



## **TESIS DOCTORAL**

# **Correlación estructural y funcional de la mácula tras el desprendimiento de retina**

Presentada por:  
**María del Carmen Guixeres Esteve**

Dirigida por:  
**Dra. Lucía Martínez-Costa Pérez**  
**Dr. José María Tenías Burillo**

Julio 2022



## **TESIS DOCTORAL**

### **Correlación estructural y funcional de la mácula tras el desprendimiento de retina**

Presentada por:

**María del Carmen Guixeres Esteve**

para optar al grado de doctora por la Universitat Jaume I

Dirigida por:

**Dra. Lucía Martínez-Costa Pérez**

**Dr. José María Tenías Burillo**

Programa de Doctorado en Ciencias de la Enfermería  
Escuela de Doctorado de la Universitat Jaume I

Firmado:

Lucía Martínez-Costa Pérez

José María Tenías Burillo

Castelló de la Plana, Julio 2022

**Licencia Creative Commons (CC) para tesis. Reconocimiento - Compartir igual (BY-SA).**



### **Financiación recibida**

La microperimetría se llevó a cabo con el microperímetro MAIA (Macular Integrity Assessment) (CenterVue Spa, Padova, Italy) adquirido con cargo al proyecto PI09/90687 del Instituto de Salud Carlos III, Ministerio Español de Ciencia e Innovación (fondo FEDER); GV/2011/004 de la Generalitat Valenciana; y P11A2011-11 de UJI-Bancaixa.

# **Agradecimientos**

En primer lugar, agradezco a mis directores de tesis, Lucía Martínez-Costa Pérez y José María Tenías Burillo los conocimientos brindados, el tiempo dedicado y los ánimos desde el principio.

A toda mi familia, en especial a Claude y mis hijos Lucas y Laura por su amor incondicional y por alegrarme los días. A mis padres, Federico y Carmen, por la educación y el amor que nos han dado, por creer en mí y ayudarme en todo siempre. A mis queridas hermanas, Marta y Teresa, que siempre han sido mi ejemplo a seguir y sin su apoyo no habría llegado hasta aquí. A mis sobrinos. A mis yayos y abuelitos.

A mis amigos, sobre todo Laura Laguna por leer la tesis y aconsejarme.

También quiero agradecer al Hospital Universitario Dr. Peset, sobre todo el servicio de Oftalmología, por facilitarme los recursos que fueron necesarios para llevar a cabo el estudio. Por último, agradezco a los servicios de Oftalmología en los que he trabajado en Bélgica, Valencia y Castellón porque todos han contribuido en mi formación y por las experiencias personales.

# Índice

## Índice

Lista de abreviaturas .....	1
Resumen .....	3
Resumen .....	4
Abstract.....	5
Marco teórico.....	6
1.1. Anatomía retiniana .....	7
1.1.1. El vítreo .....	7
1.1.2. Las capas retinianas .....	7
1.1.3. El proceso de la visión.....	10
1.1.4. La mácula .....	11
1.2. Desprendimiento de retina regmatógeno (DRR).....	12
1.2.1. Epidemiología.....	12
1.2.2. Concepto y fisiopatología.....	13
1.2.3. Clínica.....	14
1.2.4. Tratamiento.....	15
1.3. Tomografía de coherencia óptica (OCT).....	18
1.3.1. Descripción de la técnica.....	18
1.3.2. Aplicación al estudio del DRR .....	21
1.4. Microperimetría .....	22
1.4.1. Concepto y diferencias con la perimetría automática estándar. ....	22
1.4.2. Microperímetros. Descripción de la técnica. ....	23
1.4.3. Aplicaciones en la Oftalmología .....	27
1.4.4. Aplicación al estudio del DRR .....	27
1.5. Test de Amsler.....	28
1.5.1. Descripción de la técnica.....	28
1.5.2. Aplicación al estudio del DRR .....	29
Objetivos.....	31
2.1. Objetivos principales .....	32
2.2. Objetivos secundarios.....	32
Sujetos, material y métodos.....	33
3.1. Ámbito y población de estudio .....	34
3.1.1. Sujetos de estudio .....	34
3.1.2. Criterios de exclusión .....	34
3.2. Metodología.....	35
3.2.1. Anamnesis .....	35
3.2.2. Examen oftalmológico.....	35
3.3. Variables.....	37
3.3.1. Variables independientes.....	37
3.3.2. Variables resultado .....	37
3.4. Análisis de datos.....	38
Resultados.....	40
4.1. Análisis descriptivo .....	41
4.2. Análisis entre variables.....	43
Discusión .....	60
5.1. Recapitulación .....	61
5.2. Comparación.....	62
5.3. Limitaciones y puntos fuertes.....	67
5.4. Implicaciones para la práctica clínica.....	70

5.5. Líneas futuras de investigación .....	70
Conclusiones.....	72
Bibliografía.....	75



# **Lista de abreviaturas**

AV. Agudeza visual.

BCVA. Best-corrected visual acuity.

CNE. Capa nuclear externa.

DE. Desviación estándar.

DMAE. Degeneración macular asociada a la edad.

DRR. Desprendimiento de retina regmatógeno.

DVP. Desprendimiento del vítreo posterior.

ELM. External limiting membrane.

EPR. Epitelio pigmentario de la retina.

ERM. Epiretinal membrane.

FD-OCT. Tomografía de coherencia óptica de dominio Fourier.

MAIA. Macular Integrity Assessment microperimeter.

MAVC. Mejor agudeza visual corregida.

MER. Membrana epirretiniana.

MLE. Membrana limitante externa.

MLI. Membrana limitante interna.

OCT. Tomografía de coherencia óptica.

PHP. Perímetro de hiperagudeza preferencial.

PRL. Preferred retinal locus.

RRD. Rhegmatogenous retinal detachment.

SD-OCT. Tomografía de coherencia óptica de dominio espectral.

SLO. Scanning laser ophthalmoscope.

SS-OCT. Tomografía de coherencia óptica “swept source” (fuente de barrido).

TD-OCT. Tomografía de coherencia óptica de dominio temporal.

VPP. Vitrectomía vía pars plana.

# **Resumen**

## Resumen

- Objetivo: Analizar la sensibilidad retiniana tras la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno (DRR). Correlacionar la función visual y los cambios morfológicos en la tomografía de coherencia óptica (OCT) macular.

- Métodos: Estudio observacional de 76 ojos de 68 pacientes en el que recogimos datos sobre: sintomatología visual, mejor agudeza visual corregida (MAVC) en el diagnóstico, días transcurridos desde el inicio de los síntomas hasta la cirugía, el tipo de procedimiento y el número de intervenciones necesarias para la aplicación de la retina. Exploración de la MAVC postoperatoria, rejilla de Amsler, microperimetría y OCT macular.

- Resultados. Todas las alteraciones en la OCT se relacionaron de forma estadísticamente significativa con una MAVC postoperatoria más baja, excepto la membrana epirretiniana (MER) ( $p = 0,57$ ). Todas las lesiones detectadas en la OCT se asocian a una menor sensibilidad retiniana en la microperimetría de forma estadísticamente significativa, exceptuando el caso de la MER ( $p = 0,16$ ). Existe una relación entre las lesiones de la OCT y la presencia de metamorfopsias en todos los casos, pero sólo estadísticamente significativa cuando la lesión está en la capa CNE ( $p = 0,012$ ) y cercano a la significación estadística en el caso de la capa de los elipsoides ( $p = 0,069$ ).

- Conclusiones. La microperimetría, la rejilla de Amsler y la OCT macular nos permiten analizar y correlacionar la estructura y función macular de nuestros pacientes con capacidad visual alterada a pesar del éxito anatómico tras la cirugía.

Palabras clave: Desprendimiento de retina, mácula, microperimetría, capas externas retina.

## Abstract

- Purpose. To analyse retinal sensitivity in rhegmatogenous retinal detachment (RRD) after surgery. To correlate the postoperative visual outcome with the morphologic changes found in macular optical coherence tomography (OCT).

- Methods. Observational study of 76 eyes of 68 patients whom we collected information about visual symptoms, best-corrected visual acuity (BCVA) at diagnosis, time from the onset of symptoms to surgery, type of procedure and number of surgeries needed to reattach the retina. Postoperative BCVA, Amsler grid test, microperimetry and macular OCT were performed.

- Results. All the morphologic changes found in macular OCT were associated to a lower postoperative BCVA apart from epiretinal membrane (ERM) ( $p = 0,57$ ). Except for ERM ( $p = 0,16$ ), each abnormality studied in the OCT was related to a lower microperimetric sensibility with statistical significance. Besides, there was a correlation between all the OCT changes and metamorphopsia with statistical significance in the case of the outer nuclear layer (ONL) ( $p = 0,012$ ) and near the statistical significance in the ellipsoid layer ( $p = 0,069$ ).

- Conclusions. Microperimetry, Amsler grid test and macular OCT allow us to analyse and correlate the functional and structural macular status in our patients with visual impairment despite successful surgical reattachment.

Keywords: Retinal detachment, macula, microperimetry, external retinal layers.

# **Marco teórico**

## **1.1. Anatomía retiniana**

### **1.1.1. El vítreo**

En el polo posterior del ojo, encontramos la cámara vítrea con el gel vítreo, un gel transparente compuesto por agua, colágeno y ácido hialurónico. El gel vítreo ocupa el 80% del volumen ocular.

En condiciones normales, el vítreo cortical (la periferia del vítreo) está adherido a la cápsula posterior del cristalino, la ora serrata (en la periferia de la retina), los vasos retinianos, el nervio óptico y la mácula. De ellas, donde se adhiere más firmemente es en el área que se extiende 2 mm anterior y 3 mm posterior a la ora serrata, en la zona que se conoce como base del vítreo (1).

### **1.1.2. Las capas retinianas**

La retina está formada por diferentes capas (Figura 1). Un panel de expertos propuso en 2014 una nomenclatura internacional para las capas retinianas, identificables con la tomografía de coherencia óptica de dominio espectral (SD-OCT, por la sigla en inglés) (Figura 2) (2).

Ordenadas de la más interna a la más externa:

- La membrana limitante interna (MLI). Formada por las extensiones de las células de Müller, que son las células gliales (células de soporte) especiales de la retina (1,3).
  
- La capa de fibras nerviosas. Corresponde a los axones de las células ganglionares, que dan lugar al nervio óptico (1).
  
- La capa de células ganglionares.

- La capa plexiforme interna. Donde ocurre la sinapsis entre las dendritas de las células ganglionares y los axones de las células bipolares y amacrinas (1,3).
- La capa nuclear interna, donde se encuentran los núcleos de las células amacrinas, las células bipolares, las células horizontales y las células de Müller (1,3).
- La capa plexiforme externa. Donde ocurre la sinapsis entre las células bipolares y los fotorreceptores (1).
- La capa de fibras de Henle y la capa nuclear externa. Antes diferenciadas, conforman la zona hiporreflectiva que se encuentra entre la capa plexiforme externa y la membrana limitante externa. La capa de fibras de Henle, más interna, se compone de los axones de los fotorreceptores (2) y la capa nuclear externa contiene los núcleos de los fotorreceptores (3).
- La membrana limitante externa (MLE). Las terminaciones de las células de Müller llegan hasta el nivel interno de la zona mioide, formando complejos de intersección que visto en conjunto se denomina MLE, aunque realmente no sea una membrana (4).
- La zona mioide, la porción interna de los segmentos internos de los fotorreceptores, con: ribosomas, retículos endoplasmáticos y aparatos de Golgi (4).
- La capa de los elipsoides de los fotorreceptores, la porción externa de los segmentos internos de los fotorreceptores, que contiene numerosas mitocondrias (2,4).
- La zona de las interdigitaciones. Representa la interdigitación de los procesos apicales del epitelio pigmentario de la retina (EPR) con los segmentos externos de los fotorreceptores (2).
- El epitelio pigmentario de la retina. Una monocapa de células epiteliales pigmentadas que separa la retina neurosensorial de la coroides (1).



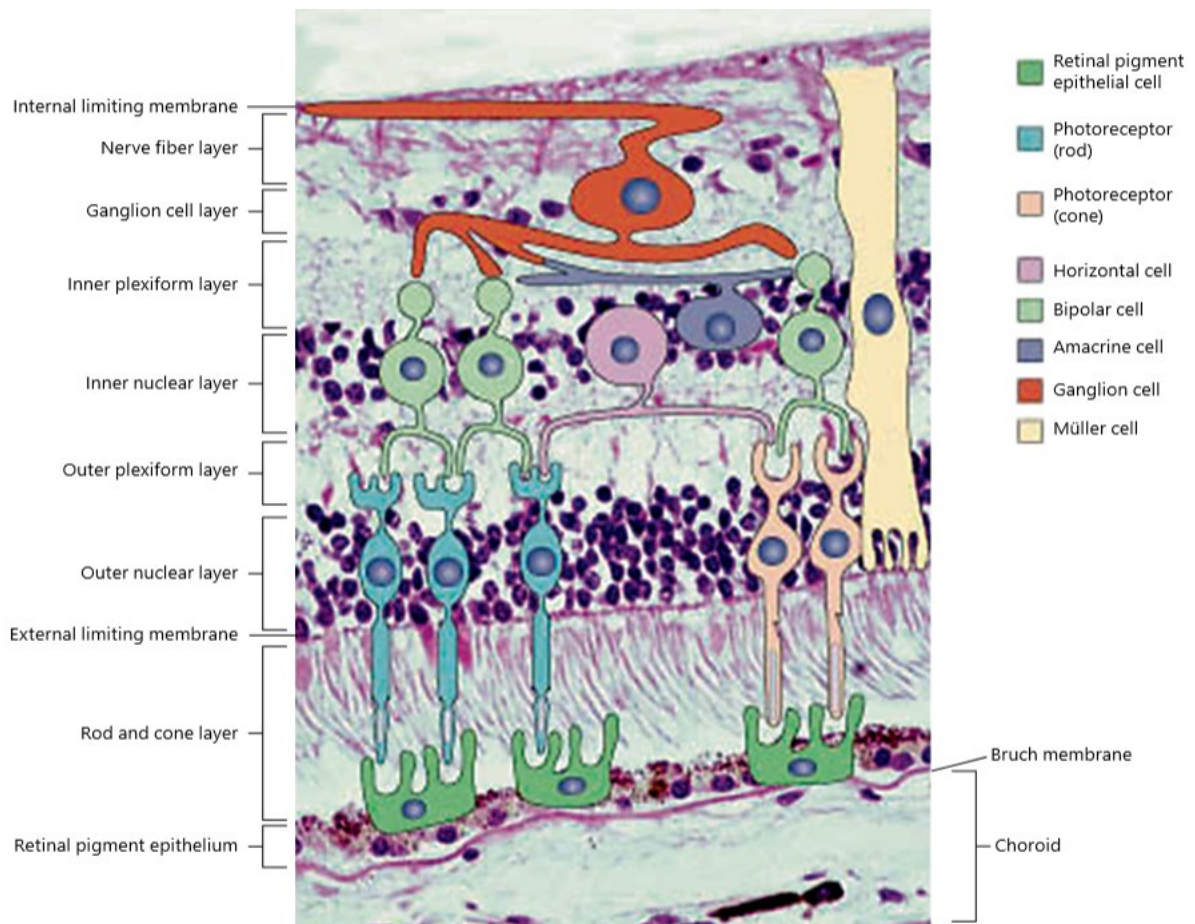


Figura 1.

Imagen microscópica combinada con un diagrama de las células retinianas (3).

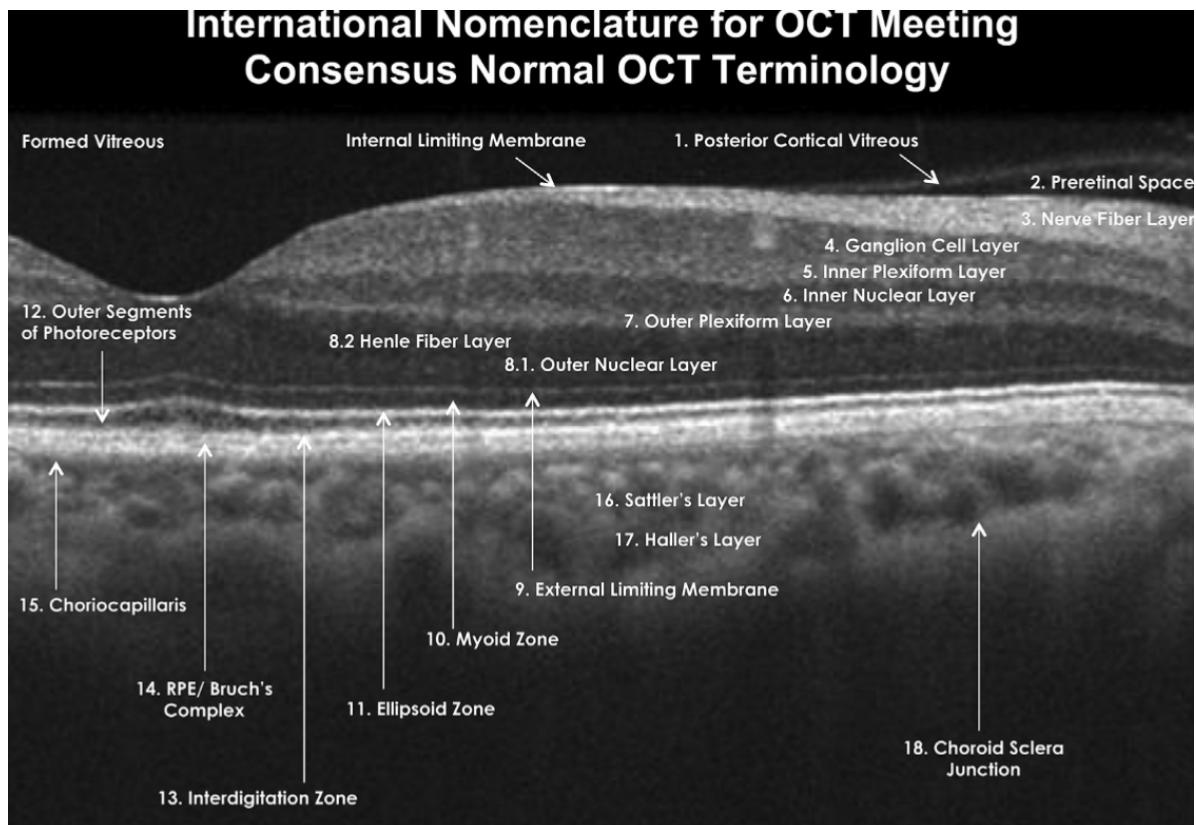


Figura 2.

Imagen de OCT macular en la que se muestran las capas retinianas identificables en condiciones normales con la técnica OCT (2).

### 1.1.3. El proceso de la visión

En condiciones normales, la luz atraviesa las estructuras oculares que se encuentran en el eje visual hasta llegar a las capas externas de la retina. Allí, estimula a los pigmentos de los segmentos externos de los fotorreceptores y esto provoca una alteración en la estructura molecular de los mismos. Como consecuencia, los componentes del pigmento rodopsina se separan en retinol y opsina. Enzimas sintetizadas en las células del EPR posibilitarán la reintegración de estos dos constituyentes en el fotorreceptor para obtener de nuevo el fopigmento y los restos serán eliminados por los capilares coroideos (5).

Hay dos tipos de fotorreceptores, conos y bastones (6).

Los bastones son los más abundantes en la retina (120 millones) y alcanzan su máxima concentración en la retina semiperiférica. Son más sensibles en condiciones de baja

iluminación y se encargan de la visión nocturna, de captar el movimiento y de la visión periférica (6).

Los conos son menos numerosos (6 millones) y se concentran en la fovea (6), donde no hay bastones (1). No obstante, el 90% de los conos está fuera de la región foveal (1). Los conos son más sensibles cuando hay iluminación intensa y se ocupan de la visión diurna, la visión cromática, la visión central y la visión fina (6).

En la retina, cada célula del EPR fagocita los segmentos externos del cono o bastón suprayacente (se estima que, a lo largo de la vida, cada célula del EPR fagocita billones de segmentos externos) (1).

Cada cono hace sinapsis con una célula bipolar. Por el contrario, más de un bastón convergen en cada célula bipolar. A su vez, las células bipolares hacen sinapsis con las células ganglionares. Las células ganglionares suman las señales de las células bipolares y amacrinas y llevan la información hacia el cerebro a través de sus axones, que conforman el nervio óptico (1).

#### **1.1.4. La mácula**

La mácula se encuentra en el centro de la retina y mide 5.5 mm de diámetro (1). Se encuentra delimitada por arriba y por abajo por las arcadas vasculares temporales y a nivel nasal se encuentra la papila óptica (7).

En el centro de la mácula está la fovea y ocupa 1.5 mm de diámetro, también se le conoce como “mácula lútea” por contener gran cantidad de un pigmento amarillo llamado luteína (1,7).

Durante el desarrollo de la fovea, que se completa a los 4 años de edad aproximadamente, las neuronas de la retina interna migran hacia la periferia. Así, a nivel central queda una depresión foveal, conocida como foveola (7).

La foveola es una región que ocupa 0.35 mm de diámetro en el centro de la fovea y dentro de la foveola está el umbo, una pequeña depresión central de 150 µm de diámetro (1).

Adyacente a la foveola hay una pendiente con un ligero engrosamiento fisiológico pues contiene las neuronas retinianas que migraron de la foveola. Es aquí donde los conos de la foveola comunican, a través de las células bipolares, con las células ganglionares. En la fovea, cada cono tiene una conexión de 1:3 con las células ganglionares. Esta proporción disminuye a medida que nos acercamos a la periferia, donde el valor es de 2:1 (7).

El centro de la fovea también se caracteriza por no tener vasos sanguíneos. La oxigenación de la zona avascular foveal depende exclusivamente de la coroides subyacente. Por este motivo, la separación entre la retina foveal y el EPR durante el DRR mácula-off (llamado así el DRR en el que el líquido subretiniano alcanza la mácula), tiene un impacto vital en las células foveales y por tanto en la agudeza visual (AV) (7,8).

## **1.2. Desprendimiento de retina regmatógeno (DRR)**

### **1.2.1. Epidemiología**

Es el tipo de desprendimiento de retina más frecuente (9). La incidencia anual del DRR se sitúa en torno a 1 de cada 10.000 personas, y afecta finalmente a ambos ojos en alrededor del 10% de casos (6).

La incidencia está aumentando por el envejecimiento de la población. No obstante, el aumento es mayor del que puede explicarse por el envejecimiento poblacional. Este incremento adicional se debe al mayor número de cirugías de catarata, que es un factor de riesgo conocido de DRR (7).

El estudio de Bjerrum et al mostró que hasta 10 años después de la cirugía de catarata existe riesgo de desarrollar un DRR (10).

Se ha visto que los varones del grupo de edad entre 60 y 69 años tienen mayor riesgo de tener un DRR (7,10).

### **1.2.2. Concepto y fisiopatología**

El término regmatógeno proviene del griego “rhegma” que significa rotura. Una rotura retiniana es un defecto de espesor completo en la retina neurosensorial (es decir, de todas las capas retinianas exceptuando el EPR) (1,7).

El DRR viene precedido por una rotura retiniana, pero no todas las roturas retinianas preceden un DRR, ya que el 6% de los ojos de la población general las presentan (1). Esto se explica porque además de la rotura retiniana, para que se produzca un DRR es necesaria la presencia de tracción y de vítreo al menos parcialmente licuado (6).

Cuando la rotura retiniana permite el paso del vítreo licuado al espacio entre la retina neurosensorial y el EPR, se constituye el DRR. La licuefacción del vítreo ocurre con la edad. La mayoría de roturas retinianas ocurren por una tracción causada por un desprendimiento del vítreo posterior (DVP) espontáneo, asociado a la edad (1,7).

El DVP suele comenzar tras una grieta en el vítreo cortical a nivel macular, lo que permite el paso del vítreo licuado al espacio entre el vítreo y la retina, causando un DVP parcial que en general es asintomático.

Pueden pasar años hasta que evolucione el DVP y cuando el vítreo se separa del margen de la papila óptica, el paciente con frecuencia presenta síntomas (sobre todo miodesopsias, pero a veces también fotopsias). Además, en la funduscopia podremos observar el anillo de Weiss prepapilar. De esta forma, cuando el vítreo permanece

adherido únicamente a nivel de la base del vítreo, las tracciones resultantes pueden provocar una rotura retiniana (1).

La prevalencia de DVP se incrementa con la edad y con la mayor longitud axial del ojo. Estudios con autopsias han observado la presencia de DVP en el 63% de los sujetos mayores de 70 años. Por lo tanto, el desarrollo del DVP es un proceso normal del envejecimiento, pero puede provocar una rotura retiniana y posteriormente un DRR (7).

Otras condiciones predisponentes a DVP son: afaquia (ausencia de cristalino, sobre todo postquirúrgica), traumatismo ocular, inflamación, hemorragia vítrea, miopía y ciertas degeneraciones retinianas periféricas (sobre todo la degeneración Lattice) (1).

El DRR comienza a nivel de la rotura retiniana, en la periferia de la retina y evoluciona de forma centripeta. Además, el DRR es dinámico y cambia incluso durante el reposo en cama. En algunos estudios se ha observado que un 0.5-3% de los DRR mácula-on (aquellos en los que la mácula no se ve afectada) progresan a mácula-off. No obstante, no se basaron en métodos objetivos para la medida de esta progresión, como el seguimiento con OCT (7).

En 2005 Arroyo et al observaron apoptosis de los fotorreceptores en pacientes tras un DRR mácula-off sobre todo en los casos recurrentes, similar a la apoptosis observada en los fotorreceptores de animales en trabajos previos. Concluyeron que ésta es una de las posibles causas de los peores resultados visuales obtenidos tras un DRR mácula-off (11).

### **1.2.3. Clínica**

Los síntomas del DRR referidos por el 60% de los pacientes son los relacionados a un DVP agudo, como ya hemos comentado, las miodesopsias (visión de moscas volantes) y fotopsias (visión de destellos de luz). Después de un periodo variable de tiempo, puede establecerse un defecto relativo del campo visual periférico en forma de cortina que puede progresar hasta afectar la visión central (6).

La afectación de la visión central puede deberse a que el líquido subretiniano del DRR ha alcanzado la fovea (DRR mácula-off) o, más raramente, a la obstrucción del eje visual debido a un gran DRR bulloso (6).

#### **1.2.4. Tratamiento**

##### **- Evolución histórica del tratamiento**

El único tratamiento del DRR es quirúrgico. El manejo ha evolucionado a pasos agigantados en el último siglo. Esto ha posibilitado pasar de una tasa de éxito anatómico del 0% a principios del siglo XX, cuando se describió la patogénesis del DRR, a una tasa cercana al 100% en la actualidad (7).

El mayor logro en la mejora del pronóstico lo alcanzó Jules Gonin en 1929, pues fue quien demostró que cerrar la rotura retiniana podría curar el DRR. Gracias a su descubrimiento, la tasa de éxito anatómico pasó del 1% al 40% aproximadamente (7).

La cirugía de abordaje externo la introdujo Mueller en 1903 con el acortamiento escleral para reducir el volumen ocular. Esta técnica fue mejorada cuando décadas más tarde se describió el implante suturado a esclera que indenta desde fuera del ojo para conseguir la adhesión de la retina y coroides (7).

En 1938 Rosengren mostró cómo la inyección intravítrea de aire inventada años antes podía servir para aplicar la retina desprendida (7).

Más tarde, en 1941, Machemer inventó la cirugía vítrea a cielo cerrado, que es la antecesora de la vitrectomía vía pars plana (VPP) actual (7). La vitrectomía actual se inventó en los años 70, pero está en continuo desarrollo tecnológico (12).

## - Tratamiento actual

El tratamiento quirúrgico busca encontrar todas las roturas retinianas para tratarlas y volver a posicionar la retina en contacto con la coroides (retinopexia). El tratamiento de la rotura retiniana consiste en crear una adhesión coriorretiniana alrededor de la rotura, con la ayuda de crioterapia, láser o diatermia (1).

Existen principalmente 3 técnicas quirúrgicas para resolver un DR: la retinopexia neumática, la cirugía escleral y la vitrectomía pars plana (VPP):

- La retinopexia neumática es una intervención en la que la introducción de una burbuja de gas intravítreo, junto con crioterapia o láser, reposiciona la rotura retiniana desde dentro de la cámara vítrea. Los gases más utilizados son el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y el perfluoropropano (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>). Tiene la ventaja de ser una operación relativamente rápida, mínimamente invasiva y ambulatoria. Sin embargo, las tasas de éxito suelen ser peores que en las otras dos técnicas. Por ello, sólo se debe llevar a cabo en casos seleccionados, con DRR no complicados. Además, la rotura debe ser pequeña y situarse en los dos tercios superiores de la retina (1,6).

- La cirugía escleral consiste en, tras localizar las roturas retinianas y aplicar crioterapia, suturar en la esclera un implante de silicona que crea una indentación hacia dentro (6). Su objetivo es cerrar las roturas retinianas al reposicionar desde fuera del ojo la retina y reducir la tracción vítrea dinámica en los focos de adhesión vitreoretiniana (1,6)

- La vitrectomía pars plana (VPP) ha mejorado sustancialmente el pronóstico de los DRR más complejos y cada día se operan más DRR con esta técnica (6,13). En el trabajo de Schmidt et al, en el 88% de los casos de DRR se realizó una VPP y en el 12% una cirugía escleral. El continuo desarrollo tecnológico de la VPP ha permitido la mejora de los resultados quirúrgicos en las últimas décadas (12). Consiste en retirar el vítreo y presionar la retina contra el EPR con un taponamiento interno. El taponamiento usado puede ser un gas: hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) o el perfluoropropano (C<sub>3</sub>F<sub>8</sub>); o bien un aceite de silicona (7).



La elección de la intervención quirúrgica a llevar a cabo es un tema de debate. No hay una cirugía que sea superior a las demás para todos los DRR (7,12,13). En la decisión hay que tener en cuenta factores como la complejidad del DRR, el estado del cristalino, las posibles complicaciones y la experiencia del cirujano (7,13). La VPP aumenta considerablemente los costes de la cirugía del desprendimiento de retina con respecto a las otras dos técnicas (13).

En general, en un ojo fágico y con una rotura fácilmente localizable se opta por la cirugía escleral. Esto se explica por la mayor progresión postoperatoria de la catarata en la VPP. Por el contrario, se realiza VPP en el caso de un ojo pseudofágico y/o con varias roturas o DRR avanzado. En los ojos pseudofágicos, las roturas tienden a ser más pequeñas y periféricas. La VPP permite una mejor visibilidad intraoperatoria de las roturas (12).

Muchos cirujanos optan por realizar la VPP y la cirugía escleral en el mismo acto quirúrgico, pues el cerclaje escleral permite un soporte de la base del vítreo y una mejor visualización de la periferia retiniana al servir de soporte a la base del vítreo (12).

En el estudio de Schmidt et al publicado a principios de 2019 y con un seguimiento de 5 años, observaron un mayor porcentaje de éxito anatómico cuando se realizaron ambas técnicas, en comparación a la VPP sola, pero sin llegar a la significación estadística ( $p = 0.09$ ) (12).

Los DRR sintomáticos agudos deben ser operados de manera preferente para obtener un mejor pronóstico visual, sobre todo si aún no han afectado la mácula (mácula-on, respetada) (6). Hajari et al encontraron un riesgo menor a 0.7% de progresión de DRR mácula-on a mácula-off, si el inicio de la cirugía no se retrasaba más allá de las 72 horas (7).

### **- Membrana epirretiniana**

Una de las posibles complicaciones tras ambas técnicas quirúrgicas es el desarrollo de membrana epirretiniana (MER). La incidencia se encuentra en torno al 7-15%. Los factores de riesgo que se conocen son: edad avanzada, hemorragia vítrea en el preoperatorio, roturas retinianas grandes, DRR mácula-off, cirugías previas y el uso intraoperatorio de crioterapia. Este último factor condiciona que se haya descrito un mayor riesgo de MER tras la cirugía escleral (12,13). Para evitar la aparición de la MER, algunos cirujanos optan por realizar un pelado de la MLI durante la VPP del DRR. A pesar de prevenir el desarrollo de MER, el pelado de la MLI no conlleva resultados visuales mejores en estos pacientes (14).

### **- Recurrencia del desprendimiento**

El hallazgo de un desprendimiento de retina en el postoperatorio (re-DRR) puede conllevar un peor resultado visual, por el riesgo de daños estructurales en la retina. Sin embargo, en la literatura falta información sobre si un re-DRR supone una visión peor (7). La incidencia de re-DRR ha sido empleada como una medida de la calidad de la primera cirugía empleada. Se ha descrito que entre un 10-40% de los pacientes necesitan más de una intervención quirúrgica (13). No obstante, no hay que olvidar el hecho de que un ojo intervenido por DRR tiene un riesgo inherente al propio DRR. Por lo tanto, el acontecimiento de un re-DRR años después de la primera cirugía no es necesariamente consecuencia de una primera cirugía fallida, sino que podría considerarse una recurrencia del DRR (7).

## **1.3. Tomografía de coherencia óptica (OCT)**

### **1.3.1. Descripción de la técnica**

La tomografía de coherencia óptica (OCT, por la sigla en inglés) es una técnica de imagen que hace posible la visualización microscópica no invasiva de la retina, una estructura casi transparente (4). Los principios de la OCT son similares a la ecografía en modo B, pero la OCT mide la reflectividad óptica en vez de ultrasonidos (1). Se basa en la interferometría de luz casi infrarroja para obtener los tomogramas en secciones en dos dimensiones sin necesidad de contactar con el ojo (1,6). Las imágenes se crean por análisis de la interferencia entre las ondas de referencia reflejadas por el espejo y aquellas reflejadas por los tejidos (6,15). En cada sesión se obtiene una gran cantidad de imágenes, lo que permite una reconstrucción en tres dimensiones (1).

Los tejidos con alta reflectividad, como el EPR, se representan en una imagen pseudocromática con color rojo, o brillante en la escala de grises. Aquellos con reflectividad intermedia los vemos de color verde a amarillo. Finalmente, las estructuras menos reflectantes, como el vítreo o el fluido intraretiniano, se ven en colores oscuros (azul-negro), también en la escala de grises (1,6). Tras la llegada al mercado de las OCT de alta resolución en 2007, se puede observar la retina con una resolución casi celular (4).

Existen dos tipos de OCT, de dominio temporal (TD-OCT) y de dominio Fourier (FD-OCT). Esta última tiene mucha mayor resolución y velocidad (1,16). La FD-OCT tiene dos versiones: “swept source” (SS-OCT) (la traducción al español sería “fuente de barrido”) y la de dominio espectral (SD-OCT) (15). En nuestro estudio utilizamos la OCT macular de dominio espectral Cirrus (Carl Zeiss Meditec, Germany). Este instrumento nos permite realizar diferentes análisis como el cubo macular con mapa de espesores (Figura 3), el estudio macular en cinco líneas de alta resolución (Figura 4), el análisis del disco óptico o incluso del polo anterior del ojo.

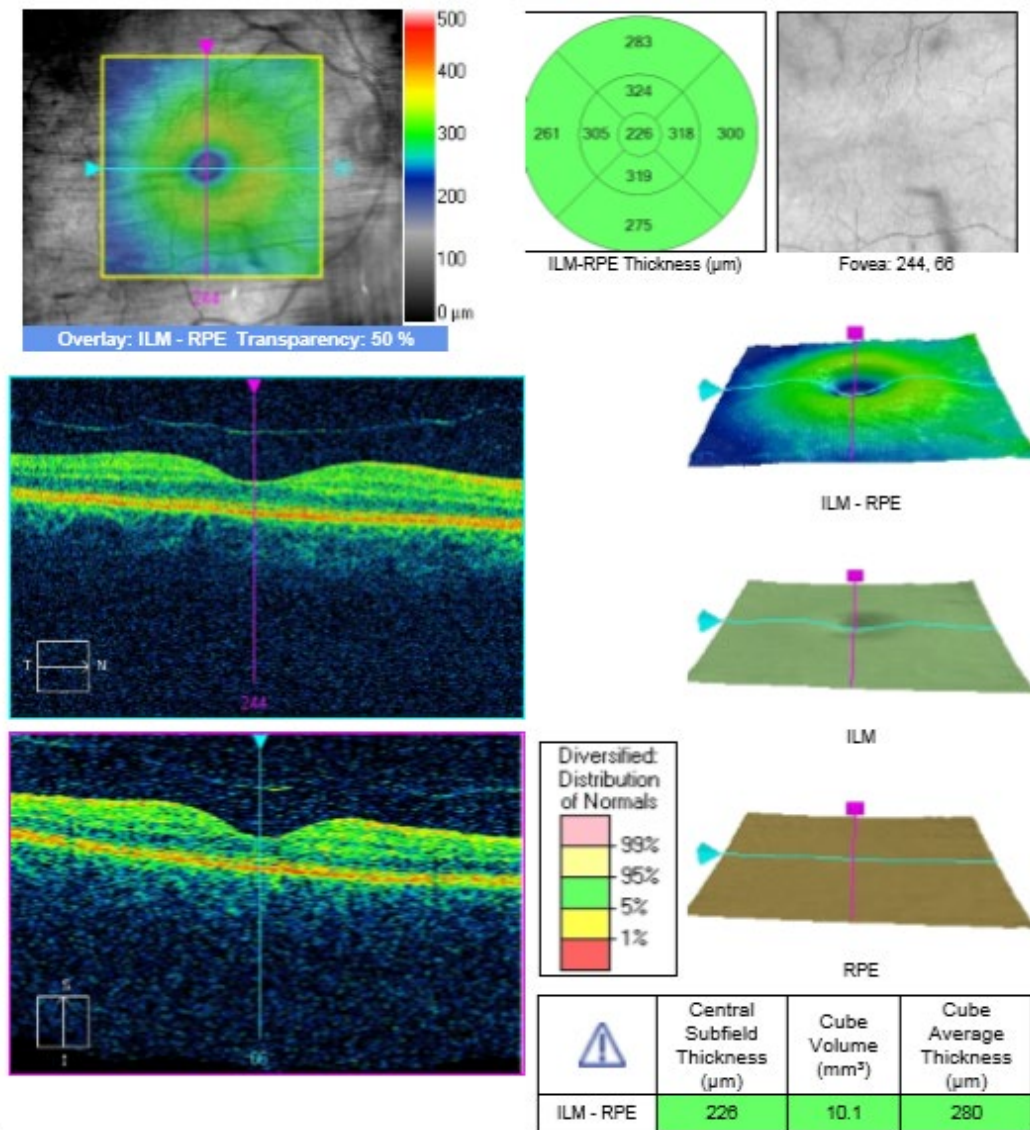


Figura 3.

Imagen de la pantalla de la OCT Cirrus (Carl Zeiss Meditec, Germany) con el cubo macular y el mapa de espesores del ojo derecho de uno de nuestros pacientes del estudio en el que se puede observar un DVP.

Angulo de tomografía: 0°

Separación líneas: 0,25 mm

Longitud: 6 mm

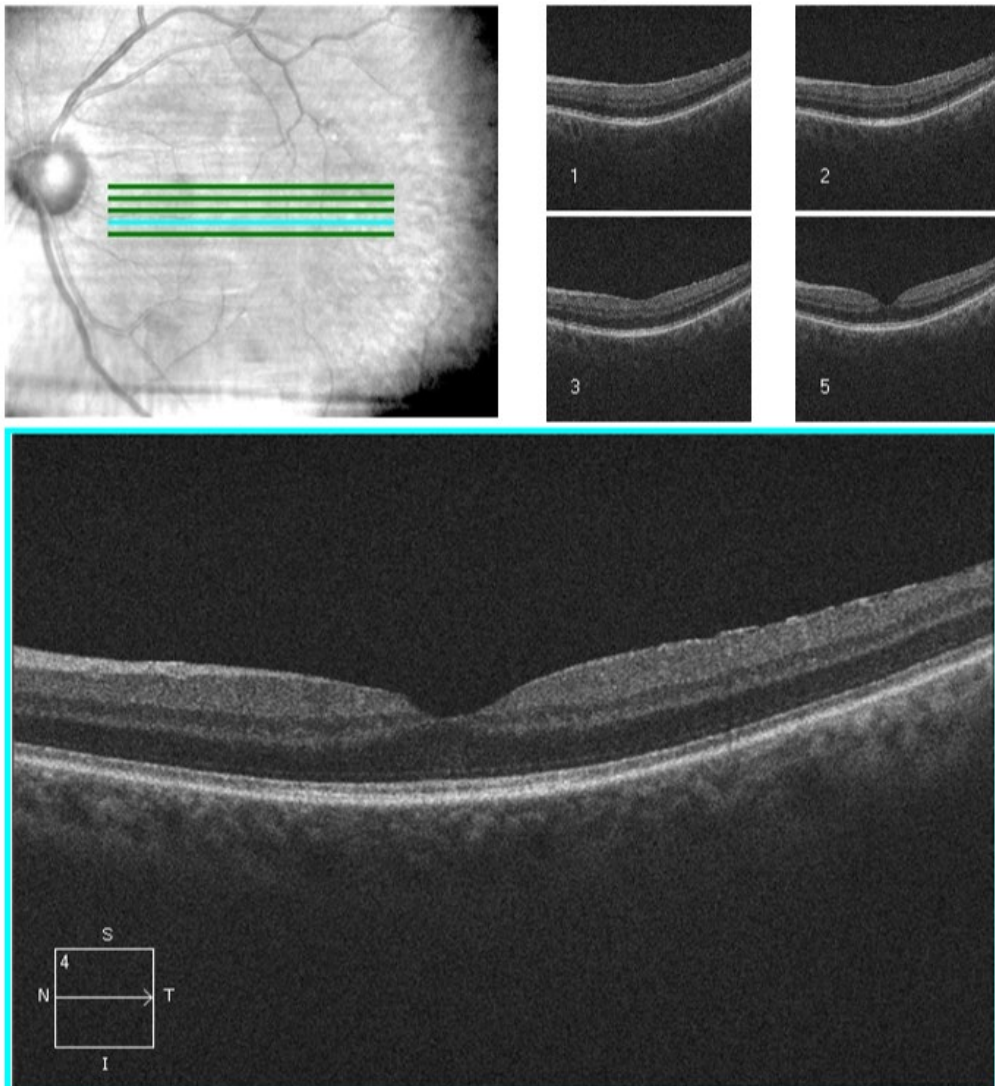


Figura 4.

Imagen de la pantalla de la OCT Cirrus (Carl Zeiss Meditec, Germany) con el estudio macular en cinco líneas de alta resolución en escala de grises del ojo izquierdo de uno de nuestros pacientes del estudio en el que observamos la presencia de MER.

### 1.3.2. Aplicación al estudio del DRR

Numerosos estudios se han servido de la OCT para analizar el estado de la mácula en presencia de DRR, sobre todo después de la cirugía (8,16–23).

En 2005, en el trabajo de Lecleire-Collet et al encontraron relación entre la AV postoperatoria y tres variables de la OCT preoperatoria en 20 ojos con DRR mácula-off: la altura del desprendimiento macular; la distancia entre el centro de la fovea y la región de la retina aplicada; y los cambios estructurales en la retina desprendida (8). Delolme et al declararon en 2012 que la aparición de la SD-OCT permite la visualización de cambios en los fotorreceptores que no podían apreciarse con la tecnología previa (22). En la mayoría de artículos en los que se ha realizado OCT macular en el contexto de DRR, la prueba ha tenido lugar después del tratamiento quirúrgico. El interés de los autores ha recaído en buscar una relación entre los hallazgos de la OCT y los resultados de las pruebas funcionales (16–23) Se ha descrito un peor pronóstico visual en presencia de la alteración de las capas externas en la OCT, sobre todo la capa de los elipsoides y la MLE (16,20–23).

## **1.4. Microperimetría**

### **1.4.1. Concepto y diferencias con la perimetría automática estándar.**

La sensibilidad retiniana puede medirse directa e indirectamente por diferentes medios, incluyendo test simples como la medida de la AV. No obstante, existen técnicas más complejas como la perimetría automática estándar y la microperimetría (24). Se ha visto que esta última es como mínimo equivalente a la perimetría estándar en la exploración de la sensibilidad retiniana y podría ser superior en la detección precoz de la pérdida visual (25).

La principal ventaja de la microperimetría es poder visualizar en tiempo real la retina del paciente mientras se mide su sensibilidad (24).

En la perimetría estándar, los estímulos se proyectan en una pantalla situada delante del paciente y la fijación se controla basándose en la mancha ciega del paciente (que anatómicamente corresponde al nervio óptico) (25,26). Por el contrario, en la microperimetría los estímulos son proyectados directamente sobre la retina y la fijación

se monitoriza gracias a la tecnología del rastreo ocular (seguimiento de los movimientos oculares) (25). Esto determina que la perimetría estándar detecte escotomas efectivos y la microperimetría escotomas reales. Los escotomas efectivos son más pequeños que los reales en una proporción de 1:2, porque los escotomas reales corresponden al área retiniana que tiene menor sensibilidad, mientras que los efectivos corresponden a la disminución del campo visual que percibe el paciente, que es menor por la adaptación oculomotora (25).

Además, la precisión es mayor en la microperimetría, pues el área de fijación en el que explora la sensibilidad puede ser igual o menor a medio grado de diámetro. En la perimetría estándar el valor de un punto proviene realmente del promedio encontrado en un área de hasta 5° de diámetro (25).

Por último, señalar que ante una pérdida de visión macular, en la mayoría de pacientes se desarrolla un área de fijación fuera de la mácula como adaptación funcional, el PRL (preferred retinal locus) que la microperimetría puede localizar (25).

#### **1.4.2. Microperímetros. Descripción de la técnica.**

Actualmente existen tres microperímetros. El MP-1 (Nidek, Aichi, Japón), que fue el primero en salir al mercado en 2002 y es el más usado. El OCT-SLO (Optos, Dunfermline, Reino Unido) que integra la microperimetría con la SD-OCT y la toma de imágenes con el Scanning laser ophthalmoscope (SLO) confocal. Y por último el Macular Integrity Assessment microperimeter (MAIA) (CenterVue Spa, Padova, Italia), que llegó al mercado en 2009 y también integra un sistema SLO (25).

En nuestro estudio utilizamos el microperímetro MAIA. En comparación al MP-1, la tecnología de ambos instrumentos es diferente, así por ejemplo en el MP-1 las imágenes se captan con una cámara infrarroja y no con SLO. El estímulo que se presenta al paciente se va atenuando en un rango de 0 a 20 dB en el MP-1 y de 0 a 36 dB en el MAIA. La resolución de las imágenes es mayor en MAIA. Los dos aparatos tienen algunas características comunes, como la monitorización de la fijación con rastreo del

movimiento ocular y el entrenamiento de la fijación (la posibilidad del cambio en la localización del PRL de la que volveremos a hablar más adelante) (25).

Existe una nueva versión del MP-1, llamada MP-3 (Nidek, Aichi, Japón), que comparte con MAIA la calidad de las imágenes, la precisión en el rastreo del movimiento ocular y un gran intervalo de estímulos, de 0 a 34 dB. Una desventaja del MP-3 es que requiere un diámetro pupilar de al menos 4 mm, mientras que MAIA es un microperímetro no-midriático (pupila requerida de al menos 2,5 mm), por lo que se puede realizar la prueba sin instilar gotas a los pacientes. Además, no existe una base de datos normativa para el MP-3 (25,27,28).

Las principales funciones del microperímetro MAIA son: proveer imágenes del centro de la retina en un campo de 36° y realizar un análisis cuantitativo de la función macular basándose en la sensibilidad retiniana y en la fijación (29).

La estrategia de detección microperimétrica que hemos utilizado es la estrategia “experto 4-2”. Esta estrategia es la más completa y tiene una duración de 4 a 7 minutos por ojo. Explora un total de 37 puntos en los 10 ° centrales distribuidos en tres anillos concéntricos, los puntos siguen una escala de colores según un rango de intensidad luminosa de entre 0 y 36 dB y el paciente acciona el botón cuando ha visto el estímulo luminoso (24,29). Por ejemplo, un punto marcado con el símbolo “<0”, en negro, indica que el paciente no ha visto la mínima intensidad del estímulo (0 dB) lo que corresponde a un escotoma absoluto (29). La sensibilidad media, en decibelios (dB), es comparada con una base de datos normativa según la edad y es descrita como normal si se encuentra dentro de dos desviaciones estándar de la media normal. Será sospechosa si se encuentra entre dos y tres desviaciones estándar de la media normal o anormal si se sitúa más allá de tres desviaciones estándar de la media normal (24,29).

Además, el microperímetro MAIA proporciona dos valores más de gran interés.

En primer lugar, efectúa un mapeo pormenorizado del área de fijación del paciente. La estabilidad de fijación se clasifica como “estable” si más del 75% de los puntos de fijación se sitúan en un diámetro de 2° (P1) en el centro gravitacional de todos los puntos de fijación. La clasificación de “relativamente inestable” ocurre cuando menos del 75% de los puntos de fijación se sitúan en un diámetro central de 2° pero más del 75% de los puntos de fijación se sitúan en un diámetro central de 4° (P2). Si menos del



75% de los puntos de fijación se sitúan en un diámetro de 4°, la fijación será descrita como “inestable” (29). Los índices de fijación P1 y P2 representan el porcentaje de los puntos de fijación que se encuentran en un círculo situado a 2 y 4 grados de diámetro del centro, respectivamente (29). Para evaluar la fijación, el microperímetro MAIA utiliza rastreadores oculares de alta velocidad (25 Hz) para controlar las pérdidas de fijación, no sólo para detectar y corregir movimientos oculares, sino para registrar el patrón de fijación (24).

En segundo lugar, el aparato calcula un índice global que se denomina “índice de integridad macular”, presente únicamente en el microperímetro MAIA. Se trata de un valor numérico (no dB) que va del 0 al 100, calculado por una red neuronal computacional teniendo en cuenta la edad, la sensibilidad media, la cantidad de puntos con sensibilidad <25 dB y la totalidad de los valores de sensibilidad. Indica la probabilidad de que los valores obtenidos por el paciente sean: normales, sospechosos o anormales; comparados con una base de datos normativa ajustada a la edad. Un valor alto indica mayor probabilidad de obtener resultados anormales y viceversa. No hay una relación directa entre este índice y los valores de sensibilidad. El índice de integridad macular no representa la severidad de la enfermedad. De hecho, es posible que la sensibilidad promedio sea normal y el índice de integridad macular no lo sea (25,29,30). Observamos un ejemplo de esta situación en la Figura 5. Hay varios factores que podrían explicar esta paradoja.

La red neuronal computacional de MAIA fue desarrollada para casos normales y casos de degeneración macular asociada a la edad (DMAE), por lo que habrá que esperar a estudios prospectivos grandes que puedan validar el uso de la integridad macular en otras patologías (30).

La integridad macular es un índice dependiente del factor aprendizaje, por lo que podría no ser fiable (30).

En una red neuronal computacional no se puede saber qué variable es la más discriminativa, por lo que la presencia de pocos puntos aislados con sensibilidad <25 dB podría condicionar la presencia de buena sensibilidad promedio y una integridad macular anormal (30).

El microperímetro MAIA también nos muestra otro dato, el área del contorno de la elipse bivariante (bivariate contour ellipse area, BCEA). El BCEA corresponde al área

de 2 elipses que contienen el 63% (en el caso de la elipse menor) o 95% (elipse mayor) de los puntos de fijación (9).

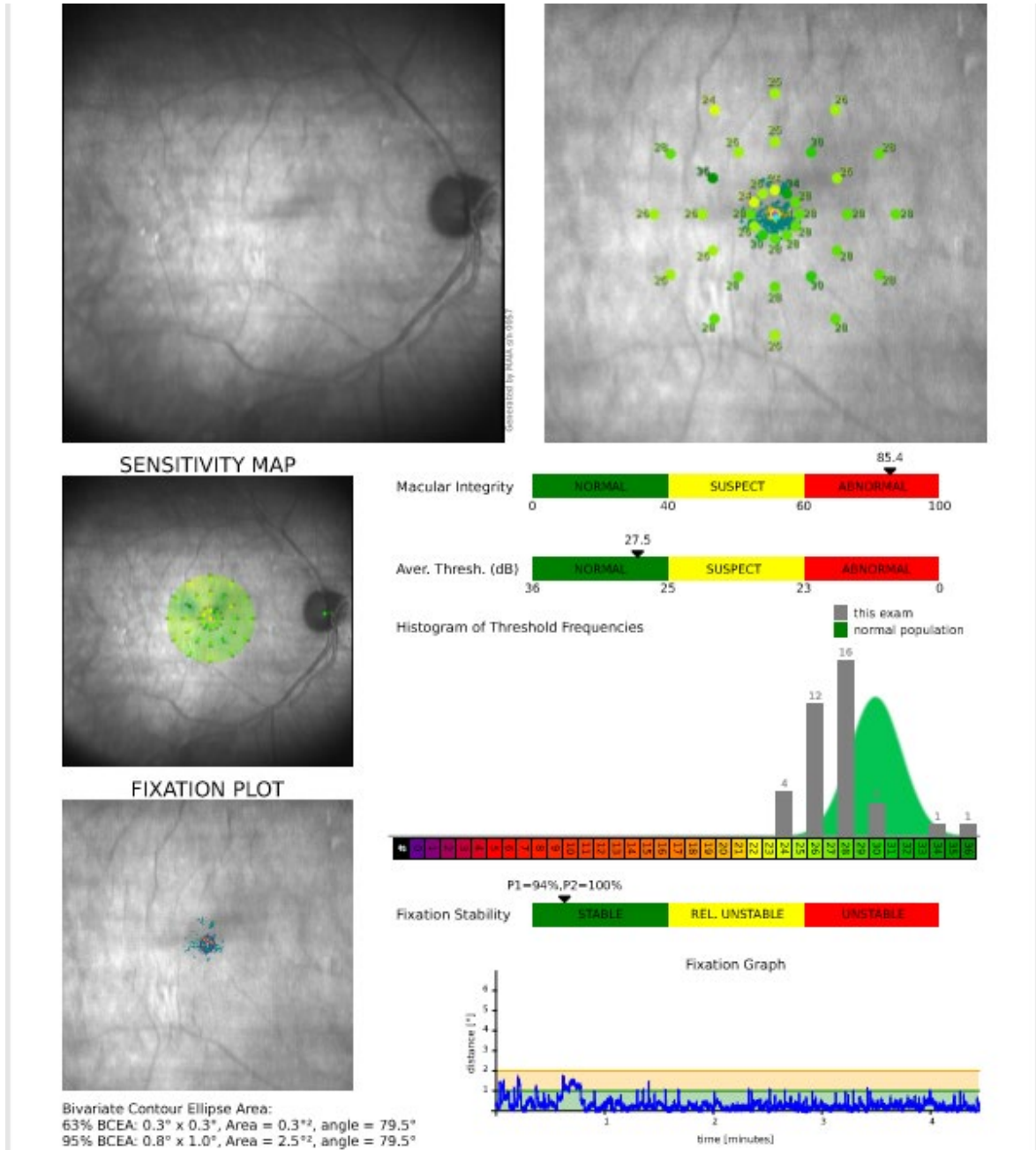


Figura 5.

Imagen de la pantalla del microperímetro MAIA (Macular Integrity Assessment) (CenterVue Spa, Padova, Italy) del ojo adelfo de uno de nuestros pacientes del estudio. Normalidad en la sensibilidad promedio y en la estabilidad de fijación, pero índice de integridad macular anormal.

### **1.4.3. Aplicaciones en la Oftalmología**

La microperimetría es una prueba complementaria relativamente nueva que todavía no es utilizada de forma generalizada en los hospitales. No obstante, en los últimos años está creciendo su uso sobre todo en la patología macular y en el campo de la baja visión (24).

Hasta ahora en la literatura se ha descrito la utilidad de la microperimetría sobre todo en el glaucoma, a pesar de que casi no se use para ello en la práctica diaria (25).

También se utiliza en retinopatías como la DMAE, la coroidopatía serosa central o la toxicidad macular por antipalúdicos (25,30).

En el estudio multicéntrico de Vujosevic et al, hay diferencias entre la sensibilidad microperimétrica de pacientes con DMAE precoz en comparación a la DMAE intermedia, pero no hay diferencias en la estabilidad de fijación, por lo que concluyen que la sensibilidad es un indicador más preciso de la situación funcional (31).

Como hemos comentado previamente, en muchos pacientes con pérdida de la visión central ocurren procesos adaptativos de forma espontánea, como el desarrollo de un área perimacular que asume la función macular perdida (el PRL). La microperimetría puede reconocer este área y permitir una cierta rehabilitación en los pacientes con baja visión en los que la localización del PRL no sea favorable y se quiera desplazar (25).

El valor de la estabilidad de fijación preoperatoria se ha visto que es un dato fiable en la previsión de la AV postoperatoria en el caso de la cirugía del agujero macular (25,32).

### **1.4.4. Aplicación al estudio del DRR**

Algunos autores se han servido de la microperimetría para explorar la sensibilidad macular en pacientes intervenidos por DRR (9,16,20–22,33). La mayoría obtuvieron una correlación entre la MAVC postoperatoria y la sensibilidad macular (16,20,21).

Gharbiya et al obtuvieron entre sus pacientes con DRR mácula-off, una sensibilidad de  $17,44 \pm 2,5$  dB medida con el microperímetro MicroPerimeter-1 (MP-1; Nidek Technologies, Padua, Italy). Encontraron una correlación entre la sensibilidad y la presencia de alteraciones estructurales en la capa de fotorreceptores y en el grosor de la capa nuclear externa (21).

En los estudios de Delolme et al y Smith et al también se describió la relación entre las lesiones en la capa de fotorreceptores y la sensibilidad retiniana (16,22).

## **1.5. Test de Amsler**

### **1.5.1. Descripción de la técnica**

Es una rejilla con forma cuadrada, de 10 cm de lado, que se usa para detectar o monitorizar la presencia de metamorfopsias o escotomas en el campo visual central en varias enfermedades de la mácula o del nervio óptico (Figura 6). Evalúa los 20° centrales del campo visual cuando la rejilla se sostiene a una distancia de 33 cm. La mancha ciega no afecta la rejilla porque ésta normalmente se encuentra a 15° temporales con respecto al punto de fijación y el campo visual de la rejilla abarca 10° de cada lado del punto de fijación (6,26). Se le pregunta al paciente si, mientras fija el punto central con el ojo descubierto, percibe (con ese mismo ojo) distorsión en las líneas de la rejilla, si ve áreas borrosas u oscuras o si hay alguna parte de la rejilla que no ve (escotoma) (6).

La metamorfopsia es la presencia de distorsión de las imágenes percibidas (6). Los pacientes refieren ver torcidos objetos que deberían ser rectos, como el marco de la puerta (34). La fisiopatología es multifactorial, uno de los factores implicados se cree que es la mala orientación de los fotorreceptores (17,20,35).

La rejilla de Amsler sigue siendo la prueba más usada para el diagnóstico de metamorfopsia, aunque se hayan desarrollado otros test como el M-chart, D-Chart o el perímetro de hiperagudeza preferencial (PHP) (20,26,34,35). El M-chart cuantifica las metamorfopsias usando líneas punteadas con diferente grado de espaciamiento entre los

puntos y no es apta para pacientes con AV <6/20 o con escotomas importantes. El PHP es costoso y requiere también de 6/18 o más de AV. El test de Amsler también necesita un mínimo de AV cercana para poder realizar la prueba. El D-Charts cuantifica las metamorfopsias y sólo se ha usado en casos de MER y en agujero macular. Consiste en tarjetas impresas y la prueba conlleva menos tiempo que el M-chart, menos inversión que el PHP y se puede realizar en pacientes con peor AV (34).

La micropsia y la macropsia son dos tipos especiales de metamorfopsia. La micropsia, más frecuente, es la percepción de los objetos más pequeños de lo que realmente son, mientras que la macropsia es la percepción de los objetos más grandes de lo que realmente son (35).

Un escotoma es el síntoma en el que los pacientes refieren que algo tapa su visión. A esto lo llamaríamos escotoma positivo, que lo diferencia del escotoma negativo, característico de las neuropatías ópticas. En este último hay una pérdida de un área del campo visual, el paciente no suele percibirlo y hay que realizar un test diagnóstico para documentarlo (6,26). Otras pruebas para detectar escotomas son la perimetría estándar y la microperimetría (26).

En la DMAE, los pacientes con riesgo significativo de neovascularización coroidea deben recibir una rejilla de Amsler para seguir una autovigilancia en casa (6).

### **1.5.2. Aplicación al estudio del DRR**

La metamorfopsia es uno de los síntomas más frecuentes en los pacientes intervenidos por DRR, sobre todo en los casos mácula-off (12,17,35). La patogenia de las metamorfopsias postoperatoria es controvertida, se ha descrito que probablemente se relacione a una orientación anormal de los fotorreceptores tras la cirugía (18). Varios estudios han analizado la presencia de metamorfopsias en estos pacientes. Entre los

pacientes de Van de Put et al, todos con DRR con afectación macular, un 88,8% presentaron metamorfopsias (18).

Más recientemente, en 2017, Zhou et al también se sirvieron de la rejilla de Amsler para diagnosticar este síntoma entre 380 ojos de 357 pacientes intervenidos por DRR. La prevalencia fue del 46.58%, mayor si tenían en cuenta sólo los casos mácula-off: 56.69% (17).

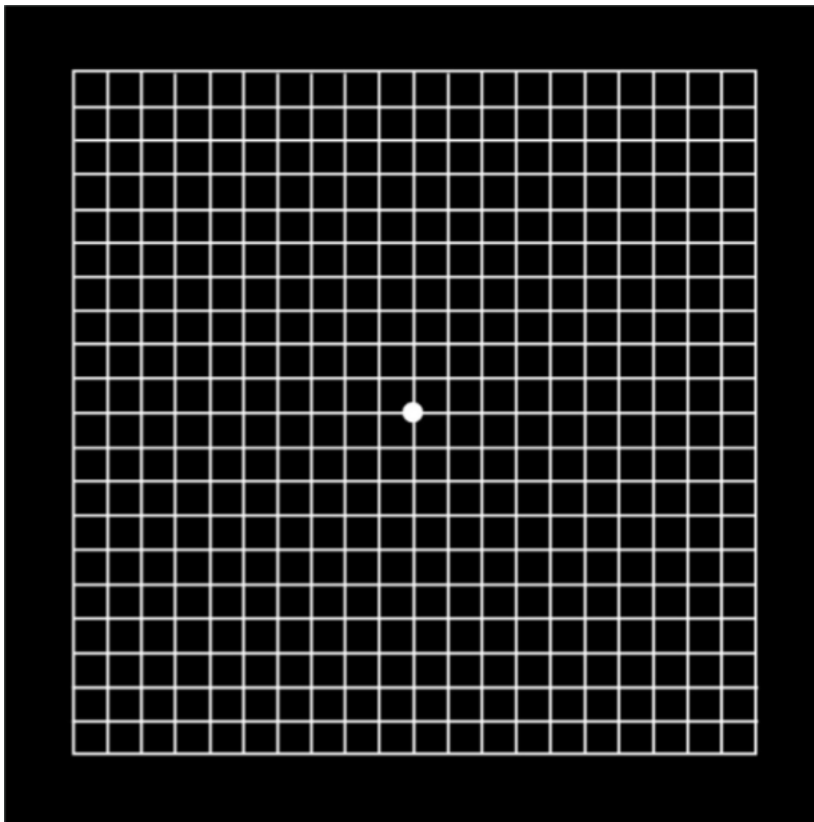


Figura 6.

Rejilla de Amsler como la utilizada en nuestro estudio (6).

# **Objetivos**

## **2.1. Objetivos principales**

1. Analizar el estado de la sensibilidad retiniana tras la cirugía del DRR.
2. Correlacionar la función visual y los cambios morfológicos en la OCT macular.

## **2.2. Objetivos secundarios**

1. Analizar si la MAVC, la sensibilidad microperimétrica, la rejilla de Amsler y la sintomatología visual se ven más comprometidas en los casos de DRR mácula-off (con compromiso macular) en comparación a los pacientes con DRR mácula-on.
2. Establecer una correlación entre la MAVC, la microperimetría, la rejilla de Amsler, la sintomatología visual y la OCT macular en nuestro grupo de pacientes. Buscar la lesión de qué capa retiniana se correlaciona más con una menor AV, una menor sensibilidad microperimétrica, con el hallazgo de metamorfopsias y con la presencia de síntomas visuales.
3. Analizar si hay una asociación entre las diferentes variables que estudian la función visual: MAVC postoperatoria, sensibilidad microperimétrica, presencia de metamorfopsias y de síntomas visuales. También entre otras variables, como la edad y la MAVC postoperatoria o la sensibilidad microperimétrica.
4. Estudiar si hay relación entre el número de días transcurridos previos a la cirugía y el tipo de lesión en la OCT, la sensibilidad microperimétrica y la MAVC postoperatoria.
5. Analizar si haber llevado a cabo un pelado de la membrana limitante interna (MLI) durante la vitrectomía se asocia a una peor función visual consecuente.
6. Ver si hay relación entre la sensibilidad microperimétrica y el tipo de cirugía realizada o con el número de intervenciones quirúrgicas necesarias para la aplicación definitiva de la retina.
7. Observar si la estabilidad de fijación microperimétrica y la integridad macular están más alteradas en el caso de DRR con compromiso macular, si se relacionan a la presencia de alteraciones en la OCT macular o a una peor AV postoperatoria.



## **Sujetos, material y métodos**

### **3.1. Ámbito y población de estudio**

#### **3.1.1. Sujetos de estudio**

Para este trabajo, se realizó una búsqueda informática con la aplicación corporativa de Historia Clínica Electrónica *Orion Clinic* (explotación de la información) gestionada por la Unidad de Documentación Clínica y Admisión (UDCA) del Hospital Universitario Dr. Peset. Buscamos los pacientes diagnosticados de DRR desde enero de 2011 hasta abril de 2016. Obtuvimos 203 pacientes, todos procedentes de las consultas externas de Oftalmología.

Incluimos en el estudio a los pacientes mayores de edad que presentaron DRR y que fueron intervenidos desde enero del 2011 hasta abril del 2016 en el Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia, con MAVC igual o mayor a 0,05 en el ojo intervenido en el momento del estudio y un seguimiento postoperatorio mínimo de 4 meses.

Todos los pacientes firmaron un consentimiento informado para participar en el estudio, que está basado en los principios de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el Comité ético del Hospital Universitario Doctor Peset (código 142/15).

#### **3.1.2. Criterios de exclusión**

Establecimos como criterios de exclusión: ambliopía, demencia, retraso mental, opacidad de medios, glaucoma, miopía magna, retinopatía diabética, maculopatías no relacionadas con el DRR que pudieran afectar los resultados de la microperimetría, cirugía ocular previa (excepto cirugía de catarata o cirugía refractiva corneal), neuropatía óptica, consumo actual o previo de fármacos con conocida toxicidad macular, presencia de silicona en cámara vítrea en el momento del estudio, fiabilidad de la microperimetría menor al 75% y señal de la OCT menor de 6/10.

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Anamnesis**

En la consulta se recogieron datos de nombre, edad y sexo. Se interrogó sobre los antecedentes generales y oftalmológicos, así como cirugías oculares previas. Se preguntó sobre los síntomas del paciente.

### **3.2.2. Examen oftalmológico**

A todos los sujetos de la muestra se les realizó, de forma simultánea en la misma visita, una completa exploración oftalmológica (refracción, MAVC, biomicroscopía del polo anterior del ojo, presión intraocular con tonómetro de aplanación y funduscopia), rejilla de Amsler, microperimetría y OCT macular. Las exploraciones fueron realizadas por el mismo oftalmólogo (María del Carmen Guixeres Esteve).

La microperimetría se llevó a cabo con el microperímetro MAIA (Macular Integrity Assessment) (CenterVue Spa, Padova, Italy) (Figura 7).

La prueba se realiza en una sala en condiciones de baja iluminación para facilitar la concentración del paciente. Antes de iniciar la prueba introducimos en el aparato los datos del paciente y el ojo a estudio, primero se evalúa el ojo adelfo para disminuir el efecto aprendizaje. Ocluimos con un parche el ojo que no vaya a estudiarse. Damos las diferentes indicaciones al paciente, entre ellas que la duración aproximada es de 4 a 7 minutos por ojo. Durante todo el test el paciente deberá fijar la vista sobre un círculo rojo, le enseñamos el pulsador con el botón que deberá accionar cada vez que crea percibir un estímulo y comprobamos el funcionamiento del botón. Se resuelven las posibles dudas que tenga el paciente. Posteriormente, se le instala en el taburete y se le pide que apoye la barbilla en la mentonera y la frente en la banda superior para minimizar los movimientos de la cabeza.



Figura 7.

Prueba de microperimetría con MAIA (Macular Integrity Assessment) (CenterVue Spa, Padova, Italy).

La OCT macular se realizó en último lugar, junto con la funduscopia, por si requerían midriasis farmacológica. La OCT utilizada es de dominio espectral Cirrus (Carl Zeiss Meditec, Germany).

La prueba OCT se lleva a cabo en una sala contigua a la sala de la microperimetría, también en condiciones de baja iluminación para facilitar la midriasis y dificultar la aparición de artefactos. Antes de iniciar la prueba introducimos en el aparato los datos del paciente y el ojo a estudio. Al no ser una prueba subjetiva no hace falta empezar por

el ojo adelfo pues no hay riesgo de efecto aprendizaje. Damos las diferentes indicaciones al paciente, que durante todo el test deberá fijar la vista sobre un objetivo verde en forma de estrella. Se resuelven las posibles dudas que tenga. Posteriormente, se le instala en el taburete y se le pide que apoye la barbilla en la mentonera y la frente en la banda superior para minimizar los movimientos de la cabeza. El instrumento adquiere las tomografías en cuestión de segundos, pero entre que se centra bien el ojo y se optimiza la calidad, la prueba suele durar entre 1 y 3 minutos por ojo.

Realizamos un cubo macular con mapa de espesores de 512x128 escaneos (Figura 3) y un rastreo lineal de alta definición con 5 líneas (Figura 4).

### **3.3. Variables**

#### **3.3.1. Variables independientes**

En este estudio observacional de casos seleccionados retrospectivamente, recogimos datos sobre: edad, sexo, ojo afectado, MAVC al diagnóstico, días transcurridos desde el inicio de la clínica hasta la cirugía, el tipo de cirugía, el número de intervenciones necesarias para la aplicación de la retina, la sintomatología visual y el tiempo transcurrido entre la última cirugía retiniana y la fecha del estudio.

#### **3.3.2. Variables resultado**

Indicamos la MAVC en escala decimal valorada según el optotipo E de Snellen y la presencia o no de metamorfopsias en la rejilla de Amsler.

En la microperimetría anotamos los valores de umbral medio (average threshold), estabilidad de fijación (fixation stability) e integridad macular (macular integrity).

En la OCT macular describimos las diferentes capas hiperreflectantes de la retina externa (MLE, capa de los elipsoides y capa de las interdigitaciones del EPR) como intacta o con disrupción. Además, buscaremos si hay alteraciones en la capa nuclear externa (CNE) y si hay MER.

### 3.4. Análisis de datos

La estrategia de análisis de datos se realizó en tres fases: descriptiva, inferencial bivariable e inferencial multivariante.

#### 1. Fase descriptiva

Se resumieron las diferentes variables con los estadísticos adecuados a la naturaleza de cada variable:

- Cuantitativas: medidas de tendencia central (media o mediana, según la distribución gaussiana o no de la muestra) y de dispersión (desviación estándar o intervalo intercuartílico, acompañando a la media y mediana, respectivamente)
- Cualitativas: se resumirán en frecuencias absolutas (contajes) y relativas, expresadas en porcentajes.

#### 2. Fase inferencial bivariable

Se realizaron los contrastes entre dos grupos independientes de pacientes (por ejemplo DRR mácula-on y DRR mácula-off) mediante pruebas t de Student (U de Mann Whitney si las condiciones lo requerían) para comparar indicadores cuantitativos y con pruebas de Ji cuadrado (test exacto de Fisher si frecuencias esperadas inferiores 5) para indicadores cualitativos. La correlación entre los parámetros funcionales y estructurales se midió con el coeficiente de correlación de Pearson (o el no paramétrico de Spearman si las distribuciones se alejan de la normalidad).

La relación funcional entre algunas de las variables cuantitativas (el lapso de tiempo desde el inicio de los síntomas a la cirugía en relación a la microperimetría y a la agudeza visual final) se ha explorado mediante gráficos de dispersión y un ajuste de regresión local tipo LOESS (regresión local no paramétrica), con un parámetro de suavización de 0,70.

#### 3. Fase inferencial multivariante

Finalmente, los cambios entre grupos en los indicadores funcionales y estructurales se ajustaron por el resto de variables independientes utilizando los modelos multivariantes de regresión lineal (indicadores de resultado cuantitativos) y de regresión logística (parámetros binarios).

Se ha utilizado un riesgo alfa del 5% ( $p < 0,05$ ) en todos los contrastes.

El análisis se ha realizado con el paquete estadístico PASW18.0 (SPSS Inc).

# **Resultados**



## 4.1. Análisis descriptivo

El número total de pacientes que cumplían los criterios de inclusión, no presentaban los criterios de exclusión y aceptaron participar en el estudio fue de 68 pacientes, de los cuales 8 pacientes habían presentado DRR en ambos ojos, no simultáneamente, y cumplían los criterios. La distribución por sexo fue de 42 hombres y 26 mujeres con una edad media de 62 años (desviación estándar (DE) 9,9 años; rango de 39 a 85 años). Por tanto, el total de casos en este estudio es de 76 ojos, 46 (60,5%) con la mácula afectada por el DRR (mácula-off) y 30 (39,5%) en los que la mácula no se había desprendido (mácula-on).

El tiempo transcurrido desde que los pacientes notaron los síntomas del DRR hasta el día de cirugía fue muy variable, con una mediana de 7,5 días y un rango de 2 a 90 días. El intervalo de tiempo desde el día de la cirugía del DRR hasta el momento del estudio también fue variable, con una mediana de 15 meses y un rango de 3 a 62 meses.

En 50 ojos (65,8%) la intervención quirúrgica llevada a cabo fue vitrectomía y cirugía escleral. En 17 casos (22,4%) se hizo vitrectomía, en 6 casos (7,9%) sólo se realizó cirugía escleral y en 3 ojos (3,9%) retinopexia neumática.

En 16 pacientes (21%) se había realizado previamente otra cirugía de DRR: en 3 casos 3 intervenciones en total y en 13 ojos 2 intervenciones.

En 8 ojos se realizó pelado de la MLI durante la vitrectomía. Otro ojo fue intervenido por MER entre el DRR y el momento de nuestro estudio, se realizó pelado de la MLI en la cirugía de la MER.

La MAVC preoperatoria media fue de  $0,34 \pm 0,37$ ; rango de 0,002 a 1. El promedio de la MAVC tras la cirugía, en el momento del estudio, fue de 0,7 (DE 0,3; rango de 0,1 a 1,2) (Tabla 1).

		Media	Mediana	DE	Mínimo	Máximo
MAVC preoperatoria	logmar	1,03	1,00	0,89	0,00	2,80
	decimal	0,34	0,10	0,37	0,002	1,00
MAVC postoperatoria	logmar	0,23	0,15	0,27	-0,08	1,30
	decimal	0,70	0,70	0,30	0,10	1,20

Tabla 1. La MAVC de antes y después de la cirugía en escala logmar y en escala decimal.

En cuanto a la aparición de metamorfopsias, las presentaron 51 de los 76 ojos (67,10%) en la rejilla de Amsler y éstas no estuvieron presentes en ningún ojo adelfo. El porcentaje es mucho mayor si tenemos en cuenta sólo los ojos con mácula-off, pues 41 de los 46 ojos mácula-off (89,10%) aquejaron metamorfopsias.

La microperimetría resultó en una sensibilidad promedio intermedia de 23,2 dB (DE 3,3 dB, rango de 12,9 a 28,2 dB). La sensibilidad solamente fue normal en el 18,4% de pacientes (Tabla 2).

Sensibilidad	N	%
Normal (26 - 36 dB)	14	18,4
Intermedia (24 - 26 dB)	21	27,6
Anormal (0 - 24 dB)	41	53,9

Tabla 2. Sensibilidad retiniana según la microperimetría.

La estabilidad de fijación promedio resultó normal en 63 mediciones (82,9%), con índice de fijación P1 de 85,64% (DE 18,45%) y P2 de 96,12% (DE 7,01%). La estabilidad de fijación fue intermedia en 12 casos (12,8%) y anormal en un caso.

La integridad macular promedio fue 91,29 (DE 12,73).

En cuanto a la sintomatología visual, 33 pacientes declararon ver bien. El resto de pacientes sí refirieron molestias visuales en el momento actual: 25 con metamorfopsias, 5 con metamorfopsias acompañadas de micropsia, 1 con metamorfopsias y escotoma, 2 con micropsia, 1 con micropsia y escotoma, 4 con escotomas y 5 explicaron tener visión borrosa. De los 33 casos que respondieron que veían bien, 22 son casos de DRR con

respeto macular (de los 30 casos mácula-on) y sólo 11 mácula-off (de los 46 casos de DRR mácula-off).

La OCT macular resultó normal en 23 ojos (30,3%). Se observó alguna o varias alteraciones en la OCT en 53 ojos (Tabla 3). En 11 ojos (14,5%) se vio alteración en la capa de las interdigitaciones del EPR. En 11 ojos (14,5%) encontramos afectación de la capa de los elipsoides. En 4 ojos (5,3%) hubo disrupción de la membrana limitante externa (MLE), en 11 ojos (14,5%) alteración en la capa nuclear externa (CNE) y en 34 ojos (44,7%) se objetivó la presencia de MER.

	N	%
Capa de interdigitaciones del EPR	11	14,5%
Capa de los elipsoides	11	14,5%
MLE	4	5,3%
Capa nuclear externa	11	14,5%
MER	34	44,7%

Tabla 3. Localización de las alteraciones encontradas en la OCT macular.

Se observó un mayor porcentaje de pacientes con lesiones en la OCT macular entre los afectados por un DRR mácula-off (76%) que entre los que presentaron máculas aplicadas (60%).

## 4.2. Análisis entre variables

Los pacientes que sufrieron un DRR con desprendimiento de la mácula presentaron menor sensibilidad microperimétrica (Tabla 4), menor MAVC postoperatoria (Tabla 5), más síntomas visuales y más metamorfopsias que los pacientes con DRR mácula-on, aunque de forma estadísticamente significativa sólo en el caso de la MAVC ( $p < 0,001$ ), en las metamorfopsias ( $p < 0,001$ ) y en la calidad visual ( $p = 0,02$ ).

Estado de la mácula	Sensibilidad promedio (dB)	
	Media	DE
Mácula-off	22,6	3,1
Mácula-on	24,1	3,4

p>0,05

Tabla 4. Relación entre el estado de la mácula y la sensibilidad microperimétrica.

AV	Estado de la mácula				p
	ON		OFF		
	Media	DE	Media	DE	
AV preoperatoria (decimal)	0,72	0,30	0,11	0,18	<0,001
AV preoperatoria (logMAR)	0,29	0,61	1,47	0,72	<0,001
AV postoperatoria (decimal)	0,84	0,23	0,57	0,28	<0,001
AV postoperatoria (logMAR)	0,10	0,16	0,32	0,29	<0,001

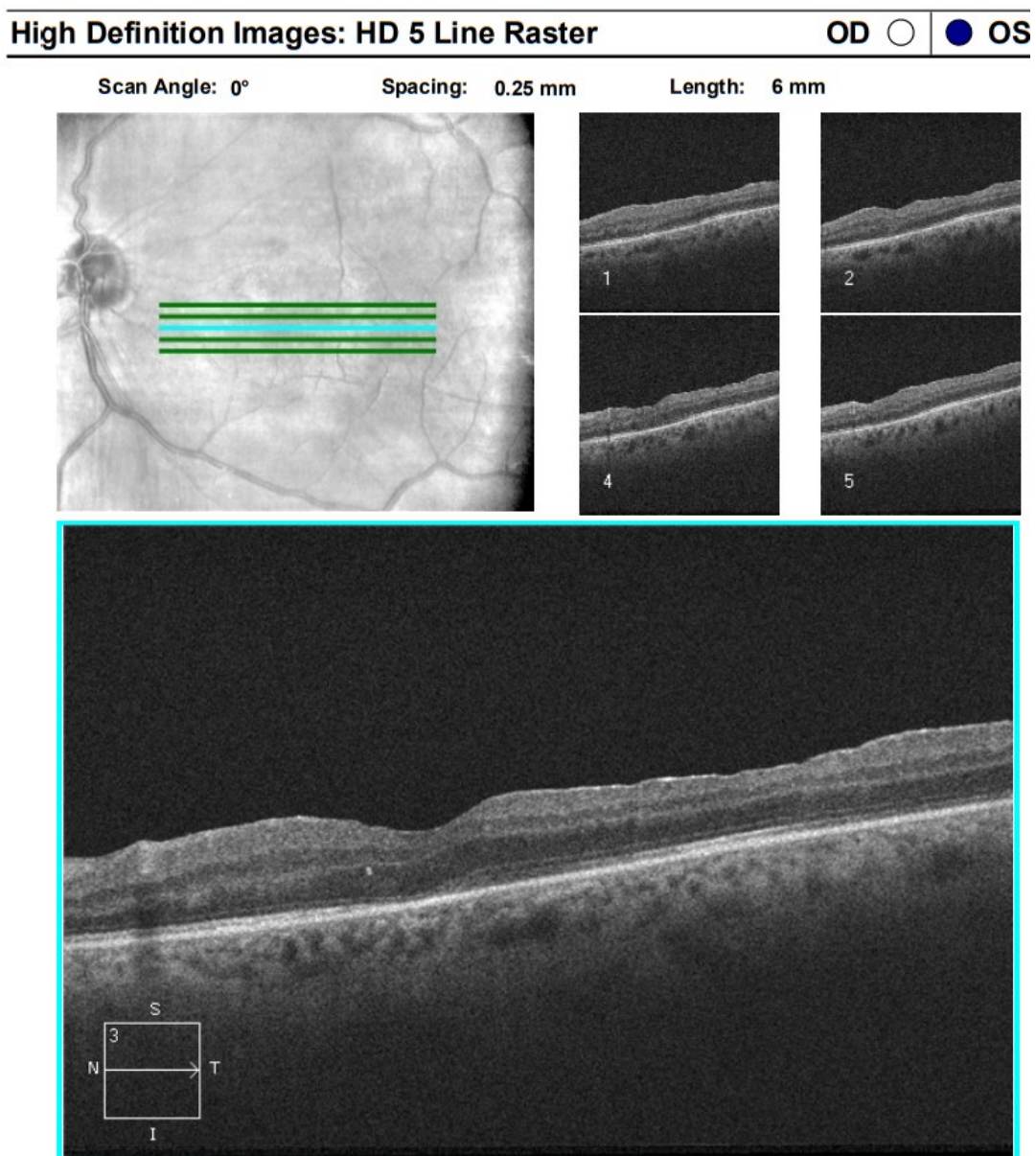
Tabla 5. Relación entre el estado de la mácula y la MAVC.

Exceptuando la MER (p = 0,16), las demás lesiones detectadas en la OCT se asocian a una menor sensibilidad retiniana de forma estadísticamente significativa (Tabla 6) (Figuras 8 y 9).

		Sensibilidad microperimétrica media (dB)	DE	p
Algún cambio observado en OCT	no	24,3	2,2	0,05
	sí	22,7	3,5	
Capa de interdigitaciones del EPR	no	23,8	2,7	<0,001
	si	19,4	4,0	
Capa de los elipsoides	no	23,9	2,7	<0,001
	si	18,9	3,5	

MLE	no	23,6	2,8	<0,001
	si	16,2	3,5	
Capa nuclear externa	no	23,9	2,6	0,006
	si	19,3	4,3	
MER	no	22,7	3,8	0,16
	si	23,8	2,5	

Tabla 6. Asociación entre alteración observada en la OCT macular y la sensibilidad microperimétrica.



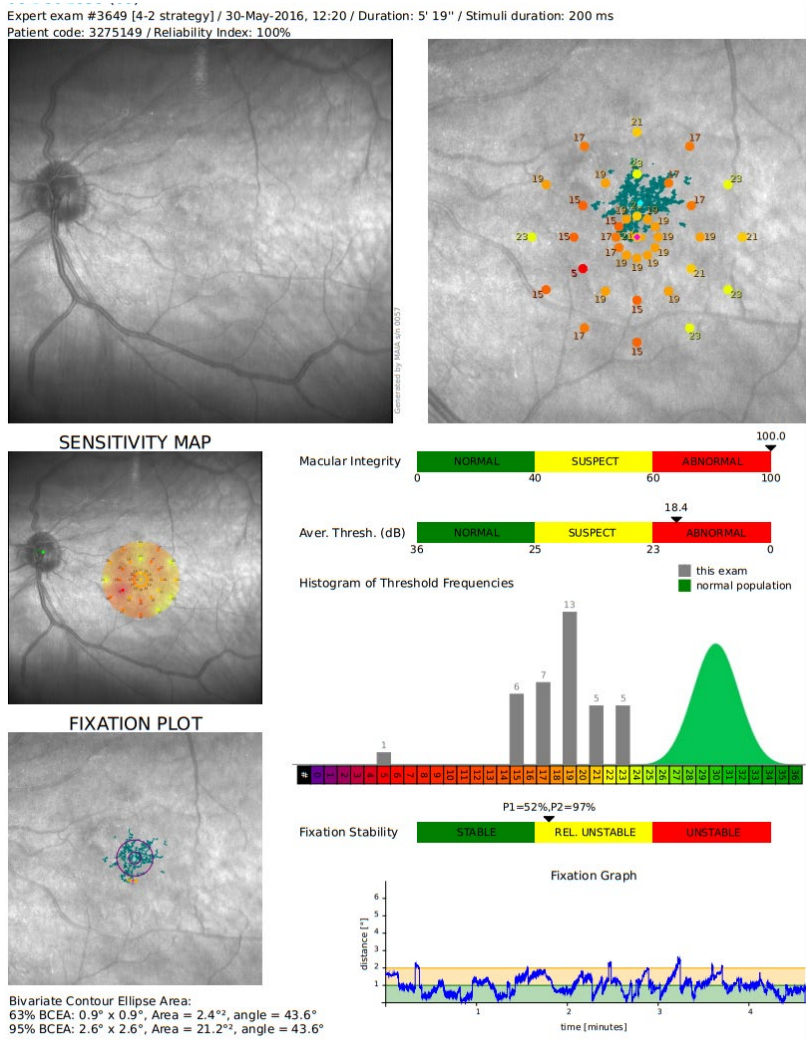


Figura 8. OCT macular y microperimetría del ojo izquierdo (OI) de uno de nuestros pacientes del estudio. Varón, 60 años, pseudofáquico, con DRR mácula-off en OI en agosto 2015 tratado con vitrectomía, cirugía MER OI en marzo 2016 y estudio 4 meses después. MAVC preoperatoria en OI de 0,005. MAVC de 0,4 en el momento del estudio. Refiere metamorfopsias y micropsias en OI desde la cirugía, también en el test de Amsler. En la OCT macular del OI observamos disrupción de la capa elipsoides y de las interdigitaciones del EPR a nivel subfoveolar, estrechamiento de las capas internas por la cirugía del pelado de MER y un pequeño punto hiperrefringente a nivel de la capa nuclear externa. En la microperimetría del OI la sensibilidad promedio es anormal (18.4 dB) y la estabilidad de fijación relativamente inestable.

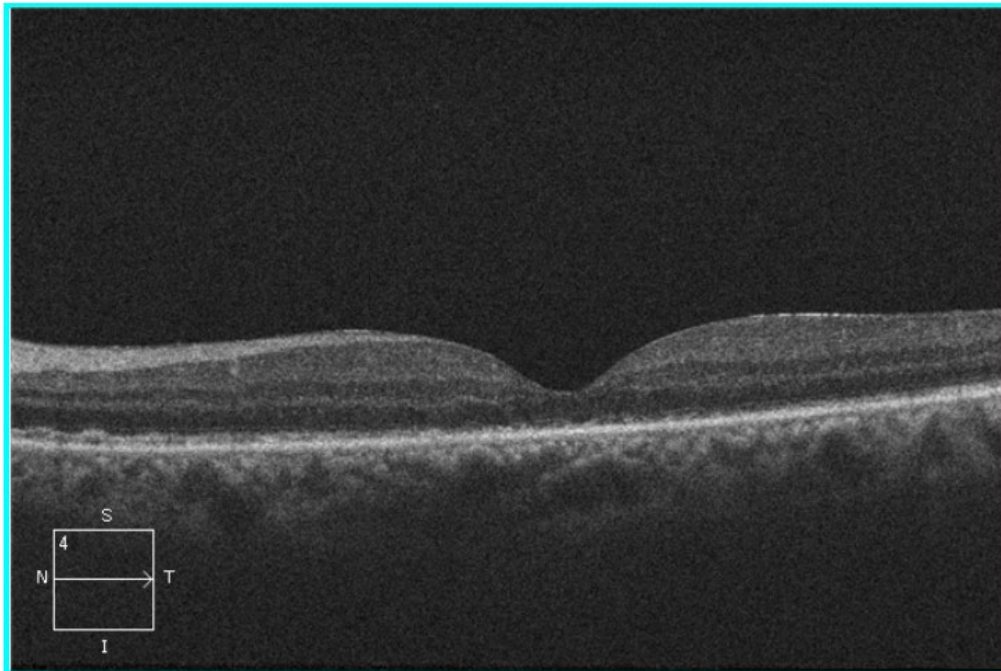
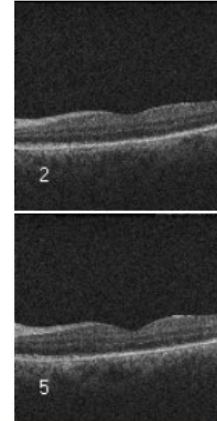
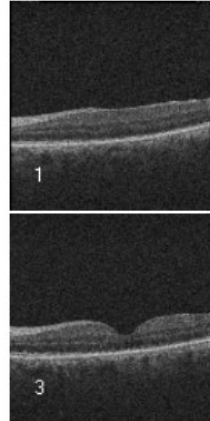
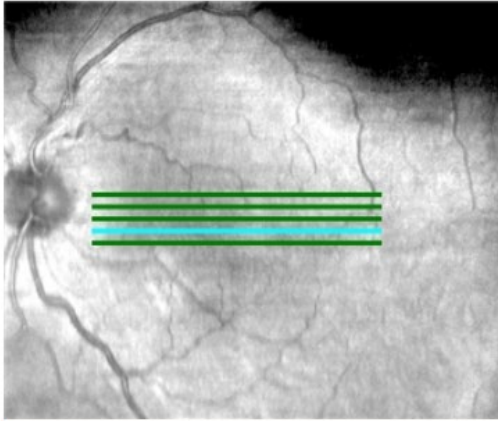
**Imágenes de alta definición: HD 5 Line Raster**

OD  OS

Ángulo de tomografía: 0°

Separación líneas: 0,25 mm

Longitud: 6 mm



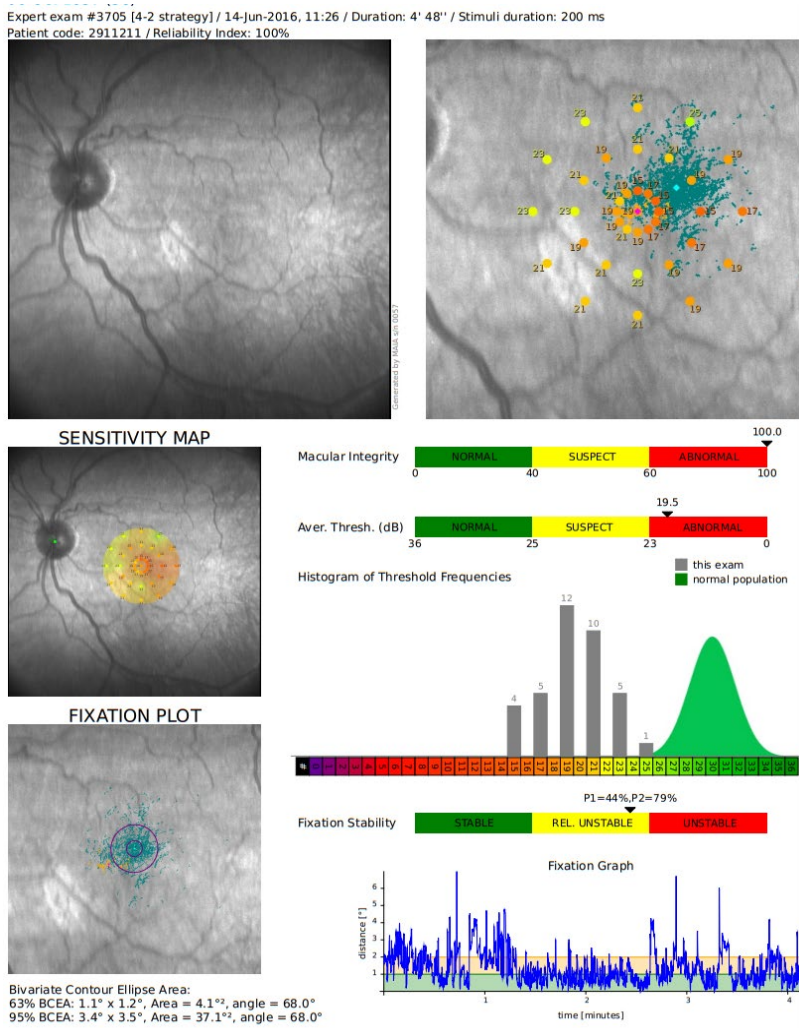


Figura 9. OCT macular y microperimetría del ojo izquierdo (OI) de uno de nuestros pacientes del estudio. Varón, 58 años, fáquico, tuvo un DRR mácula-off en OI 6 meses antes del estudio tratado con cirugía escleral y vitrectomía. MAVC preoperatoria de 0,005. MAVC de 0,3 en el momento del estudio. Refiere metamorfopsias en OI desde la cirugía, también en el test de Amsler. En la OCT macular del OI observamos disrupción en la MLE, capa de elipsoides y en las interdigitaciones del EPR. En la microperimetría presenta sensibilidad promedio anormal (19,5 dB) y fijación relativamente inestable.



Lo mismo ocurre con la MAVC postoperatoria, pues salvo la MER ( $p = 0,57$ ) el resto de alteraciones en la OCT se relacionaron de forma estadísticamente significativa con una peor MAVC postoperatoria (Tabla 7) (Figura 10).

Alteraciones en OCT		MAVC postoperatoria		
		Media	DE	p
Algún cambio observado en OCT	no	0,796	0,209	0,006
	sí	0,625	0,304	
Capa de interdigitaciones del EPR	no	0,731	0,258	<0,001
	sí	0,355	0,262	
Capa de los elipsoides	no	0,745	0,243	<0,001
	sí	0,274	0,196	
MLE	no	0,702	0,274	<0,001
	sí	0,215	0,059	
Capa nuclear externa	no	0,734	0,258	<0,001
	sí	0,337	0,225	
MER	no	0,66	0,313	0,572
	sí	0,697	0,259	

Tabla 7. Asociación entre alteración observada en la OCT macular y la MAVC postoperatoria (en escala decimal).

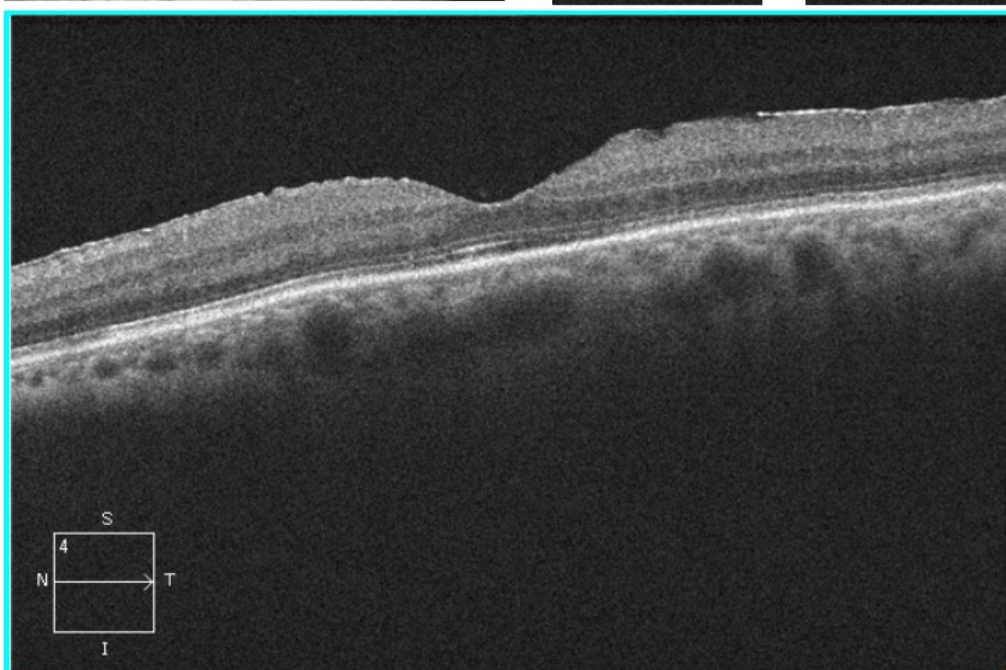
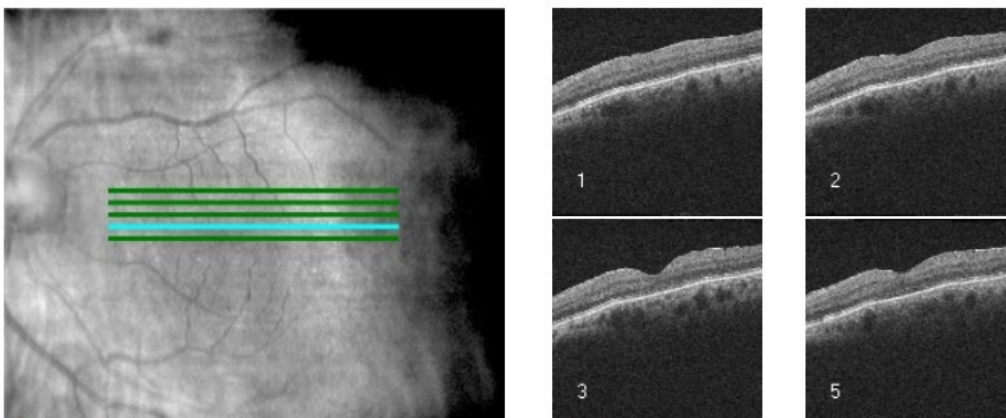
Imágenes de alta definición: HD 5 Line Raster

OD  OS

Ángulo de tomografía: 0°

Separación líneas: 0,25 mm

Longitud: 6 mm



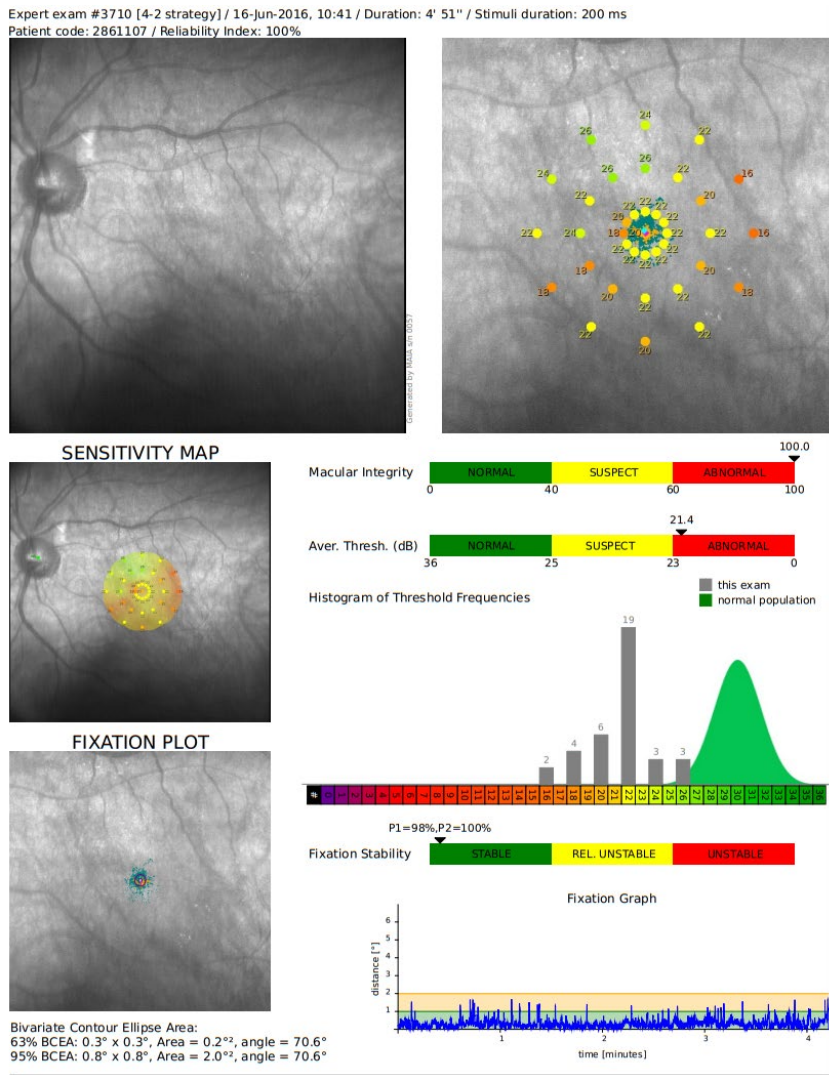


Figura 10. OCT macular y microperimetría del ojo izquierdo (OI) de uno de nuestros pacientes del estudio. Varón, 69 años, pseudofáquico, sufrió un DRR mácula-off en OI tratado con cirugía escleral y vitrectomía 6 meses antes del estudio. MAVC preoperatoria de 0,2. MAVC de 0,6 en el momento del estudio. Refiere metamorfopsias en OI desde la cirugía, también en el test de Amsler. En la OCT macular del OI observamos MER. A pesar de la relativa buena MAVC postoperatoria, en la microperimetría la sensibilidad promedio (21,4 dB) sí que está muy afectada, aunque hay buena estabilidad de fijación.

Además, también analizamos la relación entre las lesiones de la OCT y la presencia de metamorfopsias, asociación presente en todos los casos, pero sólo estadísticamente significativa en el caso de la CNE ( $p = 0,012$ ) y cercano a ella en el caso de la capa de los elipsoides ( $p = 0,069$ ).

En cuanto a la calidad visual, todas las alteraciones de la OCT se relacionan con presencia de síntomas visuales, pero sólo es estadísticamente significativo en el caso de la MLE ( $p = 0,048$ ) y la CNE ( $p = 0,002$ ).

Existe una correlación estrecha entre la MAVC postoperatoria y la sensibilidad microperimétrica, a mayor sensibilidad mayor MAVC ( $p < 0,001$ ) (Tabla 8).

		MAVC postoperatoria (logmar)	
		Media	DE
Sensibilidad microperimétrica categorizada	Normal (26-36 dB)	0,05	0,09
	Intermedia (24-26 dB)	0,09	0,10
	Anormal (0-24 dB)	0,35	0,30

$p < 0,001$

Tabla 8. Relación entre la MAVC (en escala logmar) en el momento del estudio y la sensibilidad retiniana en la microperimetría.

Hay mejora estadísticamente significativa de la MAVC antes y después de la cirugía ( $p < 0,001$ ).

También se observó una relación estadísticamente significativa entre la sensibilidad microperimétrica y la presencia de metamorfopsias en el test de Amsler ( $p < 0,001$ ) (Tabla 9) y entre la presencia de metamorfopsias y la MAVC postoperatoria ( $p < 0,001$ ). Una mejor MAVC postoperatoria y una mayor sensibilidad microperimétrica se relacionaron con menos síntomas visuales ( $p < 0,001$  y  $p = 0,001$  respectivamente).

Test de Amsler	Sensibilidad promedio (dB)	
	Media	DE
Metamorfopsias	22,3	3,3
Normal	25,1	2,1

$p < 0,001$

Tabla 9. Relación entre la sensibilidad microperimétrica y las metamorfopsias.

También analizamos los otros dos valores que nos concede la microperimetría: la estabilidad de fijación y la integridad macular. Un mayor porcentaje de pacientes con mácula-on presentaron buena estabilidad de fijación, pero con  $p = 0,263$ . Hubo una clara asociación entre la estabilidad de fijación y la MAVC postoperatoria ( $p = 0,043$ ). También resultó mejor la estabilidad de fijación en los ojos sin alteraciones en la OCT, pero con  $p = 0,72$ . No obstante, analizando las lesiones en las diferentes capas, sí que tuvieron una relación estadísticamente significativa, excepto en el caso de la MER. En cuanto a una integridad macular peor, esto se relacionó a los ojos mácula-off, a la presencia de alteraciones en la OCT y a una peor MAVC postoperatoria, pero sin ser estadísticamente significativa, salvo en el caso de la MER ( $p = 0,036$ ).

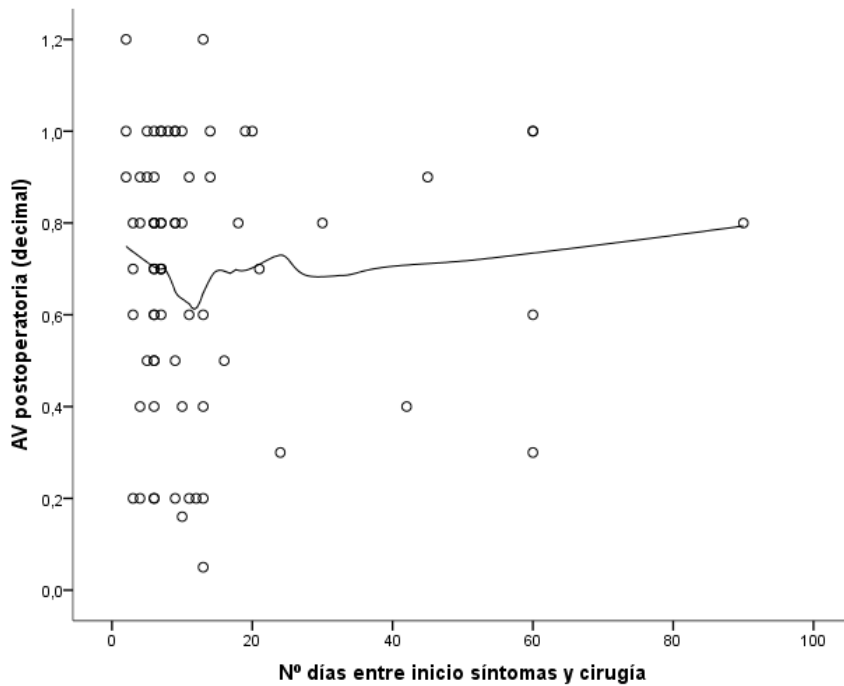
Existe una correlación negativa y débil, aunque no estadísticamente significativa, entre la edad y la sensibilidad por microperimetría ( $Rho = -0,10$ ;  $p = 0,39$ ). La correlación es positiva, aunque prácticamente nula, en el caso de la edad y la MAVC postoperatoria, pero tampoco es significativa ( $Rho = 0,09$ ;  $p = 0,41$ ).

En cuanto al sexo, aunque la sensibilidad fue algo mayor en mujeres que en hombres ( $23,5 \pm 3,4$  vs.  $23,1 \pm 3,3$ ), las diferencias no fueron estadísticamente significativas ( $p = 0,61$ ).

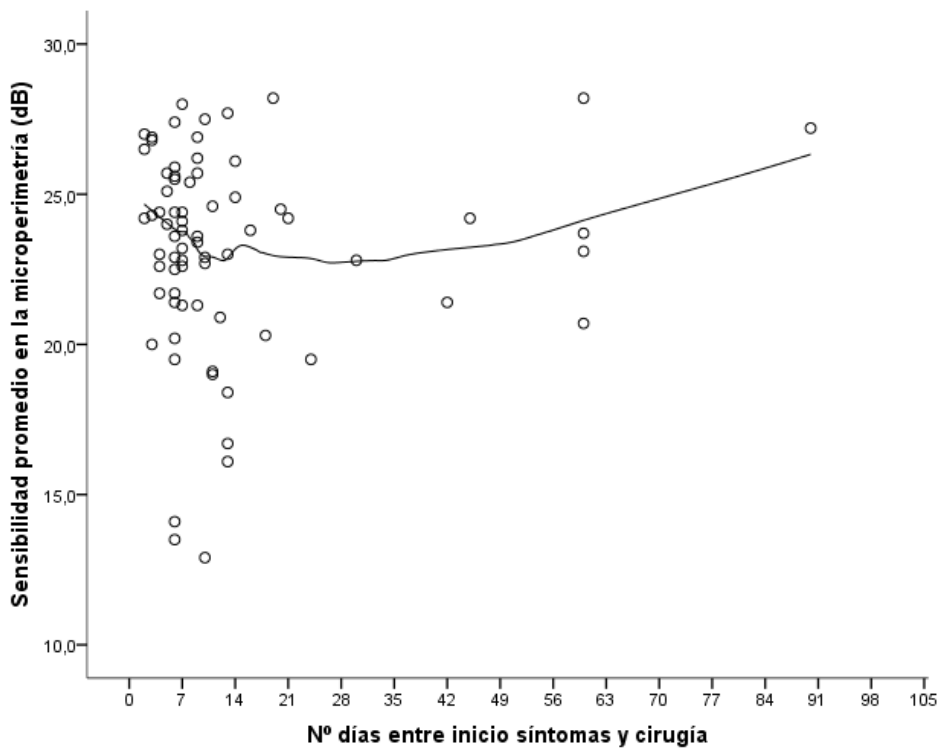
La mediana de días transcurridos entre el inicio de los síntomas del DRR y la cirugía es mayor en los casos de: disrupción en la capa de interdigitaciones del EPR ( $p = 0,58$ ), disrupción en los elipsoides ( $p = 0,35$ ), disrupción en la MLE ( $p = 0,42$ ) y la alteración en la CNE ( $p = 0,85$ ) pero sin significación estadística. En el caso de los DRR mácula-off la mediana es de 9 días y en el caso de respeto macular 7 días, aunque las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p=0,49$ ).

La MAVC postoperatoria y la sensibilidad microperimétrica disminuyen a medida que transcurren los días antes de la cirugía, pero esta tendencia se aplanan a partir del 14º día, tras el cual no hay grandes cambios (Gráficas 1-4).

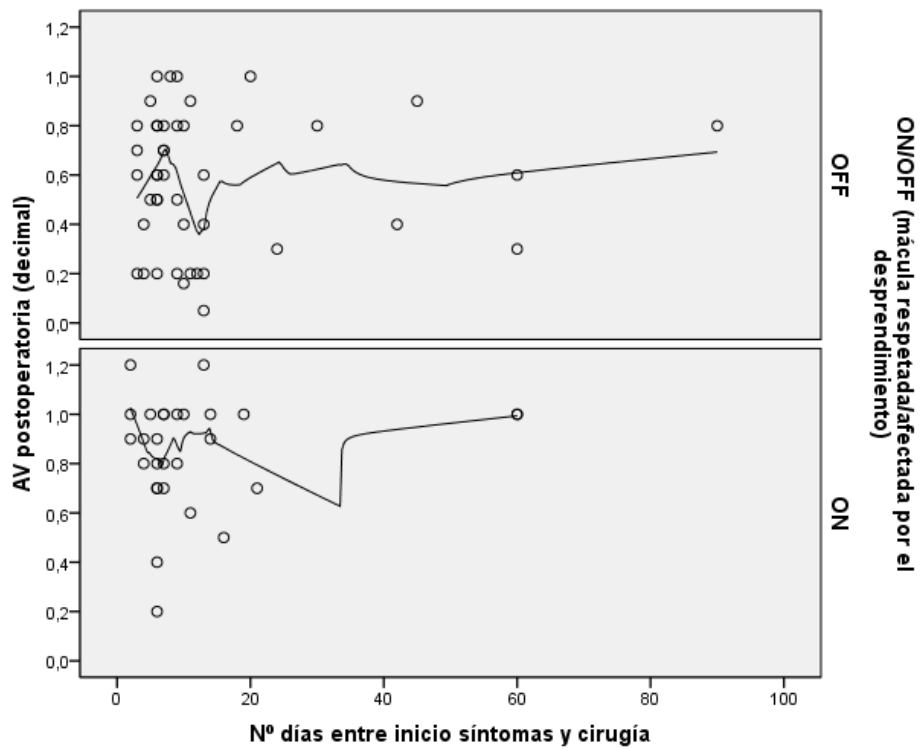
Analizando por separado los casos con y sin afectación macular, no se observan relaciones relevantes en las líneas de ajuste, aunque en los casos mácula-on la caída de la AV se da algo antes, a los pocos días, mientras que en los mácula-off ocurre sobre los 10-14 días (Gráficas 3 y 4).



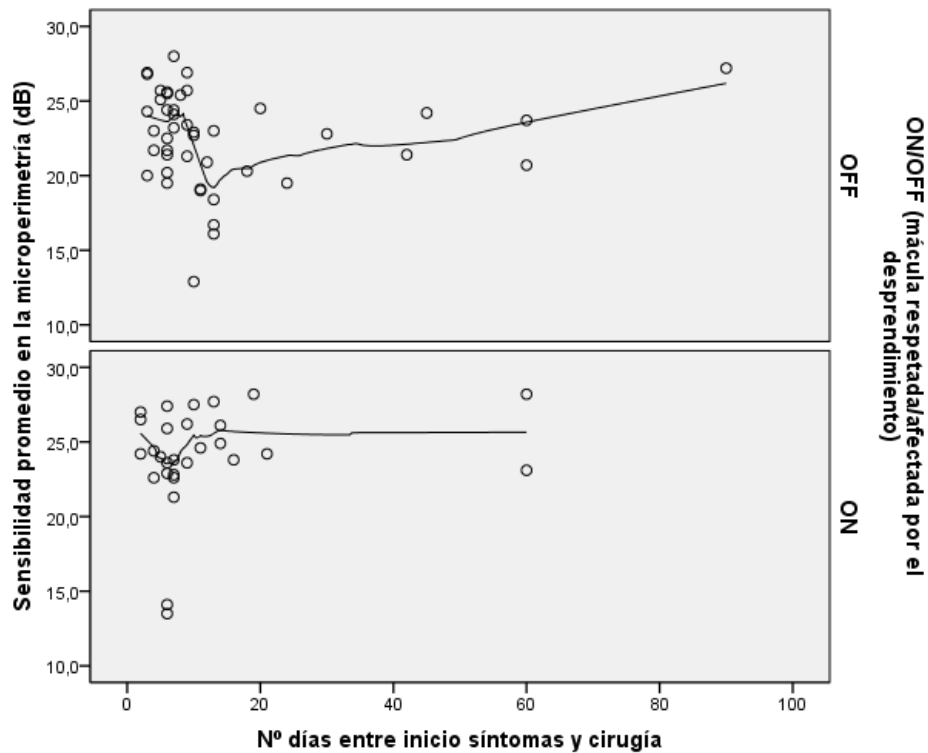
Gráfica 1. Análisis exploratorio de datos sobre la relación entre la MAVC postoperatoria y el número de días entre el inicio de la sintomatología del DRR y la cirugía.



Gráfica 2. Análisis exploratorio de datos sobre la relación entre la sensibilidad microperimétrica y el número de días entre el inicio de la sintomatología del DRR y la cirugía.



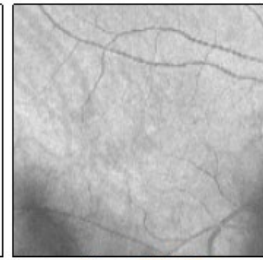
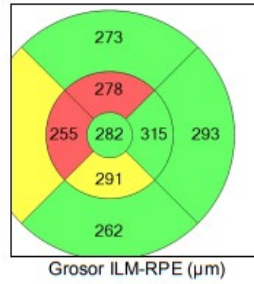
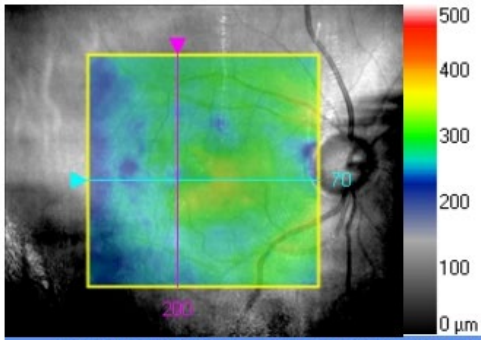
Gráfica 3. Análisis exploratorio de datos sobre la relación entre la MAVC postoperatoria y el número de días entre el inicio de la sintomatología del DRR y la cirugía. Dos grupos diferenciados: mácula-on y mácula-off.



Gráfica 4. Análisis exploratorio de datos sobre la relación entre la sensibilidad microperimétrica y el número de días entre el inicio de la sintomatología del DRR y la cirugía. Dos grupos diferenciados: mácula-on y mácula-off.

La realización de pelado de la membrana limitante interna (MLI) durante la vitrectomía se ha relacionado con peor MAVC postoperatoria ( $p = 0,002$ ), menor sensibilidad microperimétrica ( $p = 0,013$ ), mayor presencia de metamorfopsias ( $p = 0,026$ ), presencia de síntomas visuales ( $p=0,003$ ) y con el hallazgo de alteraciones en la OCT macular ( $p = 0,05$ ) (Figura 11).

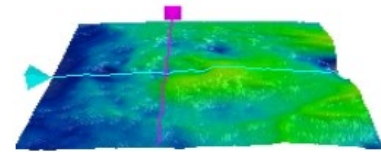
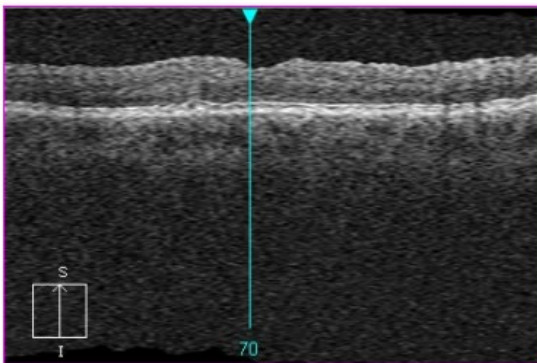
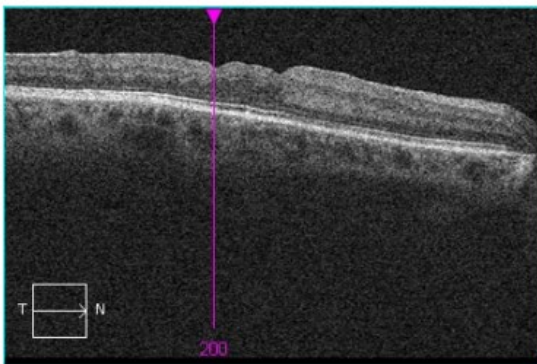




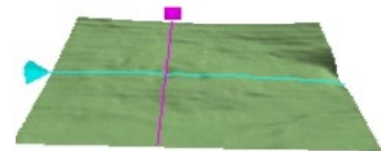
Grosor ILM-RPE (µm)

Fóvea: 200, 67

Superposición: ILM - RPE Transparencia: 50 %



ILM - RPE



ILM



RPE

Multiracial:  
Distribución  
de normales

99%
95%
5%
1%

	Grosor del subcampo central (µm)	Volumen del cubo (mm³)	Grosor promedio del cubo (µm)
ILM - RPE	282	9,9	276

Expert exam #3522 [4-2 strategy] / 05-Apr-2016, 10:06 / Duration: 5' 22" / Stimuli duration: 200 ms  
 Patient code: 3197257 / Reliability Index: 100%

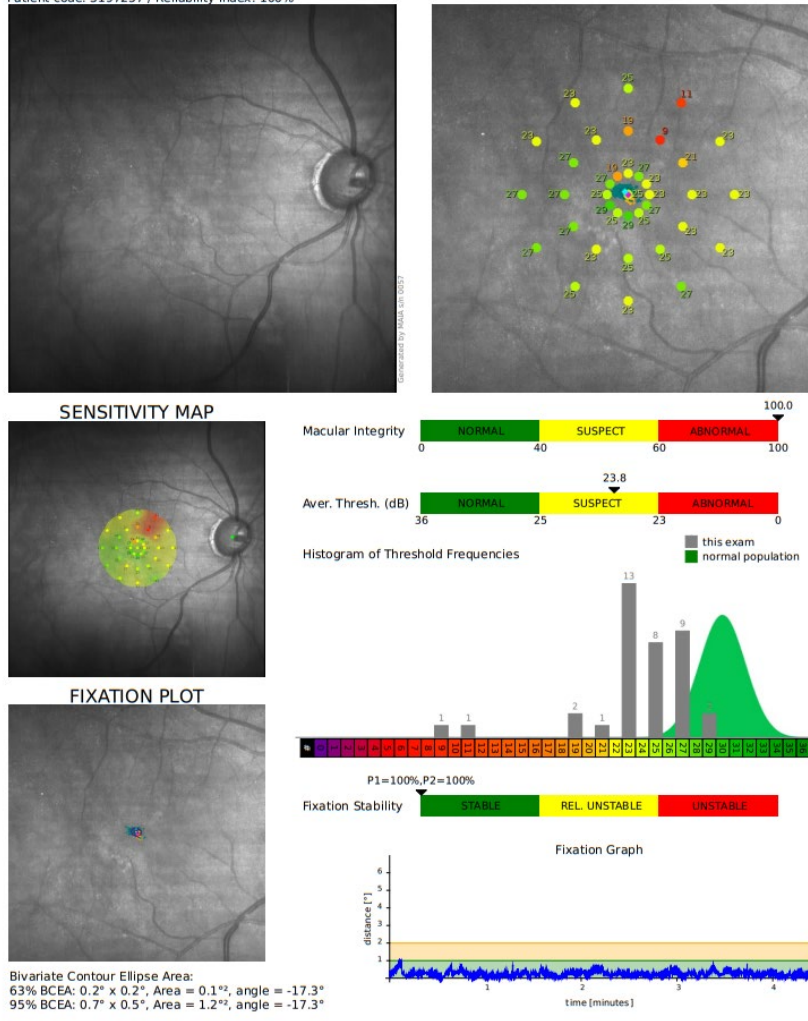


Figura 11. OCT macular con mapa de espesores y microperimetría del ojo derecho (OD) de uno de nuestros pacientes del estudio. Varón, 62 años, pseudofáquico, con DRR mácula-on en OD en julio 2015 tratado con vitrectomía y pelado MLI. Estudio 9 meses después. MAVC preoperatoria en OD de 1. MAVC de 1 en el momento del estudio. Refiere metamorfopsias y micropsias en OD desde la cirugía, también en el test de Amsler. En la OCT macular del OD observamos estrechamiento de las capas internas. En la microperimetría del OD la sensibilidad promedio es sospechosa (23.8 dB) y la estabilidad de fijación estable.

No hubo cambios significativos en la sensibilidad en relación con el tipo de cirugía (Tabla 10). También se vio una menor sensibilidad a mayor número de cirugías llevadas a cabo por las recidivas del DRR, pero con  $p = 0,207$ . No hay diferencias relevantes ni estadísticamente significativas en el número de operaciones según el tipo de cirugía.

		N	Sensibilidad microperimétrica promedio (dB)	
			Media	DE
Tipo de cirugía	Cirugía escleral y vitrectomía	50	23,4	3,4
	Cirugía escleral	6	23,3	1,5
	Vitrectomía	17	22,7	3,7
	Retinopexia neumática	3	23,5	3,1

$p = 0,89$

Tabla 10. Relación entre la intervención quirúrgica realizada y la sensibilidad microperimétrica.

Se observa una asociación positiva, aunque no estadísticamente significativa, entre la sensibilidad microperimétrica y el tiempo transcurrido desde la intervención hasta el momento del estudio: Rho 0,20 ( $p = 0,09$ ).

# **Discusión**

## 5.1. Recapitulación

El DRR es una condición amenazante para la visión. Recientes mejoras en las técnicas quirúrgicas han posibilitado una tasa muy elevada de éxito anatómico, con aplicación de la retina en hasta un 94% de los casos (13). No obstante, la mejora funcional no es tan manifiesta, pues la MAVC postoperatoria en estos pacientes tiene un promedio de 20/53 y esto afecta a su calidad de vida (8,9). Además, uno de los síntomas más frecuentes en el postoperatorio es la presencia de metamorfopsias, un síntoma que afecta de forma dramática la capacidad lectora y de reconocimiento facial, lo que conlleva un deterioro de la calidad de vida del paciente (17–20,35).

La función visual deficiente en estos pacientes puede explicarse por la presencia de alteraciones adquiridas fácilmente identificables como: catarata, MER, agujero macular, edema macular, pliegue macular, depósitos pigmentarios maculares, persistencia de líquido subretiniano a nivel macular o por presencia de perfluorocarbono submacular (8,13,16–23). No obstante, algunos casos sólo se explican por la alteración en las capas profundas de la retina a nivel macular que podemos observar actualmente con las OCT de última generación (17,21,22).

La lesión en los fotorreceptores es debida al propio desprendimiento y empieza a ocurrir a las 24 horas del inicio del DR (9,22). Se ha descrito un peor pronóstico visual en presencia de la alteración de estas capas externas, sobre todo la capa de los elipsoides y la MLE (16,20–23,33).

En el DRR, el estado de la mácula (si está respetada o no, mácula-on o mácula-off respectivamente; y si está desprendida, durante cuánto tiempo) es el principal determinante preoperatorio del pronóstico visual por la alteración consecuente de los fotorreceptores (1).

El pronóstico visual también está influenciado por otros factores preoperatorios tales como la MAVC preoperatoria, la altura del desprendimiento macular, el tiempo de evolución hasta la cirugía y la edad (8,20,22).

En este estudio hemos analizado en un grupo de pacientes, la función visual y los cambios morfológicos en la OCT macular tras la cirugía del DRR. Hemos buscado la correlación entre la función visual y los cambios morfológicos en la OCT macular.

Algunos autores se han servido de la microperimetría para explorar la sensibilidad macular en pacientes intervenidos por DRR (9,16,20–22,33). La mayoría obtuvieron una correlación entre la MAVC postoperatoria y la sensibilidad macular (16,20,21,33).

## 5.2. Comparación

Así como en otros estudios (8,21), en el nuestro hay una mejora estadísticamente significativa de la MAVC tras la cirugía.

El 89,1% de nuestros pacientes con DRR mácula-off presentó metamorfopsias durante la exploración, parecido al 88,8% que obtuvieron Van de Put et al en 2015 en sus pacientes mácula-off (18). Ellos ya señalaron que las metamorfopsias tardan más tiempo en remitir en comparación a la recuperación de la MAVC. En el estudio de Zhou et al, la prevalencia de metamorfopsias en el test de Amsler en los 254 casos de DRR mácula-off fue de un 56,69% (17). Se ha descrito que las diferencias en la prevalencia de este hallazgo pueden deberse a diversos factores, como el test de medida utilizado, el tamaño de muestra, el tipo de cirugía llevado a cabo, la edad o el tiempo de seguimiento (17–20). Se espera un mayor porcentaje de metamorfopsias en los estudios con menor tiempo de seguimiento (17–20). El promedio de meses entre el DRR y el momento del estudio entre nuestros pacientes que presentaron metamorfopsia es de 20,30 y en el caso de Zhou 33,94 meses (17). Además, el promedio de edad de sus pacientes es de  $46,4 \pm 16,4$  años y en nuestro caso de  $62,20 \pm 9,9$  años por lo que al ser mayor está relacionado a un peor pronóstico visual.

En 12 de los 51 ojos que presentaron metamorfopsias en el test de Amsler, no encontramos ninguna alteración en la OCT macular. Este hecho ya ha sido descrito y se ha asociado al tiempo de seguimiento y a la tecnología de OCT utilizada (18–20). Van de Put et al en 2015 no hallaron alteraciones en la OCT de 18 ojos de los 39 que presentaron metamorfopsias. El tiempo de seguimiento de su estudio fue de 12 meses,

mucho menor al nuestro, lo que teóricamente conlleva una mayor tasa de hallazgos en la OCT. No obstante, utilizaron la tecnología OCT de dominio temporal, anterior a la de dominio espectral, lo que explicaría que identificaran menos lesiones (18).

En cuanto a la microperimetría, obtuvimos una sensibilidad microperimétrica promedio de  $23,2 \pm 3,29$  dB. En el 2012, Gharbiya et al obtuvieron entre sus pacientes con compromiso macular una sensibilidad peor, de  $17,44 \pm 2,5$  dB, pero medida con el microperímetro MicroPerimeter-1 (MP-1; Nidek Technologies, Padua, Italy) y la comparación entre diferentes microperímetros no es posible (21,31). También obtuvieron una relación significativa con la MAVC postoperatoria ( $p < 0,001$ ) (21).

Recientemente se publicaron dos trabajos en los que también se ha empleado el microperímetro MAIA (CenterVue Spa, Padova, Italy) en pacientes intervenidos por DRR (9,33). Díaz-Barreda et al (9) obtuvieron una sensibilidad promedio de  $24,28 \pm 4,33$  dB, parecida a la nuestra. Ellos han estudiado el grosor de las capas internas de la retina en la OCT macular y no el estado de la retina externa pues no han encontrado lesiones a este nivel, lo que explican por el corto periodo entre la cirugía y el momento del estudio, 435 días en su caso y 630 días en nuestro estudio. Que no hayan encontrado lesiones en la retina externa puede explicarse por la diferencia en el número de pacientes con DRR, 38 en su trabajo (19 mácula-on y 19 mácula-off) y el doble en el nuestro, 76 (30 mácula-on y 46 mácula-off); particularmente la diferencia en el número de ojos operados por DRR con mácula desprendida, 19 en su caso y 46 en el nuestro, pues esa afectación de la mácula se traduce en mayor probabilidad de presentar lesiones en la OCT. Además, ellos han utilizado una OCT de tipo SS-OCT y nosotros SD-OCT. En el estudio de Noda et al, sólo han estudiado 34 ojos con DRR, 11 mácula-on y 23 mácula-off. han utilizado una OCT de tipo SS-OCT. Al igual que nosotros, han analizado el estado de las capas externas de la retina y concluyen que la sensibilidad retiniana es mejor cuando la capa de los elipsoides no está afectada (33).

En nuestros pacientes, la presencia de MER y las alteraciones observadas a nivel de las capas externas de la mácula se asocian con una menor sensibilidad en la microperimetría. No obstante, la asociación no es estadísticamente significativa en el caso de la MER ( $p = 0,159$ ). En el trabajo de Delolme et al, se reflejó una asociación significativa de la sensibilidad con la presencia de lesiones en la capa de los elipsoides y

un menor grosor de la capa de las interdigitaciones del EPR (22). Por el contrario, Gharbiya et al encontraron una relación significativa de la sensibilidad microperimétrica con el grosor de la CNE, el estado de la MLE, la capa de los elipsoides, la persistencia de líquido subretiniano y la capa de las interdigitaciones del EPR (21). En el artículo de Smith et al también se describió la relación entre la disrupción en la capa de fotorreceptores, la presencia de fluido subretiniano y la sensibilidad retiniana (16).

En el caso de la MAVC postoperatoria, salvo la MER ( $p = 0,57$ ) el resto de alteraciones en la OCT se relacionaron de forma estadísticamente significativa con una menor visión. Esta asociación entre las lesiones en la OCT y la MAVC postoperatoria también la han encontrado en otros estudios (8,18,19,21), aunque especificando las capas sólo en dos artículos: la capa de elipsoides (20) y la de los fotorreceptores (23).

En cuanto a la presencia de metamorfopsias, vimos relación con todas las lesiones de la OCT estudiadas, pero sólo estadísticamente significativa en el caso de la CNE ( $p = 0,012$ ) y cercano a ella en el caso de la capa de los elipsoides ( $p = 0,069$ ). En otros trabajos también se ha hallado esta asociación, aunque indicando qué capas sólo en el caso de Zhou et al, con asociación significativa en el caso de los elipsoides y la MLE (17–19).

Para finalizar las asociaciones entre los diferentes parámetros de la función visual que hemos analizado y la OCT macular, nos falta la presencia de síntomas visuales por parte del paciente. Todas las alteraciones de la OCT se relacionan con presencia de síntomas visuales en nuestro estudio, pero sólo es estadísticamente significativo en el caso de la MLE ( $p = 0,048$ ) y la CNE ( $p = 0,002$ ). Este análisis de la relación entre las molestias visuales y las lesiones encontradas en la OCT sólo se ha llevado a cabo por Van de Put et al en sus 45 pacientes, pero de una forma diferente a la nuestra, mediante un cuestionario de calidad de vida visual en el que puntuaban del 0 al 100 aspectos como: dolor ocular, capacidad de realizar actividades de cerca o de lejos, capacidad de conducir etc. En ese cuestionario no se indica ni especifica la presencia de un síntoma visual como puede ser un escotoma o micropsia. A diferencia de nosotros, ellos no encontraron relación entre el resultado del cuestionario de calidad de vida visual y la presencia o no de lesiones en la OCT, tampoco en el caso de las metamorfopsias (18).



Ninguno de nuestros pacientes presenta persistencia de líquido subretiniano, puede explicarse por un mayor intervalo de tiempo desde la cirugía hasta el momento del estudio que en otros trabajos (8,16,18,22).

Los dos ojos en los que encontramos disrupción de la MLE también presentan alteración de la capa de elipsoides. Ocurre lo mismo en el trabajo de Wakabayashi et al, en el que en ninguno de los 15 ojos con la capa de elipsoides intacta hubo disrupción de la MLE. Sugieren que se debe a que la interrupción de la adhesión de los segmentos externos y el EPR en el DRR primero daña la capa de los segmentos externos y después causa cambios degenerativos que afectan a los cuerpos celulares de los fotorreceptores (23).

Nuestros pacientes con DRR mácula-off presentaron peor función visual que los pacientes con DRR mácula-on de forma estadísticamente significativa, salvo en el caso de la sensibilidad microperimétrica. En la literatura sólo hemos visto que se especifique esta relación en cuatro artículos: uno en el caso de las metamorfopsias (17), tres con la MAVC postoperatoria (9,23,33) y dos con la microperimetría (9,33).

Por lo tanto, la MAVC postoperatoria, la sensibilidad microperimétrica, la rejilla de Amsler y la OCT macular también se ven afectadas, aunque en menor medida, en los casos mácula-on. Esto puede explicarse porque, al igual que en la gran mayoría de estudios, en el momento del diagnóstico del DRR en el servicio de urgencias no se comprobó con OCT macular si la mácula estaba desprendida o no, sino que se estableció según la observación del fondo de ojo. Además, como comentan en el artículo de Noda et al, aunque aún no se sepa con certeza se podría explicar por una hipoperfusión macular incluso en los ojos con DRR mácula-on como consecuencia de la isquemia retiniana en las zonas desprendidas de la retina (33).

El 21% de los ojos que estudiamos requirieron más de una intervención para la replicación definitiva de la retina desprendida, parecido al rango de éxito anatómico del 86-94% en los 1080 pacientes del estudio de Schaal et al en los que se llevó a cabo los mismos procedimientos que en nuestro trabajo (13). Además, nuestros pacientes que requirieron más de una cirugía presentaron una sensibilidad menor que aquellos que se operaron una vez, pero sin significación estadística ( $p = 0,207$ ).

En 2014, Van Bussel et al, publicaron una revisión y metaanálisis de estudios en pacientes con DRR y mácula off, para analizar la relación entre el tiempo de evolución antes de la cirugía y la MAVC postoperatoria. Concluyeron que cuando el tratamiento elegido era la banda escleral, resultaba mejor la MAVC al llevar a cabo la cirugía antes del tercer día de evolución. En cuanto a la vitrectomía, no hubo datos suficientes como para obtener resultados sustanciales (36). En nuestro estudio observamos que cuantos más días transcurrieron desde el inicio de la sintomatología hasta la intervención, la sensibilidad microperimétrica y la MAVC postoperatoria son peores. Esto sucede durante los primeros 14 días. Posteriormente, las curvas se aplanan, lo que sugiere que el retraso en la cirugía durante esos primeros días conlleva peores resultados. Además, vimos que la mediana de días transcurridos entre el inicio de los síntomas del DRR y la cirugía es mayor en los casos de: disrupción en la capa de interdigitaciones del EPR, disrupción en los elipsoides, disrupción en la MLE y alteración en la CNE. No obstante, sin p significativas. Esto puede deberse a que hay muchos otros factores que influyen, entre ellos la experiencia del cirujano. Los pacientes fueron intervenidos por cinco oftalmólogos de nuestro servicio, todos ellos con una experiencia quirúrgica de más de 10 años para el DRR. El único artículo en el que hemos visto que analicen la relación entre el tiempo transcurrido antes de la cirugía del DRR y la OCT macular postoperatoria es el de Lecleire-Collet et al en 2005, donde no encontraron relación entre estas variables. No obstante, ellos sólo se fijaron en el perfil de la mácula en la OCT, ya que utilizaron una OCT previa a los modelos actuales (sin especificar cuál) y no les permitía ver muchos detalles de las capas de la retina (8).

Los DRR sintomáticos agudos deben ser operados de manera preferente para obtener un mejor pronóstico visual, sobre todo si aún no han afectado la mácula (6). En la mayoría de los centros, el desprendimiento de retina se aborda como una urgencia diferida. Hajari et al encontraron un riesgo menor a 0.7% de progresión de DRR mácula-on a mácula-off, si el inicio de la cirugía no se retrasaba más allá de las 72 horas. Además, este retraso moderado de hasta 72 horas facilita que un cirujano experto y descansado pueda llevar a cabo la intervención, situación que conlleva mejores resultados (7). En 2008 un paciente denunció en Dinamarca que debido a ser intervenido con retraso de su DRR presentaba un daño permanente en su visión. La cirugía se realizó 3 días después de que contactara con el servicio de Oftalmología. La Corte Suprema danesa en

su veredicto indicó que no hay suficiente conocimiento del riesgo de progresión del DRR entre una cirugía temprana versus una cirugía tardía (7).

Los 50 ojos de nuestro estudio que fueron intervenidos por vitrectomía y cerclaje escleral presentan una sensibilidad media de  $23,35 \pm 3,35$ . Los 17 ojos en los que se llevó a cabo únicamente vitrectomía tienen una sensibilidad de  $22,65 \pm 3,74$ . Los 6 ojos en los que se llevó a cabo únicamente cerclaje escleral tienen una sensibilidad de  $23,33 \pm 1,53$ . En los 3 casos restantes en los que se realizó retinopexia neumática la sensibilidad es de  $23,5 \pm 3,14$ . Estas diferencias no alcanzaron significación estadística, por lo cual no podemos concluir que la sensibilidad retiniana dependa del tipo de cirugía elegida ( $p = 0,897$ ). En el estudio de Schaal et al, con 1.226 pacientes divididos en grupos según la técnica quirúrgica, no vieron diferencias estadísticamente significativas en la AV final en cuanto a los diferentes procedimientos (13). No hemos encontrado publicaciones en las que se haya analizado la diferencia en la sensibilidad microperimétrica entre los diferentes procedimientos quirúrgicos.

Por último, en nuestro estudio, los pacientes en los que se realizó el pelado de la MLI durante la cirugía presentaron peor MAVC postoperatoria ( $p = 0,002$ ), menor sensibilidad microperimétrica ( $p = 0,013$ ), mayor presencia de metamorfopsias ( $p = 0,026$ ) y mayores quejas visuales. A pesar de prevenir el desarrollo de MER, el pelado de la MLI también resultó en peor MAVC postoperatoria y menor sensibilidad microperimétrica en el trabajo de Eissa et al (14).

### **5.3. Limitaciones y puntos fuertes**

#### **- Limitaciones**

El número de pacientes. Se necesitarían estudios más amplios para corroborar nuestras hipótesis.

Sesgo de selección. La selección retrospectiva de pacientes. En el momento del estudio sí que realizamos prospectivamente la exploración de la MAVC postoperatoria, rejilla de Amsler, microperimetría y OCT macular. No obstante, al haber seleccionado retrospectivamente los pacientes, y por tanto los pacientes ya habían sido intervenidos quirúrgicamente, no se puede comprobar que el DRR que tuvieron fuera mácula-off o mácula-on con OCT macular, sino que nos basamos en la exploración del fondo de ojo descrita en su historia clínica cuando acudieron a urgencias. Hacer la OCT preoperatoria es difícil logísticamente, pues los pacientes son diagnosticados en urgencias, donde acuden a cualquier hora del día y se antepone la premura de programar la cirugía antes que realizar pruebas complementarias. En la gran mayoría de artículos en los que se ha realizado OCT macular en el contexto de DRR, la prueba ha tenido lugar después del tratamiento quirúrgico. El interés de los autores ha recaído en buscar una relación entre los hallazgos de la OCT postoperatoria y los resultados de las pruebas funcionales (9,16–23,33).

Sesgo en la planificación. Los datos sobre la sintomatología de los pacientes no los recogí con un cuestionario o escala, sino anotando los síntomas que describían.

Sesgo de muestreo. Tras la búsqueda informática, contacté con los pacientes por teléfono y participaron en el estudio voluntariamente; pero esto lleva a que los pacientes más recientes y/o con más síntomas, tuvieran más tendencia a querer participar en el estudio lo que conlleva un sesgo de falta de representatividad. Además, todos los pacientes provienen del mismo centro hospitalario y que por tanto viven en la misma área de la ciudad.

Sesgo por el instrumento de medición, pues las pruebas funcionales como la AV, la microperimetría y el test de Amsler son subjetivas y podría haber variaciones intraindividuales. Para disminuir el efecto aprendizaje lo mejor es repetir la prueba, pero la microperimetría dura de 4 a 7 minutos por ojo y no se ha visto que haya efecto aprendizaje en la microperimetría en los estudios publicados (27).

Muchos factores influyen cuando se opera un paciente, por lo que relaciones que hemos establecido como el número de días previos a la cirugía y la sensibilidad

microperimétrica podrían verse sesgadas por no tener en cuenta otros factores influyentes como la experiencia del cirujano.

#### **- Puntos fuertes**

El hecho de que todos los pacientes provengan del mismo centro permite que hayan sido explorados con los mismos aparatos y en las mismas condiciones, lo que conlleva menos riesgo de sesgos de medición. Además, todas las exploraciones fueron realizadas por la misma oftalmóloga.

El número de casos que presentamos, 76, es un número bastante grande de pacientes en comparación a otros estudios similares.

El nuestro es el primer estudio que realiza microperimetría MAIA y OCT macular de tipo SD-OCT en pacientes intervenidos por DRR.

No hemos encontrado otras publicaciones en las que se haya analizado la diferencia en la sensibilidad microperimétrica entre los diferentes procedimientos quirúrgicos.

Sólo hemos encontrado otro trabajo en el que se analice la relación entre las molestias visuales y las lesiones encontradas en la OCT macular, pero de forma diferente a la nuestra. A nuestros pacientes les preguntaba abiertamente si presentaban alguna queja visual. Ellos no obtuvieron relación entre las dos variables, por lo que el nuestro es el primer trabajo en el que se halla asociación entre la presencia de síntomas visuales por parte del paciente y las alteraciones de la OCT macular, de forma estadísticamente significativa en el caso de la MLE y la CNE. Los síntomas visuales son frecuentemente infraestimados en la práctica clínica a pesar de tener gran relevancia, sobre todo en las patologías maculares (35).

En la literatura científica únicamente hemos encontrado un artículo en el que se estudie la relación entre el tiempo transcurrido antes de la cirugía del DRR y la OCT macular postoperatoria (8).

## **5.4. Implicaciones para la práctica clínica**

Este estudio arroja luz sobre la relación entre el DRR, las lesiones que encontramos en la OCT macular y la afectación funcional que observamos en los resultados de la MAVC, el test de Amsler y la microperimetría.

Nuestro estudio apoya los resultados previos publicados que establecen una relación entre la MAVC postoperatoria, la presencia de metamorfopsias, la sensibilidad microperimétrica y el estado de la retina externa en la OCT macular. Además, por primera vez se ha visto una relación entre las lesiones maculares y la presencia de síntomas visuales descritos por el paciente. También corroboramos que se obtienen resultados peores en el caso de los DRR con mácula-off y cuando hay demora de la cirugía. Estos hallazgos sugieren que el DRR debería recibir tratamiento quirúrgico antes de que la retina externa se afecte y así poder alcanzar un mejor pronóstico visual con mejores valores de sensibilidad microperimétrica (21,22,33).

En nuestro estudio, los pacientes en los que se realizó el pelado de la MLI durante la cirugía presentaron menos MAVC postoperatoria, peor sensibilidad microperimétrica y mayor presencia de metamorfopsias y síntomas visuales. El pelado de la MLI se realiza para prevenir el desarrollo de MER, pero hemos visto en nuestros pacientes que la MER es la única alteración de la OCT macular que no se relaciona de forma significativa con una menor MAVC postoperatoria ni con menor sensibilidad microperimétrica. Tampoco se asocia a la presencia de metamorfopsias y síntomas visuales de forma estadísticamente significativa.

## **5.5. Líneas futuras de investigación**

Las hipótesis tendrían que confirmarse con estudios mayores, multicéntricos y prospectivos. En ellos deberían realizarse las diferentes exploraciones anatómicas y funcionales para conocer en detalle el estado de la mácula. La tecnología de los aparatos

de exploración en la Oftalmología avanza rápido, por lo que seguramente en pocos años contaremos con microperímetros y OCT capaces de detectar anomalías que no son visibles actualmente.

Además, nunca hay que olvidar recoger datos sobre la sintomatología visual del paciente tanto en la anamnesis como durante el seguimiento y no basar toda nuestra actuación en las pruebas complementarias.

# **Conclusiones**



1. Los ojos que han sufrido un DRR mácula-off presentan más lesiones en la OCT macular que los casos con respeto macular. Además, los casos mácula-off también están asociados de forma estadísticamente significativa con más síntomas visuales, más metamorfopsias en la rejilla de Amsler y menos MAVC postoperatoria.

2. A pesar de una MAVC postoperatoria buena, promedio de 0,7 (en escala decimal) en nuestro estudio, un 67% de casos presentaron metamorfopsias en el test de Amsler y sólo el 18% obtuvo una sensibilidad microperimétrica en el rango normal. Realizar pruebas funcionales a los pacientes que han sido tratados por DRR más allá de la rutinaria medición de la AV permite comprender mejor su sintomatología.

3. El intervalo de tiempo entre el inicio de los síntomas y la cirugía es mayor en los casos de DRR mácula-off. La MAVC postoperatoria y la sensibilidad microperimétrica disminuyen a medida que transcurren los días antes de la cirugía. Un mayor intervalo de tiempo se asocia también, pero no de forma estadísticamente significativa, a la disrupción en la capa de interdigitaciones del EPR, disrupción en los elipsoides, disrupción en la MLE y la alteración en la CNE. Estos hallazgos sugieren que el DRR debería recibir tratamiento quirúrgico antes de que la mácula se afecte y así mejorar el pronóstico visual.

4. Las lesiones detectadas en la OCT se asocian a una menor sensibilidad retiniana y menor MAVC postoperatoria de forma estadísticamente significativa, menos en el caso de la MER. En cuanto a las metamorfopsias, todas las capas se relacionan con su presencia, pero sólo estadísticamente significativa en el caso de la CNE y cercano a ella en el caso de la capa de los elipsoides. En cuanto a los síntomas visuales ocurre lo mismo, todas se relacionan, pero de forma relevante sólo en el caso de la MLE y la CNE. Debemos por tanto realizar OCT macular en el postoperatorio de estos pacientes pues es una herramienta clave.

5. La realización de pelado de la MLI durante la vitrectomía se ha relacionado con peor MAVC postoperatoria, menor sensibilidad microperimétrica, mayor presencia de metamorfopsias, mayor presencia de síntomas visuales y con más alteraciones en la OCT macular. El pelado de la MLI se realiza para prevenir el desarrollo de MER, pero

hemos visto en nuestros pacientes que la MER es la única alteración de la OCT macular que no se relaciona de forma significativa con ninguno de los parámetros funcionales analizados.

# **Bibliografía**

1. McCannel CA, editor. Basic and Clinical Science Course (BCSC), Section 12: Retina and Vitreous. American Academy of Ophthalmology; 2016.
2. Staurengi G, Sadda S, Chakravarthy U, Spaide RF. Proposed lexicon for anatomic landmarks in normal posterior segment spectral-domain optical coherence tomography: The IN•OCT consensus. *Ophthalmology* [Internet]. 2014;121(8):1572–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.02.023>
3. Gupta MP, Herzlich AA, Sauer T, Chan CC. Retinal anatomy and pathology. *Dev Ophthalmol*. 2015;55:7–17.
4. Spaide RF, Curcio CA. Anatomical correlates to the bands seen in the outer retina by optical coherence tomography: Literature review and model. *Retina*. 2011;31(8):1609–19.
5. Fernandez Martinez C, Martinez Toldos J, Almiñana Almiñana A, Fernandez Artola F. Actualización en autofluorescencia retiniana. *Lab Thea*. 2013;3(2).
6. Bowling B. Kanski. *Oftalmología clínica*. 8th ed. Elsevier, editor. 2016.
7. Hajari JN. Optimizing the treatment of rhegmatogenous retinal detachment. *Acta Ophthalmol*. 2016;94(6):628.
8. Lecleire-Collet A, Muraine M, Menard J-F, Brasseur G. Predictive visual outcome after macula-off retinal detachment surgery using optical coherence tomography. *Retina* [Internet]. 2005 Jan;25(1):44–53. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15655440>
9. Díaz-Barreda MD, Bartolomé-Sesé I, Boned-Murillo A, Ferreras A, Orduna-Hospital E, Ascaso FJ, et al. Microperimetry-assessed functional alterations and OCT-changes in patients after retinal detachment surgery using pars plana vitrectomy and SF6 tamponade. *Diagnostics*. 2021;11(7).
10. Bjerrum SS, Mikkelsen KL, La Cour M. Risk of pseudophakic retinal detachment in 202 226 patients using the fellow nonoperated eye as reference. *Ophthalmology* [Internet]. 2013;120(12):2573–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.07.045>
11. Arroyo JG, Yang L, Bula D, Chen DF. Photoreceptor apoptosis in human retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(4):605–10.
12. Schmidt I, Plange N, Rößler G, Schellhase H, Koutsonas A, Walter P, et al. Long-term Clinical Results of Vitrectomy and Scleral Buckling in Treatment of

- Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Sci World J.* 2019;2019.
13. Schaal S, Sherman MP, Barr CC, Kaplan HJ. Primary retinal detachment repair: Comparison of 1-year outcomes of four surgical techniques. *Retina.* 2011;31(8):1500–4.
  14. Eissa MGAM, Abdelhakim MASE, Macky TA, Khafagy MM, Mortada HA. Functional and structural outcomes of ILM peeling in uncomplicated macula-off RRD using microperimetry & en-face OCT. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256(2):249–57.
  15. Ibne Mokbul M. Optical Coherence Tomography: Basic Concepts and Applications in Neuroscience Research. *J Med Eng.* 2017;2017:1–20.
  16. Smith AJ, Telander DG, Zawadzki RJ, Choi SS, Morse LS, Werner JS, et al. High-resolution Fourier-domain optical coherence tomography and microperimetric findings after macula-off retinal detachment repair. *Ophthalmology.* 2008 Nov;115(11):1923–9.
  17. Zhou C, Lin Q, Chen F. Prevalence and predictors of metamorphopsia after successful rhegmatogenous retinal detachment surgery: A cross-sectional, comparative study. *Br J Ophthalmol.* 2017;101(6):725–9.
  18. Van De Put MAJ, Vehof J, Hooymans JMM, Los LI. Postoperative metamorphopsia in macula-off rhegmatogenous retinal detachment: Associations with visual function, vision related quality of life, and optical coherence tomography findings. *PLoS One [Internet].* 2015;10(4). Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0120543>
  19. Wang Y, Li SY, Zhu M, Chen SJ, Liu Y, Men XH, et al. Metamorphopsia after successful retinal detachment surgery: An optical coherence tomography study. *Acta Ophthalmol Scand.* 2005;83(2):168–71.
  20. Rossetti A, Doro D, Manfre A, Midena E. Long-term follow-up with optical coherence tomography and microperimetry in eyes with metamorphopsia after macula-off retinal detachment repair. *Eye (Lond).* 2010 Dec;24(12):1808–13.
  21. Gharbiya M, Grandinetti F, Scavella V, Cecere M, Esposito M, Segnalini A, et al. Correlation between spectral-domain optical coherence tomography findings and visual outcome after primary rhegmatogenous retinal detachment repair. *Retina.* 2012 Jan;32(1):43–53.
  22. Delolme MP, Dugas B, Nicot F, Muselier A, Bron AM, Creuzot-Garcher C. Anatomical and functional macular changes after rhegmatogenous retinal

- detachment with macula off. *Am J Ophthalmol*. 2012 Jan;153(1):128–36.
23. Wakabayashi T, Oshima Y, Fujimoto H, Murakami Y, Sakaguchi H, Kusaka S, et al. Foveal Microstructure and Visual Acuity after Retinal Detachment Repair. Imaging Analysis by Fourier-Domain Optical Coherence Tomography. *Ophthalmology* [Internet]. 2009;116(3):519–28. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.10.001>
  24. Martín AM, Piñero DP, Pérez-Cambrodí RJ. Normal values for microperimetry with the MAIA microperimeter: Sensitivity and fixation analysis in healthy adults and children. *Eur J Ophthalmol*. 2017;27(5):607–13.
  25. Markowitz SN, Reyes S V. Microperimetry and clinical practice: An evidence-based review. *Can J Ophthalmol* [Internet]. 2013;48(5):350–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcjo.2012.03.004>
  26. Tripathy K, Salini B. Amsler Grid [Internet]. *StatPearls*. 2021. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30844168>
  27. Hirooka K, Misaki K, Nitta E, Ukegawa K, Sato S, Tsujikawa A. Comparison of macular integrity assessment (MAIA™), MP-3, and the Humphrey field analyzer in the evaluation of the relationship between the structure and function of the Macula. *PLoS One* [Internet]. 2016;11(3):1–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0151000>
  28. Leisser C, Palkovits S, Hirnschall N, Georgiev S, Findl O. Reproducibility of microperimeter 3 (mp-3) microperimetry in open-angle glaucoma patients. *Ophthalmic Res*. 2020;63(3):302–8.
  29. Henry J. Operating manual. *TLS - Times Lit Suppl*. 2016;(5911):29.
  30. Martínez-Costa L, VictoriaIbañez M, Murcia-Bello C, Epifanio I, Verdejo-Gimeno C, Beltrán-Catalán E, et al. Use of microperimetry to evaluate hydroxychloroquine and chloroquine retinal toxicity. *Can J Ophthalmol* [Internet]. 2013;48(5):400–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcjo.2013.03.018>
  31. Vujosevic S, Smolek K, Lebow KA. Detection of Macular Function Changes in Early ( AREDS 2 ) and Intermediate ( AREDS 3 ) Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmologica*. 2011;225:155–60.
  32. Sun Z, Gan D, Jiang C, Wang M, Sprecher A, Jiang AC, et al. Effect of preoperative retinal sensitivity and fixation on long-term prognosis for idiopathic macular holes. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2012;250(11):1587–96.

33. Noda H, Kimura S, Hosokawa MM, Shiode Y, Doi S, Takahashi K, et al. Effect of rhegmatogenous retinal detachment on preoperative and postoperative retinal sensitivities. *Sci Rep* [Internet]. 2020;10(1):1–8. Available from: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-78693-5>
34. McGowan G, Yorston D, Strang NC, Manahilov V. A novel method of measuring metamorphopsia in epiretinal membrane and macular hole. *Retina*. 2016;36(4):703–8.
35. Midená E, Vujosevic S. Metamorphopsia: An Overlooked Visual Symptom. *Ophthalmic Res*. 2015;55(1):26–36.
36. Van Bussel EM, Van Der Valk R, Bijlsma WR, La Heij E. Impact of duration of macula-off retinal detachment on visual outcome. A Systematic Review and Meta-analysis of Literature. *Retina*. 2014;34:1917–25.