863	-0,100	0,091	-0,2012/0,0639
IMAX	0,060	0,307	-0,2096/0,0552	-0,072	0,222	-0,2484/0,0143
SAVG	0,110	0,064	-0,2023/0,0627	-0,106	0,072	-0,2088/0,0560
IAVG	0,083	0,162	-0,2000/0,0651	-0,116	0,049	-0,2843/-0,0244
Espesor medio CFNR	0,091	0,125	-0,2315/0,0322	-0,137	0,020	-0,2961/-0,0373
Área vert del anillo	-0,013	0,828	-0,2534/0,0102	0,044	0,460	-0,0735/0,1931
Anchura horiz del anillo	0,077	0,194	-0,2598/0,0033	-0,044	0,457	-0,1232/0,1444
Área de disco	0,009	0,877	-0,1361/0,1315	-0,046	0,440	-0,1776/0,0895
Área de excavación	-0,050	0,403	-0,0616/0,2046	-0,014	0,810	-0,1988/0,0676
Área de anillo	0,100	0,093	-0,1880/0,0788	-0,040	0,502	-0,1026/0,1647
Relación de área E/D	-0,078	0,187	-0,0849/0,1821	-0,013	0,830	-0,2092/0,0568
Relación horizontal E/D	-0,081	0,173	-0,1059/0,1615	-0,015	0,804	-0,2037/0,0625
Relación vertical E/D	-0,054	0,365	-0,0731/0,1935	-0,031	0,602	-0,2057/0,0605

DM: desviación media; DSM: desviación estándar de la media.

Fig. 1: Recta de regresi3n entre la desviaci3n media de la perimetrıa automatizada y la relaci3n del 1rea excavaci3n/disco medida con el HRT II en el grupo de glaucomas.

n3mero de par1metros, mostrando un coeficiente de Pearson superior a 0,5 en algunos par1metros: Cuadrante inferior (fig. 2), segmentos horarios del polo inferior, promedio de la capa de fibras nerviosas, el IMAX, el IAVG y el espesor promedio. Las correlaciones fueron d3biles o moderadas, y en general, mayores para los par1metros de fibras que para los de la papila

Con respecto al GDx VCC se observaron correlaciones d3biles-moderadas (tablas VIII-X) entre la DM y la DSM de la PA y los cinco par1metros de fibras evaluados en el grupo de glaucomas. La correlaci3n m1s fuerte la present3 la desviaci3n est1ndar TSNIT con la DM (0,460) (fig. 3) seguida por el NFI tambi3n con la DM (-0,415).

Tabla VII. Correlaci3n de los ındices principales del campo visual con los par1metros de ıbras y papila de la OCT en el grupo de glaucomas

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
H1 (sentido horario OD)	0,234	0,045	0,0060/0,4392	-0,034	0,775	-0,2603/0,1962
H2 (horas OD)	0,206	0,079	-0,0240/0,4146	-0,044	0,707	-0,2702/0,1860
H3 (horas OD)	0,143	0,226	-0,0889/0,3593	-0,037	0,755	-0,2632/0,1932
H4 (horas OD)	0,144	0,222	-0,0877/0,3604	-0,139	0,238	-0,3560/0,0926
H5 (horas OD)	0,490	0,000	0,2941/0,6459	-0,399	0,000	-0,5751/-0,1877
H6 (horas OD)	0,544	0,000	0,3598/0,6868	-0,477	0,000	-0,6359/-0,2785
H7 (horas OD)	0,504	0,000	0,3115/0,6570	-0,446	0,000	-0,6120/-0,2419
H8 (horas OD)	0,468	0,000	0,2687/0,6295	-0,294	0,011	-0,4900/-0,0707
H9 (horas OD)	0,103	0,385	-0,1290/0,3234	0,108	0,360	-0,1236/0,3283
H10 (horas OD)	0,256	0,028	0,0289/0,4575	-0,065	0,582	-0,2893/0,1659
H11 (horas OD)	0,408	0,000	0,1980/0,5822	-0,205	0,080	-0,4137/0,0252
H12 (horas OD)	0,243	0,037	0,0151/0,4465	-0,078	0,511	-0,3008/0,1536
Superior	0,353	0,002	0,1355/0,5382	-0,129	0,272	-0,3476/0,1021
Inferior	0,592	0,000	0,4199/0,7225	-0,511	0,000	-0,6624/-0,3202
Nasal	0,208	0,075	-0,0214/0,4168	-0,102	0,387	-0,3230/0,1295
Temporal	0,371	0,001	0,1555/0,5525	-0,124	0,292	-0,3429/0,1075
Promedio de la CFNR	0,533	0,000	0,3469/0,6789	-0,307	0,008	-0,5006/-0,0847
Espesor global CFNR	-0,007	0,953	-0,2350/0,2220	0,179	0,127	-0,0514/0,3917
Imax/Smax	0,243	0,037	0,0157/0,4469	-0,309	0,007	-0,5017/-0,0861
Smax/Imax	-0,265	0,022	-0,4654/-0,0390	0,376	0,001	0,1610/0,5564
Smax/Tavg	-0,035	0,769	-0,2611/0,1953	0,037	0,756	-0,1934/0,2630
Imax/Tavg	0,203	0,084	-0,0272/0,4120	-0,326	0,005	-0,5160/-0,1052
Smax/Navg	0,017	0,886	-0,2123/0,2446	0,089	0,453	-0,1428/0,3108
Max-Min	0,391	0,001	0,1788/0,5689	-0,235	0,044	-0,4401/-0,0071
SMAX	0,242	0,038	0,0139/0,4455	-0,055	0,641	-0,2801/0,1756
IMAX	0,527	0,000	0,3391/0,6741	-0,449	0,000	-0,6143/-0,2455
SAVG	0,331	0,004	0,1105/0,5199	-0,127	0,280	-0,3457/0,1043
IAVG	0,565	0,000	0,3866/0,7029	-0,514	0,000	-0,6641/-0,3229
Espesor medio CFNR	0,531	0,000	0,3439/0,6771	-0,339	0,003	-0,5269/-0,1200
1rea vert del anillo	0,369	0,001	0,1534/0,5510	-0,359	0,002	-0,5430/-0,1422
Anchura horiz del anillo	0,443	0,000	0,2384/0,6096	-0,323	0,005	-0,5138/-0,1023
1rea de disco	-0,001	0,991	-0,2298/0,2272	0,069	0,558	-0,1619/0,2931
1rea de excavaci3n	-0,307	0,008	-0,5007/-0,0848	0,324	0,005	0,1036/0,5148
1rea de anillo	0,432	0,000	0,2255/0,6010	-0,385	0,001	-0,5638/-0,1714
Relaci3n de 1rea E/D	-0,425	0,000	-0,5954/-0,2173	0,406	0,000	0,1954/0,5804
Relaci3n horizontal E/D	-0,333	0,004	-0,5222/0,1137	0,356	0,002	0,1391/0,5407
Relaci3n vertical E/D	-0,487	0,000	-0,6438/-0,2908	0,400	0,000	0,1884/0,5756

DM: desviaci3n media; DSM: desviaci3n est1ndar de la media.

Tabla VIII. Correlación de los índices principales del campo visual con los parámetros del GDx VCC, en el grupo control

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
NFI	-0,017	0,916	-0,3154/0,2851	0,022	0,891	-0,2806/0,3199
Promedio TSNIT	-0,097	0,538	-0,3857/0,2099	0,104	0,508	-0,2030/0,3919
Promedio Superior	-0,151	0,333	-0,4320/0,1562	0,182	0,243	-0,1252/0,4574
Promedio Inferior	-0,041	0,795	-0,3370/0,2628	0,014	0,930	-0,2877/0,3129
Desviación estándar TSNIT	-0,081	0,604	-0,3726/0,2245	0,063	0,686	-0,2415/0,3570

DM: desviación media; DSM: desviación estándar de la media.

En general, las correlaciones fueron más fuertes entre la DM y los parámetros estructurales de las tres pruebas que para la DSM.

Fig. 2: Recta de regresión entre la desviación media de la perimetría automatizada y el espesor medio de la CFNR en el cuadrante inferior medido con el OCT en el grupo de glaucomas.

Fig. 3: Recta de regresión entre la desviación media de la perimetría automatizada y la desviación TSNIT medida con el GDx VCC en el grupo de glaucomas.

DISCUSIÓN

La perimetría automatizada convencional ha sido considerada como la prueba de referencia para el estudio funcional de la enfermedad. La aparición de nuevas técnicas de estudio de la cabeza del nervio óptico y la CFNR de forma objetiva y reproducible, hace interesante contrastar sus resultados con los perimétricos.

Hace ya más de dos décadas que Quigley (9) y asociados demostraron que antes de que se detecte algún cambio en la función visual, se pueden llegar a perder el 40% de los axones de las células ganglionares. Sommer (10) y colaboradores publicaron que el 60% de los pacientes hipertensos oculares sufrían alteraciones de la CFNR que precedían en 6 años a la aparición de defectos en la PA, recientemente, el estudio de tratamiento de hipertensos oculares (11) ha demostrado que el 55% de los ojos que pasan a ser glaucomatosos tenían lesión estructural progresiva del disco óptico sin alteración alguna en la perimetría.

Conviene comenzar la discusión comentando posibles errores. Los sujetos HTO presentaban valores de espesor corneal superiores a los de los otros 2 grupos aunque sin existir diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Sin embargo, es posible que el mayor valor paquimétrico sobrevalore las cifras de PIO (12) en este grupo encontrándose ahora sí diferencias entre los HTO y el resto en esta variable al no aplicar ningún factor de corrección de espesor corneal, es decir, se podrían haber clasificado erróneamente como hipertensos a sujetos sanos. De hecho, este grupo presentaba mejores valores de DM y DSM que los normales (sin ser diferencias significativas), no ocurriendo así con los valores de excavación/disco vertical, donde los sujetos con hipertensión ocular mostraron peores valores que los normales aunque de nuevo sin

Tabla IX. Correlaci3n de los ındices principales del campo visual con los parámetros del GDx VCC, en el grupo de hipertensos oculares

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
NFI	-0,010	0,869	-0,0141/0,2748	0,075	0,207	-0,0375/0,2265
Promedio TSNIT	-0,064	0,283	-0,2776/-0,0171	-0,008	0,899	-0,1502/0,1161
Promedio Superior	0,014	0,808	-0,2360/0,0274	-0,041	0,486	-0,1579/0,1084
Promedio Inferior	-0,169	0,112	-0,2957/-0,0368	0,040	0,497	-0,1004/0,1657
Desviaci3n estandar TSNIT	0,048	0,416	-0,2093/0,0555	-0,038	0,522	-0,1602/0,1059

DM: desviaci3n media; DSM: desviaci3n estandar de la media.

Tabla X. Correlaci3n de los ındices principales del campo visual con los parámetros del GDx VCC, en el grupo de glaucomas

Correlaciones de Pearson	DM	p	IC 95%	DSM	p	IC 95%
NFI	-0,415	0,000	-0,5875/-0,2057	0,282	0,015	-0,0577/0,4800
Promedio TSNIT	0,276	0,017	0,0506/0,4745	-0,224	0,055	-0,4308/0,0044
Promedio Superior	0,411	0,000	0,2010/0,5843	-0,243	0,037	-0,4470/-0,0157
Promedio Inferior	0,308	0,008	0,0856/0,5013	-0,285	0,014	-0,4819/-0,0602
Desviaci3n estandar TSNIT	0,460	0,000	0,2590/0,6232	-0,184	0,117	-0,3958/0,0465

DM: desviaci3n media; DSM: desviaci3n estandar de la media.

ser estadısticamente significativo. Este hecho no parece deberse al tama˜o papilar elevado de HTO que condicione mayores relaciones excavaci3n/disco fisiol3gicas (como se muestra en los valores de ˆrea de disco en la tabla I) ni en principio a una mayor experiencia perimétrica ya que a todos los sujetos del estudio se les realiz3 el mismo n˜mero de perimetrıas.

Las correlaciones entre los ındices de la PA y los parámetros estructurales de las tres pruebas analizadas, fueron mˆs fuertes y significativas en el grupo de glaucomas. La correlaci3n de Pearson muestra la fuerza de asociaci3n entre dos variables. En el grupo de glaucomas, la variaci3n en la profundidad de los defectos del campo visual para cada uno de los casos permite valorar la concordancia con los cambios en las variables estructurales. Sin embargo, el escaso rango de valores de la DM y la DSM en el grupo de normales e hipertensos condiciona que las correlaciones sean muy dıbiles o no significativas. Estos dos grupos se comportaron de forma similar ya que desde el punto de vista funcional y anat3mico presentan similares caracterısticas.

No se observaron grandes diferencias en los resultados de las correlaciones para cada uno de los dos ındices de la PA, aunque en general la DM present3 las correlaciones mˆs fuertes con las variables estructurales estudiadas.

Las correlaciones mˆs fuertes del HRT se observaron entre la DM de la PA y las relaciones del ˆrea

excavaci3n/disco y anillo/disco (-0,474 y 0,474 respectivamente). La alteraci3n de estos parámetros nos debe hacer esperar la aparici3n de defectos glaucomatosos en el campo visual y viceversa.

Las asociaciones mˆs fuertes del OCT con la perimetrıa se dan en el espesor global de la CFNR y en los espesores del eje vertical, especialmente en el polo inferior, donde habitualmente se distribuyen mˆs fibras, y por tanto es mˆs fˆcil detectar su pırdida. Fue en el grupo de glaucoma donde el espesor del cuadrante inferior de la CFNR y la DM de la PA presentaron la correlaci3n mˆs fuerte (0,592) de todas las pruebas.

Las correlaciones de los ındices de la PA fueron mˆs fuertes con los parámetros que valoran el estado de la CFNR y algo mˆs dıbiles para los que estudian la morfologıa papilar, tanto en el OCT como en las otras pruebas morfol3gicas, posiblemente se deba a que a estos lˆseres confocales de barrido les resulta mˆs fˆcil detectar cambios glaucomatosos en la CFNR que en la papila. La amplısima variedad de morfologıas papilares hace que establecer el lımite entre normalidad y enfermedad en ellas sea difıcil, mientras que la distribuci3n de las fibras en la retina es mˆs constante.

Los parámetros papilares del HRT (relaci3n del ˆrea de excavaci3n/disco y relaci3n del ˆrea de anillo/disco, en el grupo de glaucomas) y del OCT (relaci3n excavaci3n/disco vertical, en el grupo de glaucomas) que mejores correlaciones presentaron,

mostraron una fuerza de asociación bastante similar con los índices de la PA, en concreto $\pm 0,474$ y $0,487$ con la DM, respectivamente. El mejor parámetro de la CFNR del OCT (espesor del cuadrante inferior en el grupo de glaucomas) presentó correlaciones discretamente más fuertes con la DM ($0,592$), mientras que en el caso del GDx VCC (desviación TSNIT en el grupo de glaucomas) las correlaciones fueron algo menores y similares a las primeras citadas ($0,460$). Las ecuaciones de regresión muestran que la mejor asociación fue para PA-OCT.

Otros estudios (1,13) que han evaluado la relación entre HRT y PA, han concluido que las asociaciones con más fuerza se dan entre la DM y el área del anillo seguido por la morfología de la excavación. En nuestro estudio el área del anillo presenta en tercer mejor coeficiente de Pearson en su relación con la DM, y el más alto en el caso de la DSM.

Varios estudios han valorado la relación entre OCT y campo visual. Se ha visto que el espesor en la CFNR es menor en los sectores no glaucomatosos de ojos con glaucoma que en los sectores correspondientes de ojos normales, aunque ello no implique diferencia en cuanto a la función visual (14). En las áreas glaucomatosas de la CFNR correspondientes al defecto del campo visual, el espesor de la misma es menor que en los segmentos no glaucomatosos. Los cambios en el espesor macular detectados con OCT se correlacionan bien con los cambios de la función visual y atrofia de la CFNR (15), sin embargo, las medidas del espesor de la CFNR peripapilar con OCT tienen mayor capacidad de discriminación entre ojos con y sin defectos en el campo visual que las medidas en el área macular (16).

Otros autores (17,18) han evidenciado que en aquellas zonas en las que el espesor de la CFNR o ANR están más adelgazados existe una alteración en el campo visual. Los defectos en hemirretina superior se corresponden con alteraciones del campo visual inferior y viceversa. Los defectos estructurales son más frecuentes y precoces en el polo inferior, seguidos del superior, siendo la zona nasal la que menos se lesiona.

Tarek y colaboradores (19) demuestran que las medidas con OCT del espesor de la CFNR en pacientes glaucomatosos se relacionan en extensión y profundidad con una disminución de la sensibilidad en el campo visual, y las zonas más frecuentemente adelgazadas de la CFNR corresponden a los

sectores inferiores. En nuestro estudio también resultó mayor la relación en el cuadrante inferior.

El NFI fue el segundo parámetro que mostró mayor fuerza de asociación en el grupo de glaucomas. Numerosos trabajos (4,14) han evidenciado que el NFI es el parámetro con mejor rendimiento diagnóstico de esta técnica. Nuestros resultados confirman que cuanto mayor es el NFI, más negativa es la DM y mayor es la DSM.

Los estudios transversales tienen limitaciones a la hora de examinar la relación entre estructura y función, ya que pueden ayudar a determinar qué parámetros se asocian con la función visual pero no su relación a lo largo del tiempo. Además, la cantidad de daño en la CFNR necesaria para producir defectos detectables en el campo visual es muy dependiente de cada caso concreto. Por tanto, el desarrollo de estudios longitudinales aportará información sobre cómo se reflejan en el campo visual los daños anatómicos que se van produciendo a lo largo de la enfermedad glaucomatosa.

La diferente naturaleza de los parámetros obtenidos con las pruebas de imagen y la PA hacían esperar correlaciones débiles o moderadas. Así ha sido, pero ello no indica una falta de correspondencia entre ellas, sino que la enfermedad presenta cambios que pueden ser detectados mejor por una prueba o por otra según el caso.

BIBLIOGRAFÍA

1. 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.
2. Hoh ST, Greenfield DS, Mistlberger A, Liebmann JM, Ishikawa H, Ritch R. Optical coherence tomography and scanning laser polarimetry in normal, ocular hypertensive, and glaucomatous eyes. *Am J Ophthalmol* 2000; 129: 129-135.
3. Bowd C, Zangwill LM, Berry CC, Blumenthal EZ, Vasile C, Sanchez-Galeana C, et al. Detecting early glaucoma by assessment of retinal nerve fiber layer thickness and visual function. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001; 42: 1993-2003.
4. 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.
5. Greaney MJ, Hoffman DC, Garway-Heath DF, Nakla M, Coleman AL, Caprioli J. Comparison of optic nerve imaging methods to distinguish normal eyes from those with glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2002; 43: 140-145.
6. Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, Bailey IL, et al. *The Lens Opacities Classification*

- System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol* 1993; 111: 831-836.
7. Caprioli J. Automated perimetry in glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1991; 111: 235-239.
 8. Wollstein G, Garway-Heath DF, Hitchings RA. Identification of early glaucoma cases with the scanning laser ophthalmoscope. *Ophthalmology* 1998; 105: 1557-1563.
 9. Quigley HA, Addicks EM, Green RW. Optic nerve damage in human glaucoma. III. Quantitative correlation of nerve fiber loss and visual field defect in glaucoma, ischemic neuropathy, papilledema, and toxic neuropathy. *Arch Ophthalmol* 1982; 100: 135-146.
 10. Sommer A, Katz J, Quigley HA, Miller NR, Robin AL, Riechter RG, et al. Clinically detectable nerve fiber atrophy precedes the onset of glaucomatous field loss. *Arch Ophthalmol* 1991; 109: 77-83.
 11. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP, et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120: 701-713.
 12. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Appanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 1975; 53: 34-43.
 13. Iester M, Mikelberg FS, Courtright P, Drance SM. Correlation Between the Visual Field Indices and Heidelberg Retina Tomograph Parameters. *J Glaucoma* 1997; 6: 78-82.
 14. Reus NJ, Lemij HG. Diagnostic accuracy of the GDx VCC for glaucoma. *Ophthalmology* 2004; 111: 1860-1865.
 15. Bagga H, Greenfield DS. Quantitative assessment of structural damage in eyes with localized visual field abnormalities. *Am J Ophthalmol* 2004; 137: 797-805.
 16. Wollstein G, Schuman JS, Price LL, Aydin A, Beaton SA, Stark PC, et al. Optical coherence tomography (OCT) macular and peripapillary retinal nerve fiber layer measurements and automated visual fields. *Am J Ophthalmol* 2004; 138: 218-225.
 17. Moreno-Montañés J, Álvarez-Vidal A, Sainz-Gómez C, Rodríguez-Conde R. Capa de fibras nerviosas en ojos glaucomatosos. Estudio realizado mediante OCT y su comparación con el campo visual. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2002; 77: 435-441.
 18. Anton A, Yamagishi N, Zangwill L, Sample PA, Weinreb RN. Mapping structural to functional damage in glaucoma with standard automated perimetry and confocal scanning laser ophthalmoscopy. *Am J Ophthalmol* 1998; 125: 436-446.
 19. El Beltagi TA, Bowd C, Boden C, Amini P, Sample PA, Zangwill LM, et al. Retinal nerve fiber layer thickness measured with optical coherence tomography is related to visual function in glaucomatous eyes. *Ophthalmology* 2003; 110: 2185-2191.