

Tomografía óptica de coherencia de dominio espectral en patología macular y de la retina. Cirrus 4000 versus Cirrus Photo 800

Laura Úbeda Bugeda

Trabajo de fin de Grado Óptica y Optometría

Universidad de Zaragoza 2014

Director: Prof. Antonio Ferreras Ámez

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA
2. HIPÓTESIS DE TRABAJO
3. OBJETIVOS
4. INTRODUCCIÓN
5. MATERIAL Y MÉTODO
 - 5.1. Diseño del estudio, consentimiento informado y selección de la muestra
 - 5.2. Criterios de inclusión
 - 5.3. Criterios de exclusión
 - 5.4. Protocolo exploratorio
 - 5.5. Metodología de las pruebas
 - 5.5.1. Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral adquirida con el Cirrus 4000.
 - 5.5.2. Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral adquirida con el Cirrus Photo 800.
 - 5.6. Creación de la base de datos
 - 5.7. Análisis estadístico
 - 5.7.1. Cálculo de tamaño muestral
 - 5.7.2. Estadística descriptiva y analítica
6. RESULTADOS
 - 6.1. Estadística descriptiva
 - 6.2. Estadística analítica
7. DISCUSIÓN
8. CONCLUSIONES
9. REFERENCIAS

1. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

La patología macular, o maculopatía, es un conjunto de enfermedades, congénitas o adquiridas que afectan primordialmente al área macular que es donde mayor resolución alcanzamos. Este conjunto de enfermedades producen síntomas como escotoma positivo, metamorfopsias, micropsias,...

Las principales causas de ceguera, además del glaucoma, se deben a enfermedades propias de la retina: la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), la retinopatía diabética y la miopía patológica o alta miopía. La DMAE es la principal causa de ceguera legal irreversible en mayores de 65 años en los países desarrollados.¹

La tomografía óptica de coherencia (OCT) se ha convertido en una herramienta oftalmológica de gran valor en el estudio de la patología retiniana.² Esta técnica permite obtener imágenes tomográficas de tejidos biológicos con una elevada resolución. Con la última generación de estos aparatos, los OCTs de dominio espectral se ha conseguido diferenciar estructuras con una resolución axial de 5 micras (figura 1). No obstante, ya han empezado a comercializarse la siguiente generación de OCT (SWEPT source OCT) que aumentan la resolución hasta las 3 micras y pueden ofrecer nuevas posibilidades diagnósticas con respecto a los actuales OCTs.

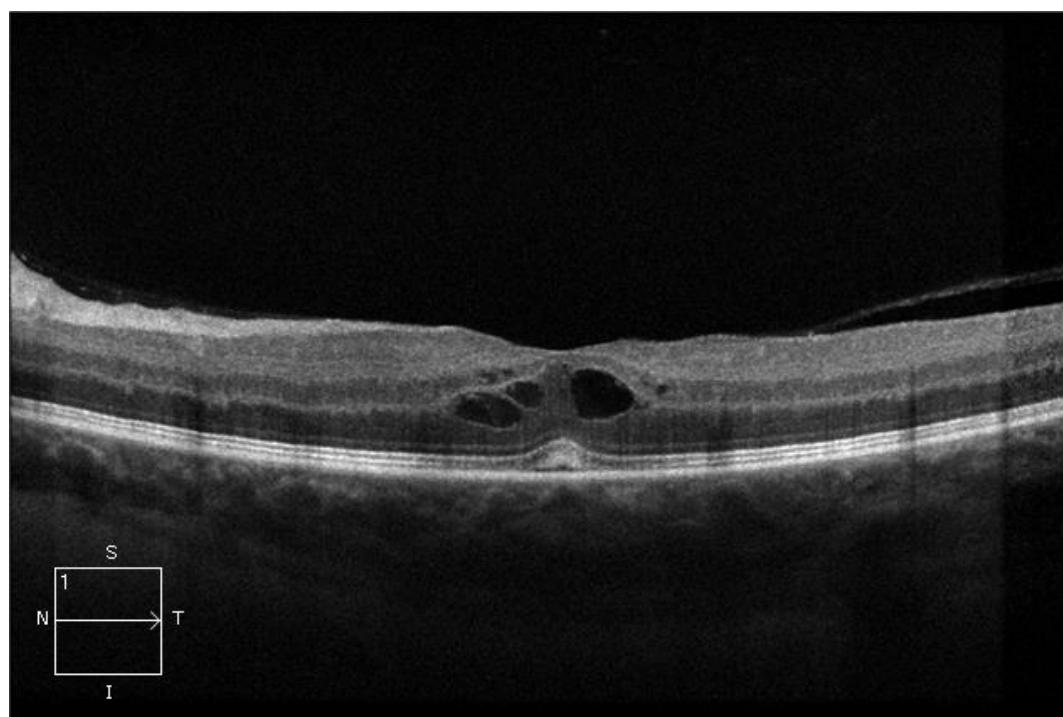


Figura 1: Detalle de un edema macular diabético evaluado mediante OCT de dominio espectral.

El OCT de dominio espectral Cirrus 4000 (Carl Zeiss Meditec, Dublín, CA, EEUU) se ha convertido en uno de los equipos de referencia para el diagnóstico y seguimiento de numerosas patologías maculares y de la retina. Por otra parte, en noviembre de 2012 se empezó a comercializar un nuevo equipo basado en la tecnología del OCT Cirrus, pero que además incorporaba una cámara funduscópica no midriática. Se trata del Cirrus Photo 800, que es un equipo que comparte la tecnología del OCT Cirrus 4000, pero con unas características ópticas propias, que necesitan ser validadas en la práctica clínica. El objetivo de este estudio fue comparar las mediciones maculares de ambos equipos.

La optimización de las pruebas diagnósticas para las patologías retinianas mejorará la calidad de la atención clínica al paciente, facilitará el intercambio de información entre oftalmólogos, y podrá reducir costes socio-sanitarios derivados de una utilización más eficiente de los recursos diagnósticos y terapéuticos. Y en definitiva, una utilización personalizada de las pruebas diagnósticas ayudará a preservar la calidad de vida de los pacientes con enfermedades maculares o retinianas.

2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

Los parámetros maculares medidos con el Cirrus Photo 800 son equivalentes a los adquiridos con el OCT Cirrus 4000.

3. OBJETIVOS

1. Comparar la calidad de las imágenes obtenidas con el OCT Cirrus 4000 y el Cirrus Photo 800.
2. Evaluar la concordancia de las mediciones realizadas con el protocolo Macular Cube 512x128 entre los OCTs Cirrus 4000 y Cirrus Photo 800.
3. Estudiar la correspondencia entre las clasificaciones codificadas por colores de ambos equipos para el análisis Macular Cube 512x128.

4. INTRODUCCIÓN

La OCT constituye uno de los avances más relevantes de diagnóstico por imagen en el campo de la Oftalmología, considerándose como una medida no invasiva de la retina, llegando a sustituir en muchos casos a la angiografía fluoresceína.³

Los primeros estudios de imagen con OCT en la retina humana fueron publicados en 1993.⁴ Desde entonces, esta técnica se ha ido introduciendo progresivamente en la práctica clínica. Con el paso de los años, los equipos han ido mejorando y ofreciendo nuevas posibilidades. Así, los OCT de dominio espectral proporcionan imágenes tridimensionales con una mayor resolución axial, comparados con la generación previa, los OCT de dominio del tiempo. El aumento de la velocidad de barrido a más de 20.000 escáneres-A por segundo permite a los OCT de dominio espectral obtener un cubo de datos centrado en la mácula uniendo cientos de cortes tomográficos.

La OCT es una tecnología de diagnóstico por imagen que permite diagnosticar y monitorizar los cambios maculares que se producen en enfermedades como la retinopatía diabética o degeneración macular asociada a la edad.⁵ Nos permite obtener imágenes en alta resolución in vivo de la retina sin necesidad de contacto con el tejido examinado ni de dilatación pupilar. Es una tecnología objetiva, proporciona datos cuantitativos y reproducibles.⁶

La primera generación de OCT se basa en tecnología de dominio de tiempo, un método de adquisición de imágenes para evaluar el patrón de interferencia creado por los retardos del eco de luz retrodispersa de la retina a través de un espejo móvil de referencia. Los OCTs de dominio espectral, con codificación espectral de la luz mediante difracción, son más rápidos en la realización de los barridos porque no utilizan un espejo de referencia ajustable, sino que incorporan un espectrómetro que detecta simultáneamente las amplitudes relativas de las frecuencias ópticas de la luz retrodispersada.⁷

El **OCT Cirrus 4000** (Figura 2) emplea una tecnología de imagen avanzada y adquiere las imágenes aproximadamente 70 veces más rápido (27.000 frente a 400 tomografías A por segundo) y con una resolución más alta (resolución axial de 5 µm frente a 10 µm), en comparación con la tecnología OCT de primera generación. Aporta imágenes de cortes transversales axiales y en tres dimensiones de las estructuras oculares anteriores y posteriores. Además, incorpora bases de datos normativas como herramientas cuantitativas para la comparación del espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina, el espesor macular, el de las células ganglionares más la plexiforme interna y los parámetros morfométricos papilares con una base de datos de sujetos normales ajustada por edad. El Cirrus HD-OCT está diseñado para utilizarse como un dispositivo de diagnóstico para la detección y el control de enfermedades oculares, incluidos, pero no

limitados a, agujeros maculares, edema macular quístico, retinopatía diabética, DMAE y glaucoma.



Figura 2: OCT de dominio espectral Cirrus 4000 de Carl Zeiss Meditec.

El **Cirrus Photo 800** (Figura 3) es una combinación del retinógrafo digital Visucam de Carl Zeiss Meditec y un Cirrus HD-OCT. Es un dispositivo tomográfico y biomicroscópico de no contacto, de alta resolución digital, que combina imágenes de fondo de ojo y OCT de dominio espectral.



Figura 3: Cirrus Photo 800 de Carl Zeiss Meditec.

El Cirrus Photo 800, se presentó a nivel mundial en la Academia Americana de Oftalmología celebrada en Chicago en noviembre del 2012. Aunque el Cirrus Photo utiliza un sistema de OCT similar al Cirrus 4000, la óptica, el sistema de enfoque y de adquisición de las imágenes son diferentes. Una vez capturadas las imágenes por el Cirrus Photo, éstas son analizadas de forma similar a como las analiza el Cirrus 4000, y el formato de presentación de los informes es el mismo. Aunque teóricamente la manera de medir y analizar de ambos instrumentos es muy similar, en este momento los datos adquiridos con cada aparato no pueden ser analizados de forma intercambiable. Es una cuestión de software y de trámites legales a nivel de organismos reguladores de productos médicos. El fabricante está trabajando en esta línea y se espera que en unos meses ambos equipos puedan trabajar de forma complementaria.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1. Diseño del estudio, consentimiento informado y selección de la muestra.

A todos los participantes, se les solicitó permiso para ser incluidos en el estudio y se les explicó las exploraciones y/o pruebas a las que fueron sometidos. También se dejó constancia de la posibilidad de no participar en el estudio en cualquier momento del mismo. A lo largo del periodo del estudio se comentaron y explicaron los resultados obtenidos.

La muestra se seleccionó de forma prospectiva a partir de familiares, compañeros/as, sin patología oftalmológica conocida que aceptaron participar en el estudio.

5.2. Criterios de Inclusión.

- Edad comprendida entre 14 y 80 años.
- Agudeza visual corregida mayor de 0,7 (Snellen).
- Defecto de refracción menor de 5dioptrías de equivalente esférico y/o un cilindro menor de 2 dioptrías.
- Medios ópticos transparentes.
- Disponibilidad y colaboración para la realización de las pruebas.

5.3. Criterios de Exclusión.

- Cirugías intraoculares previas y/o cirugías refractivas.
- Dificultades físicas o mentales que puedan influir en la realización correcta de las tomografías.
- Malformaciones oculares, anomalías angulares o del nervio óptico.
- Retinopatías o maculopatías de cualquier tipo.
- Síndromes o enfermedades generales graves.

5.4. Protocolo exploratorio.

A todos los sujetos seleccionados se les realizó una exploración que incluyó:

1. Historia clínica general: Nombre, sexo, fecha de nacimiento (edad), enfermedades generales (diabetes, hipertensión o hipotensión arterial, enfermedades cardiovasculares, etc.), antecedentes familiares de glaucoma y tratamientos sistémicos previos o actuales.
2. Historia clínica oftalmológica: cirugías previas, traumatismos, tratamientos médicos oftalmológicos que hubieran llevado o llevaran en ese momento.
3. Exploración general ocular con lámpara de hendidura.
4. Una OCT con el Cirrus 4000 y el protocolo de escaneado Macular Cube 512x128.
5. Una OCT con el Cirrus Photo 800 y el protocolo de escaneado Macular Cube 512x128.

5.5. Metodología de las pruebas.

Todas las pruebas se hicieron en la misma sesión y de forma consecutiva. Primero se realizó la anamnesis y la exploración con lámpara de hendidura y después se realizaron las OCTs. El orden de realización de las OCTs fue aleatorio, de manera que en unos casos se realizó primero la exploración con el Cirrus 4000 y en otros con el Cirrus Photo 800. Ambos equipos permiten obtener imágenes tomográficas sin necesidad de dilatar la pupila y todas las imágenes adquiridas en este estudio se realizaron sin midriasis.

5.5.1. Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral adquirida con el Cirrus 4000.

Se introdujeron los datos del paciente y se seleccionó el protocolo de adquisición de tomografías *Macular Cube 512x128*. El área de la imagen escaneada es de 6x6 mm. compuesta por 128 barridos lineales por cada 512 barridos A. Se puede ver estos cubos de datos en tres planos o en tres dimensiones, lo que da acceso a una gran cantidad de imágenes de la retina por exploración. Se colocó al paciente en la mentonera del aparato y se le pidió que mirara al punto de fijación interna (Figura 4).

Se centró el cabezal del equipo manteniendo el círculo rojo en el área pupilar y luego se enfocó la imagen con los botones disponibles para ello, que en el caso del Cirrus 4000 se controlan a través de un ratón. Se comprobó que la mácula quedaba centrada y enfocada en la pantalla antes de adquirir las imágenes.

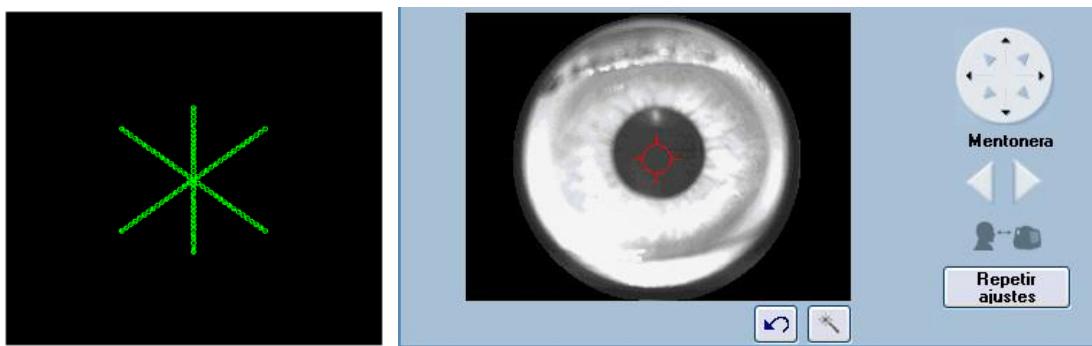


Figura 4: Estrella verde de fijación y pantalla de centrado del OCT Cirrus 4000.

Se optimizó la señal seleccionando la opción “*Optimizar*” y se capturó la imagen tomográfica. Sólo se guardaron imágenes con una relación señal/ruido mayor de 0,6. En caso de obtener una calidad inferior, la prueba fue repetida y si al tercer intento no se logró mejorar la calidad, ese ojo fue desecharido y no incluido en los análisis estadísticos.

Cirrus identifica la ubicación de la fóvea automáticamente buscando la reflectividad reducida debajo de la retina. La cuadrícula ETDRS se centra en la fóvea y muestra el grosor promedio total en nueve sectores. Este mapa circular consta de tres círculos concéntricos con diámetros de 1 mm, 3 mm y 6 mm. Excepto por el círculo central, se divide en los cuadrantes superior, nasal, inferior y temporal. Por lo tanto, el círculo central tiene un radio de 500 micras (diámetro de 1 mm). El Cirrus incorpora una base de datos normativa que permite comparar los valores de los espesores maculares obtenidos con los valores de normalidad incluidos en la base de datos normativa, corregida para la edad. Cirrus utiliza un código de colores para indicar la situación del valor de cada parámetro dentro de la distribución de normalidad.

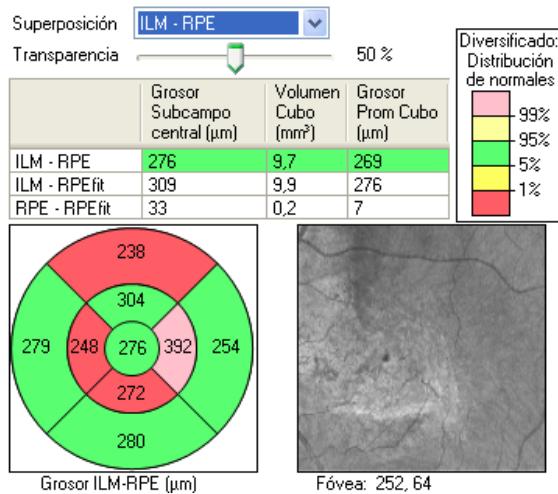


Figura 5: Rejilla ETDRS del programa macular.

Las imágenes adquiridas fueron analizadas con el protocolo "Macular Thickness Analysis" (versión 6.0.2). Este informe contiene el análisis macular de un solo ojo. El informe generado fue exportado en formato PDF (Figura 6).

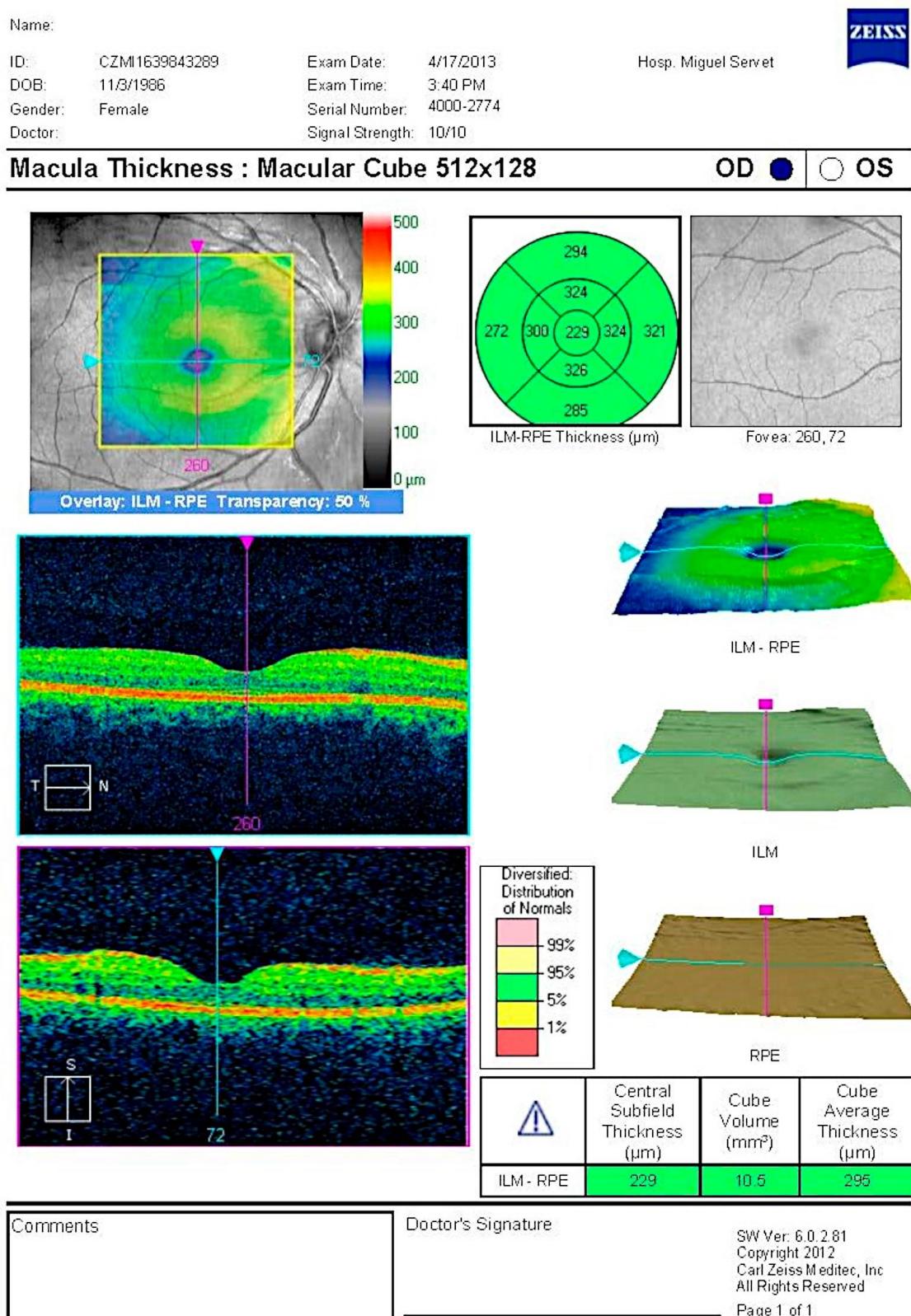


Figura 6: Informe macular generado por el Cirrus 4000.

5.5.2. Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral adquirida con el Cirrus Photo 800.

El protocolo de adquisición y preparación previa es muy similar al utilizado con el Cirrus 4000, aunque el software de captura es diferente. El programa de análisis de OCT del Cirrus Photo es similar al del Cirrus 4000, aunque la versión disponible de software de análisis es anterior a la del cirrus 4000 (versión 5.2 para el cirrus Photo, frente a la versión 6.0.2 del cirrus 4000).

La colocación del paciente en la mentonera es similar a la ya descrita para el Cirrus 4000, aunque el centrado con el Cirrus Photo se realiza con un joystick. El punto de fijación también es una estrella verde pero la pantalla de control del enfoque es diferente. Se pueden elegir 2 modos de captura: un modo basado en la visualización de la imagen funduscópica infrarroja y otro modo basado en la visualización de las imágenes tomográficas (corte de OCT). En este estudio se utilizó el modo infrarrojo que exige colocar 2 puntos blancos entre las 2 rayas amarillas discontinuas que aparecen en la pantalla de enfoque (Figura 7).

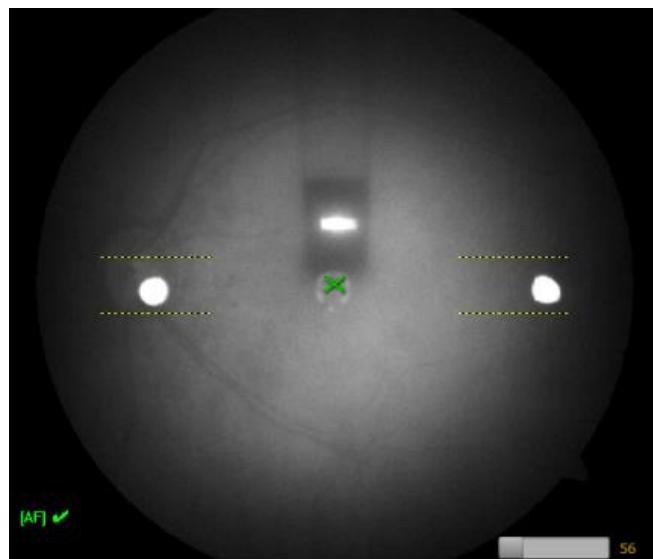


Figura 7: Pantalla de enfoque del Cirrus Photo 800.

El Cirrus Photo permite seleccionar 3 modos de captura: retinografía, retinografía + OCT y sólo OCT. En este estudio se utilizó el modo sólo OCT. El sistema autofocus del equipo estuvo activo en todo momento y en caso necesario de utilizó el la rueda de enfoque manual que se encuentra en el lateral del equipo.

Tras adquirir las imágenes, se comprobó la calidad de las mismas antes de guardarlas. Si ésta fue menor de 0,6 se repitieron las capturas siguiendo una metodología similar a la descrita para el Cirrus 4000. El análisis de las tomografías también se realizó de un modo similar al descrito para el Cirrus 4000: protocolo “Macular Thickness Analysis” (versión 5.2). El informe generado fue exportado en formato PDF (Figura 8).

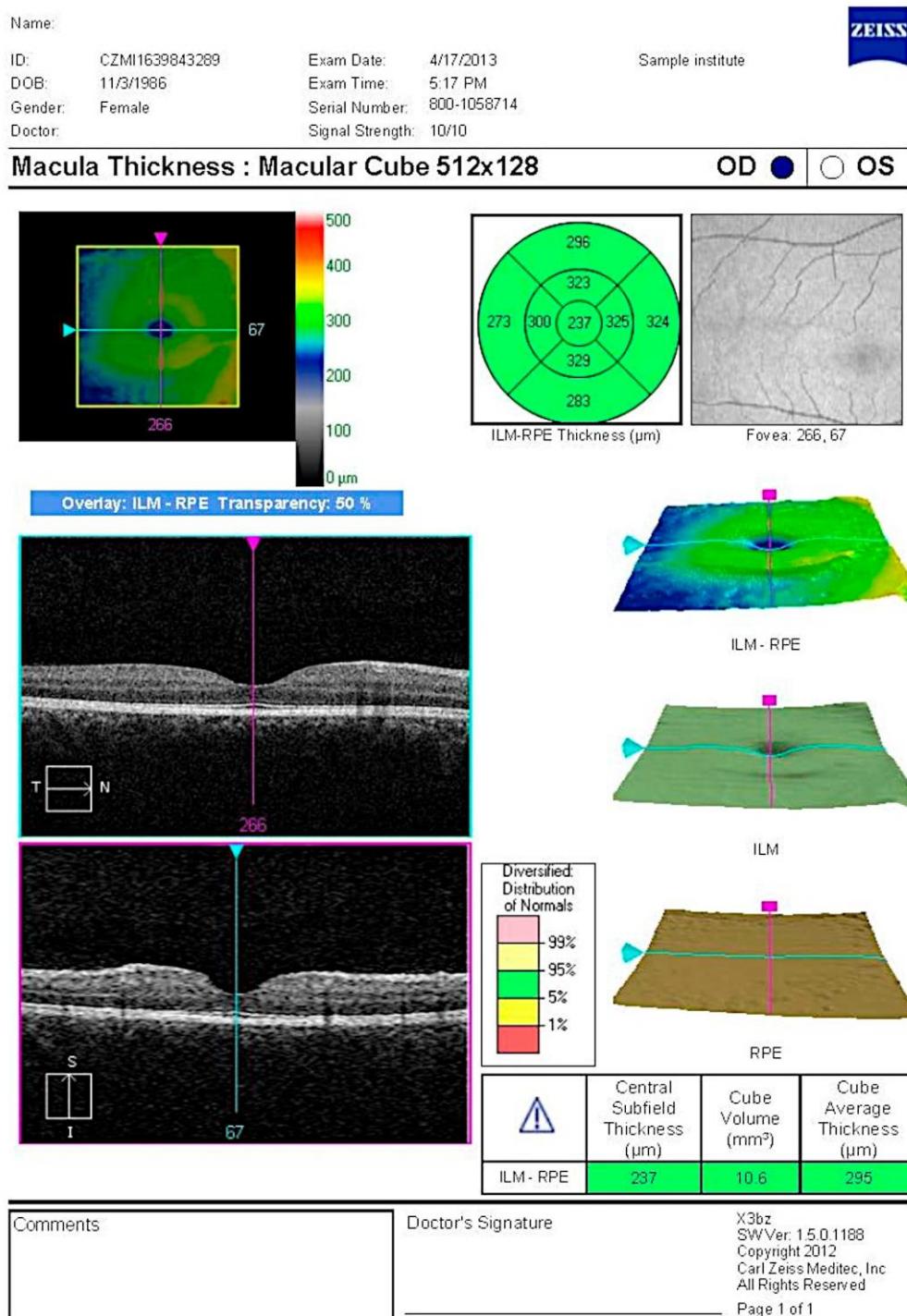


Figura 8: Informe macular generado por el Cirrus Photo 800 para el mismo sujeto de la Figura 6.

Una de las ventajas de Cirrus Photo frente a otros equipos de diagnóstico es que permite combinar el análisis de OCT con imágenes del fondo de ojo. Así, se pueden estudiar cambios o alteraciones en la OCT basada en el aspecto funduscópico (Figura 9).

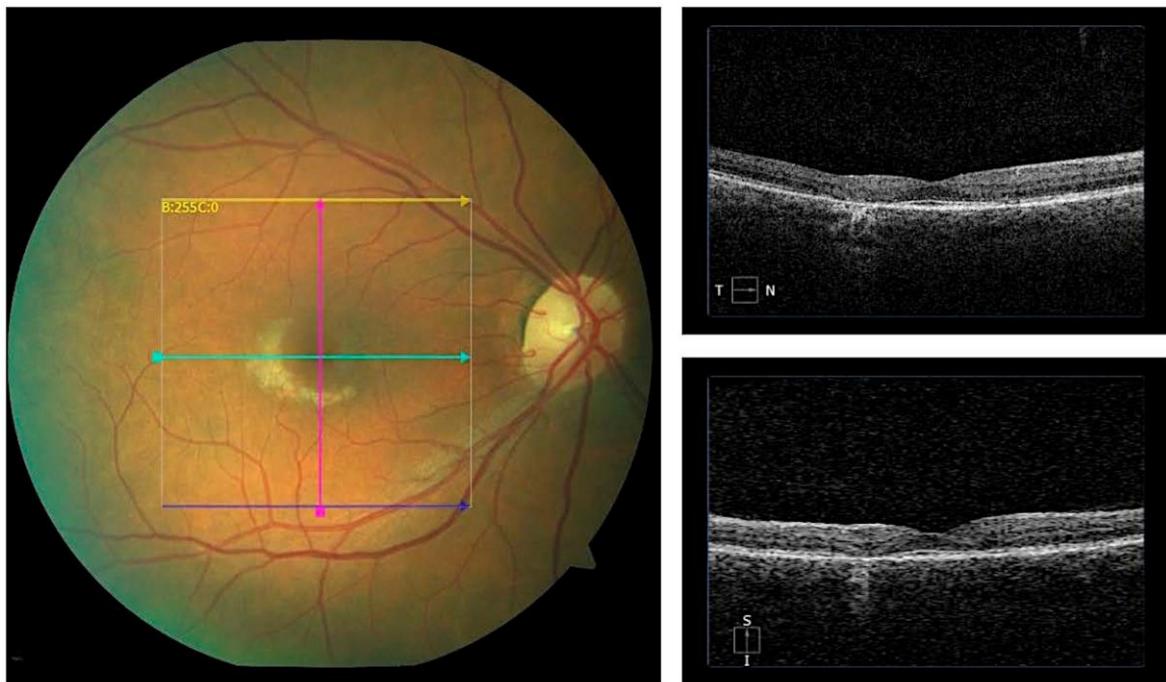


Figura 9: Imagen combinada del Cirrus Photo para el análisis macular.

5.6. Creación de la base de datos.

Se diseñó una base de datos a partir de una tabla Excel (Microsoft Office 2010). Para cada uno de los ojos a estudio, se recogieron diversas variables distribuidas en tres bloques:

- Primer bloque: datos demográficos.
- Segundo bloque: resultados de la exploración macular con el Cirrus 4000.
- Tercer bloque: resultados de la exploración macular con el Cirrus Photo 800.

Bloque 1: datos demográficos.

Se recogieron nombre, apellidos, sexo, ojo a estudio, nº historia clínica, y fecha de nacimiento.

Bloques 2 y 3: resultados de la exploración macular con el Cirrus 4000 y Cirrus Photo 800.

Al registrar los datos en la base, las medidas de los espesores maculares de la rejilla ETDRS fueron convertidas a un formato de ojo derecho (Figura 10).

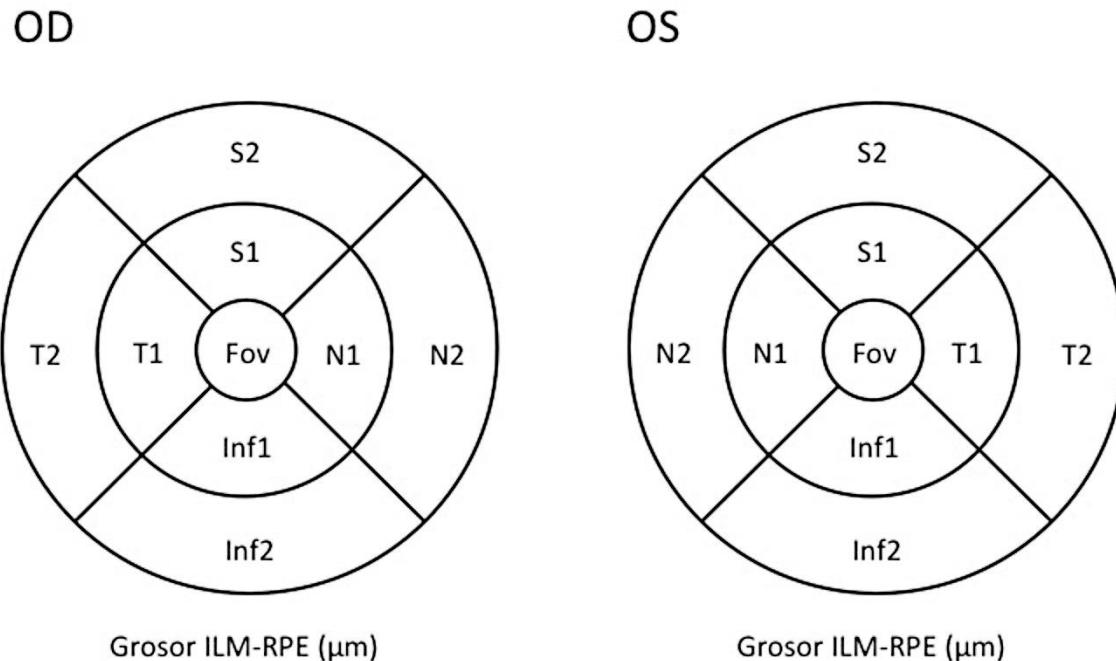


Figura 10: Codificación usada en este estudio para los espesores de la CFNR peripapilares según la lateralidad del ojo evaluado.

Los parámetros de OCT que se registraron para ambos equipos fueron:

- Fecha de exploración.
- Espesor macular en cada una de las casillas de la rejilla ETDRS según la Figura 10.
- Espesor del subcampo central (central subfield thickness), volumen del cubo (cube volume) y espesor promedio del cubo (cube average thickness).
- Codificación por color según la base normativa del software para los espesores maculares de la rejilla ETDRS.
- Codificación por color según la base normativa del software para el espesor del subcampo central, el volumen del cubo y el espesor promedio del cubo.

- Calidad de la señal de la imagen (relación señal/ruido).

5.7. Análisis estadístico.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con los programas estadísticos SPSS (versión 21.0; IBM Corporation, Somers NY, EEUU) y MedCalc 12.7.

5.7.1. Cálculo del tamaño muestral.

El tamaño mínimo de la muestra se calculó con el programa MedCalc 12.7 (MedCalc software, Mariakerke, Bélgica). Los cálculos se basaron en los resultados del estudio de Mwanza y col.⁸, considerando un coeficiente de correlación intraclass de 0,986 para el espesor promedio de la CFNR (variabilidad intertest), ajustando el error de tipo I (alfa) al 0,01 con una potencia del 95% (error tipo II). Así, se necesitaría una población mínima de 7 individuos.

5.7.2. Estadística descriptiva y analítica.

Para describir las características de la muestra y de los parámetros estudiados se utilizaron la media y la desviación estándar, así como el rango (mínimo y máximo).

Previo al estudio de las variables cuantitativas se realizó un test de Kolmogorov-Smirnov, para comprobar el ajuste a la normalidad de las variables del estudio. Se compararon las diferencias de los parámetros analizados mediante la t de Student, ya que todas las variables siguieron una distribución normal. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas cuando la p fue menor de 0,05.

También se correlacionaron los parámetros de CFNR y de morfología pectoral de ambas técnicas mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (*r*).

Finalmente, se calcularon los porcentajes de clasificación como normal, límite, o fuera de límites normales, según la clasificación por colores incluida en el aparato.

6. RESULTADOS

6.1. Estadística descriptiva:

Características de la muestra a estudio

Se analizaron 48 ojos de 28 personas (18 mujeres y 10 varones). Se incluyeron 25 ojos derechos y 23 ojos izquierdos. La edad media de la muestra fue de $31,50 \pm 17,8$ años (rango: 15-80 años).

La Tabla 1 muestra los valores medios de los parámetros maculares medidos con ambos equipos.

	CIRRUS 4000				CIRRUS PHOTO 800				
	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DE	MINIMO	MAXIMO	MEDIA	DE	p
FOV	225	322	260,02	23,46	221	322	257,33	22,41	<0,001
S1	296	388	330,81	19,21	288	366	328,46	17,29	0,336
N1	301	384	331,60	18,01	302	380	331,25	16,38	0,795
Inf1	289	382	325,73	19,94	299	381	326,88	18,01	0,445
T1	289	371	315,58	19,31	291	356	313,63	16,88	0,117
S2	250	327	288,02	14,93	249	322	287,58	14,50	0,673
N2	274	335	307,65	15,85	271	336	308,19	15,69	0,683
Inf2	245	323	278,10	15,50	247	328	278,58	15,23	0,659
T2	241	317	269,52	15,75	242	304	267,92	13,89	0,187
Subcampo cent	225	322	261,56	22,88	221	322	257,33	22,41	0,001
Volumen del cubo	9,2	11,3	10,26	0,5	8,9	11,3	10,31	0,52	0,332
Espesor medio cubo	259	316	287,13	13,96	248	315	286,54	14,34	0,718
Señal/ruido	6	10	8,42	1,13	6	10	9,31	0,97	<0,001

Tabla 1: Valor medio y desviación estándar (DE), mínimo y máximo de los parámetros maculares obtenidos con el Cirrus 4000 y el Cirrus Photo 800. Las diferencias entre aparatos se muestran en la columna p (t de Student).

DE: Desviación estándar

No se observaron diferencias significativas ($p<0,05$) entre los valores medios obtenidos con ambos equipos, excepto en el espesor foveal y el espesor del subcampo central.

6.2. Estadística analítica

Correlaciones de Pearson

Se calcularon los coeficientes de correlación de Pearson para las variables maculares entre el Cirrus 4000 y Cirrus Photo (Tabla 2).

	Correlación de Pearson	p
Fov	0,980	<0,001
S1	0,582	<0,001
N1	0,854	<0,001
Inf1	0,857	<0,001
T1	0,899	<0,001
S2	0,893	<0,001
N2	0,832	<0,001
Inf2	0,882	<0,001
T2	0,850	<0,001
Espesor subcampo central	0,934	<0,001
Volumen del cubo	0,702	<0,001
Espesor medio del cubo	0,693	<0,001

Tabla 2: Coeficientes de correlación de Pearson para los parámetros maculares con Ciruus 400 y Cirrus Photo 800.

Se consideraron correlaciones fuertes aquellas mayores de 0,7 y moderadas entre 0,3 y 0,7. Podemos comprobar en la Tabla 2 que todas las correlaciones fueron fuertes excepto S1 (0,582) y el espesor medio del cubo (0,693), que presentaron correlaciones moderadas. Las correlaciones más fuertes se observaron a nivel foveal (0,980), espesor del subcampo central (0,934) y T1 (0,899).

Concordancia de la clasificación codificada por colores en función de la base de normalidad incluida en cada aparato.

Las Tablas 3 y 4 muestran la concordancia de la clasificación de las diferentes variables maculares según la base de normalidad incluidas en ambos OCTs. En 3 ojos la clasificación según la base de normalidad no pudo ser obtenida, ya que tuvieron menos de 18 años, y de momento, estos equipos no incluyen valores de normalidad para menores de 18 años.

		CIRRUS 4000	CIRRUS PHOTO 800
FOVEA	<1%		
	1-5%		
	5-95%	42(93,3%)	42(93,3%)
	95-99%		1(2,2%)
	>99%	3(6.7%)	2(4,4%)
S1	<1%		
	1-5%	5(11,1%)	5(11,1%)
	5-95%	32(71,1%)	33(73,3%)
	95-99%	5(11,7%)	7(15,6%)
	>99%	3(6,7%)	
N1	<1%		
	1-5%	2(4,4%)	
	5-95%	37(82,2%)	41(91,1%)
	95-99%	4(8,9%)	3(6,7%)
	>99%	2(4,4%)	1(2,2%)
Inf1	<1%		
	1-5%	4(8,9%)	
	5-95%	34(75,6%)	38(84,4%)
	95-99%	5(11,1%)	6(13,3%)
	>99%	2(4,4%)	1(2,2%)
T1	<1%		
	1-5%	1(2,2%)	
	5-95%	37(82,2%)	38(79,2%)
	95-99%	3(6,7%)	5(10,4%)
	>99%	4(8,9%)	2(4,2%)
S2	<1%	2(4,4%)	1(2,2%)
	1-5%		3(6,7%)
	5-95%	34(75,6%)	35(77,8%)
	95-99%	5(11,1%)	5(11,1%)
	>99%	4(8,9%)	1(2,2%)
N2	<1%		
	1-5%	4(8,9%)	2(4,4%)
	5-95%	31(68,9%)	38(84,4%)
	95-99%	10(22,2%)	4(8,9%)
	>99%		1(2,2%)
Inf2	<1%		
	1-5%	3(6,7%)	2(4,4%)
	5-95%	34(75,6%)	36(80,0%)
	95-99%	5(11,1%)	6(13,3%)
	>99%	3(6,7%)	1(2,2%)
T2	<1%		
	1-5%	2(4,4%)	2(4,4%)
	5-95%	34(75,6%)	35(77,8%)
	95-99%	5(11,1%)	7(15,6%)
	>99%	4(8,9%)	1(2,2%)

Tabla 3: Concordancia de los espesores maculares de la rejilla ETDRS según la clasificación de las bases de normalidad incluidas en el Cirrus 4000 y Cirrus Photo.

Se observó una excelente concordancia entre ambos equipos.

		CIRRUS 4000	CIRRUS PHOTO 800
ESPESOR CAMPO CENTRAL	<1%		
	1-5%		
	5-95%	42(93,3%)	42(93,3%)
	95-99%		1(2,2%)
	>99%	3(6,7%)	2(4,4%)
VOLUMEN	<1%	3(6,7%)	2(4,4%)
	1-5%	2(4,4%)	3(6,7%)
	5-95%	33(73,3%)	33(73,3%)
	95-99%	5(11,1%)	6(13,3%)
	>99%	2(4,4%)	1(2,2%)
MEDIA ESPESOR	<1%	1(2,1%)	3(6,7%)
	1-5%	2(4,2%)	2(4,4%)
	5-95%	34(70,8%)	33(73,3%)
	95-99%	5(10,4%)	6(13,3%)
	>99%	3(6,3%)	1(2,2%)

Tabla 3: Concordancia de los parámetros maculares según la clasificación de las bases de normalidad incluidas en el Cirrus 4000 y Cirrus Photo.

Al igual que para los espesores maculares de la rejilla ETDRS, la concordancia entre las clasificaciones codificadas por colores de ambos instrumentos, fue excelente.

7. DISCUSIÓN

Numerosos estudios han demostrado la utilidad clínica del OCT Cirrus 4000 en patologías maculares y de la retina. Sin embargo, dada la reciente presentación del Cirrus Photo en el mercado apenas existen estudios realizados con este equipo.

En este estudio se ha evaluado si existe una similitud suficiente entre las mediciones maculares obtenidas con el Cirrus Photo y el Cirrus 4000. De demostrarse esta opción, las medidas de ambos aparatos podrían considerarse como intercambiables.

Aunque ambos instrumentos comparten una tecnología y un fabricante común, los aparatos y ópticas utilizadas no son los mismos. Cirrus Photo utiliza la óptica del retinógrafo para adquirir las imágenes mientras que el cirrus 4000 utiliza exclusivamente elementos ópticos propios de la OCT.

La mayoría de las variables estudiadas no mostraron diferencias significativas entre ambos aparatos y las correlaciones entre ellas fueron fuertes. Las pequeñas diferencias encontradas en algunas variables fueron muy pequeñas y en ningún caso mayores que la variabilidad descrita para estas variables en estudios previos para el OCT Cirrus 4000. Por ejemplo a nivel foveal, la diferencia encontrada fue menor de 3 micras, que aunque en nuestro estudio fue una diferencia significativa, estas 3 micras no tienen repercusión clínica y entran dentro de la variabilidad descrita para este parámetro.^{3,5,8,9,10}

En general, el Cirrus Photo consiguió imágenes de mayor calidad, con una relación señal ruido mejor para los mismos pacientes. Quizás el hecho de que Cirrus Photo lleve una óptica fotográfica podría beneficiar a este instrumento a la hora de obtener ese mejor rendimiento.

Hay que tener presente algunas limitaciones del estudio. Todos los pacientes fueron sanos, colaboradores y con medios ópticos transparentes. Estas condiciones no siempre se dan en la práctica clínica y serán necesarios otros estudios para confirmar los hallazgos de éste.

8. CONCLUSIONES

1. La calidad de las imágenes obtenidas con el protocolo Macular Cube 512x128 mediante el Cirrus 4000 y el Cirrus Photo fue excelente. Cirrus Photo presentó una mejor relación señal/ruido que Cirrus 4000.
2. Las diferencias obtenidas para todos los espesores maculares entre Cirrus 4000 y Cirrus Photo con el protocolo Macular Cube 512x128 no superaron la variabilidad de las mediciones publicadas para el OCT Cirrus 4000.
3. La concordancia de la clasificación basada en la base de normalidad para el protocolo de análisis Macular Cube 512x128 entre el Cirrus 4000 y el Cirrus Photo fue excelente.

9. REFERENCIAS

1. American Academy of Ophthalmology. Curso de Ciencias Básicas. Sección 12: Retina y Vítreo. Capítulo 4: Enfermedades adquiridas que afectan a la mácula; Barcelona: Elsevier España SL. 2008-2009;2009:55-104.
2. Griñó García-Pardo C, Lugo Quintás F, León M, Ligero S, Ruiz-Moreno JM, Montero-Moreno J. Tomografía de Coherencia Óptica (OCT): Funcionamiento y utilidad en patología macular (I). *Gaceta Óptica* 2008;427:12-14.
3. Wolf-Schnurrbusch UE, Ceklic L, Brinkmann CK, Iliev ME, Frey M, Rothenbuehler SP, et al.; Macular Thickness Measurements in Healthy Eyes Using Six Different Optical Coherence Tomography Instruments. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009 Jul;50(7):3432-7.
4. Swanson EA, Izatt JA, Hee MR, et al. In-vivo retinal imaging by optical coherence tomography. *Optics Letters* 1993;18:1864-6.
5. Bentaleb-Machkour Z, Jouffroy E, Rabilloud M, Grange JD, Kodjikian L. Comparison of Central Macular Thickness Measured by Three OCT Models and Study of Interoperator Variability. *ScientificWorldJournal*. 2012; 2012: 842795.
6. Voo I, Mavrofrides EC, Puliafito CA. Clinical applications of optical coherence tomography for the diagnosis and management of macular diseases. *Ophthalmol Clin North Am* 2004; 17(1):21-31.
7. O'Rese J. Knight, Robert T. Chang, William J. Feuer, Donald L. Budenz. Comparison of Retinal Nerve Fiber Layer Measurements Using Time Domain and Spectral Domain Optical Coherent. *Ophthalmology*. July 2009; 116(7): 1271-7
8. Mwanza JC, Chang RT, Budenz DL, et al. Reproducibility of peripapillary retinal nerve fiber layer thickness and optic nerve head parameters measured with Cirrus HD-OCT in glaucomatous eyes. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:5724-5730
9. Pierro L, Giatsidis SM, Mantovani E, Gagliardi M. Macular thickness interoperator and intraoperator reproducibility in healthy eyes using 7 opticalcoherence tomography instruments. *Am J Ophthalmol* 2010;150(2):199-204.
10. Cheung CY, Leung CK, Lin D, Pang CP, Lam DS. Relationship between retinal nerve fiber layer measurement and signal strength in optical coherence tomography. *Ophthalmology*. 2008 Aug;115(8):1347-51,

