



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE MEDICINA

Máster en Rehabilitación Visual

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

Estrategias de rehabilitación en pacientes
con DMAE

Presentado por Juan Oliveros López

Tutelado por: Mario Crespo Moral

En Valladolid, a 23 de junio de 2018

ÍNDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Factores de riesgo	5
1.2. Epidemiología	6
1.3. Cuadro clínico	6
1.3.1. DMAE exudativa	7
1.3.2. DMAE atrófica	7
1.4. Tratamientos para la DMAE	8
1.4.1. Fotocoagulación láser	8
1.4.2. Radiación	8
1.4.3. Terapia fotodinámica	9
1.4.4. Terapia con anti-VEGF	9
1.4.4.1. Pegaptanib sodio	10
1.4.4.2. Bevacizumab	10
1.4.4.3. Ranibizumab	10
1.4.4.4. Aflibercept	10
1.5. Rehabilitación visual y DMAE	11
1.6. Justificación del trabajo	12
2. OBJETIVOS.....	13
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	14
4. RESULTADOS.....	15
4.1. Evaluación inicial.....	15
4.2. Valoración funcional de la visión	16
4.3. Ayudas ópticas para pacientes con DMAE	17
4.3.1. Filtros	18
4.3.2. Telescopios	19
4.3.3. Prismas	20
4.3.4. Microscopios, lupas y telemicroscopios	22
4.4. Ayudas no ópticas para pacientes con DMAE	23
4.5. Uso de la microperimetría en pacientes con DMAE	25

4.6. Nuevas tecnologías para pacientes con DMAE	28
6. DISCUSIÓN	30
5. CONCLUSIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	34

Resumen

OBJETIVO: conocer las principales estrategias de rehabilitación utilizadas en los pacientes con degeneración macular asociada a la edad (DMAE).

MÉTODO: se realizó una revisión bibliográfica en distintas plataformas de búsqueda, revistas, artículos y libros.

RESULTADOS: tras un amplio análisis de la bibliografía, la atención a pacientes con DMAE comienza con una evaluación inicial para conocer la máxima información posible sobre el paciente y su entorno; siguiendo con la valoración funcional de la visión; para, finalmente, utilizar diversas ayudas y estrategias para la rehabilitación del paciente. Las ayudas ópticas como lupas y microscopios o no ópticas como pueden ser una buena iluminación son básicas. Es la microperimetría una de las técnicas más importantes para delimitar y entrenar el locus retiniano preferencial de estos pacientes; sin olvidar los últimos avances como los implantes retinianos.

CONCLUSIÓN: la degeneración macular asociada a la edad tiene diversas estrategias de rehabilitación basadas fundamentalmente en las ayudas tanto ópticas como no ópticas, y el uso de la microperimetría.

PALABRAS CLAVE: rehabilitación visual, DMAE, microperimetría.

1. Introducción

La degeneración macular asociada a la edad (DMAE) es una enfermedad que afecta a la retina central, concretamente a la mácula, epitelio pigmentario de la retina (EPR) y membrana de Bruch cuyos signos suelen comenzar a partir de los 50 años de edad^{1,2} siendo la principal causa de ceguera en países desarrollados³.

Existen dos formas de DMAE, seca o atrófica y húmeda o exudativa. La primera destaca por la presencia de drusas, progresión lenta y atrofia geográfica del EPR¹; mientras que en la forma exudativa predomina la neovascularización coroidea y una progresión mucho más rápida^{1,4}.

1.1. Factores de riesgo

La edad es el principal factor de riesgo, aunque existen otros también importantes como enfermedades cardiovasculares, obesidad, hipertensión, raza blanca, cirugía de cataratas, iris claro y factores genéticos; siendo el tabaquismo el único factor de riesgo modificable^{1,3,5}.

Se ha estudiado la existencia de un componente genético en el desarrollo de la DMAE, destacando una variante alélica en el gen del factor de complemento H (CFH)⁵. El complemento H es un complemento proteico que posee una función reguladora en el sistema inmune, incluyendo la muerte celular programada o la defensa microbiana⁶. Se sabe que el CFH regula la acción del complejo de ataque a membrana (MAC), que tiene importancia como mediador inmune en la membrana de Bruch y en el desarrollo de drusas⁴. La relación entre DMAE y complemento H quedó demostrada mediante tres estudios independientes pero simultáneos en 2005^{7,8,9}. Los tres estudios concluyeron que existía un polimorfismo en el gen del complemento de factor H relacionado con la presencia de la enfermedad, apareciendo en fases avanzadas de la enfermedad una mayor relación entre la mutación genética y la DMAE.

1.2. Epidemiología

La DMAE es la principal causa de ceguera en países occidentales, con una prevalencia del 10% de la población mayor de 60 años y del 30% en mayores de 75 años^{1,5}.

En un estudio europeo en 2006¹⁰ se evaluaron 5040 sujetos mayores de 65 años y se encontró que un 95% de los evaluados tenían algún grado de maculopatía. Aunque aproximadamente un 80% se clasificaron en grados 0 (solo drusas duras) y 1 (drusas blandas o anomalías pigmentarias); la prevalencia de DMAE atrófica era de 1,2%; 1,7% para la DMAE exudativa y, en el caso de DMAE bilateral, del 1,4.

Ese mismo año se llevó a cabo un estudio en España para determinar la prevalencia de la DMAE y su estimación para 2025¹¹. Se llevó a cabo por intervalos de edad, comenzando por 55 años y para 2005 se encontraron 311.378 casos, presentándose un mayor aumento de la incidencia a partir de los 75 años. La proyección para 2025 es un aumento de los casos, debido al envejecimiento de la población, con un total de 565.810 casos.

1.3. Cuadro clínico

Como se ha mencionado anteriormente, se pueden distinguir dos formas en la DMAE, exudativa y atrófica. Además, presenta una serie de características precoces y otras tardías¹:

- *Precoces*: drusas, hiperpigmentación del EPR y también áreas delimitadas de despigmentación del EPR.
- *Tardías*: atrofia geográfica del EPR con vasos coroideos subyacentes visibles, neovascularización sub o intrarretiniana y tejido cicatricial.

Las drusas son acúmulos de material anormal en la membrana de Bruch procedentes del EPR, con coloración blanco amarillenta dada su composición lipídica^{1,12}. Aunque no son una causa de DMAE, si aumenta el riesgo de padecerla en pacientes con drusas, especialmente las blandas¹². Las drusas duras son puntos focales blanco-amarillentos presentes en la mayoría de personas mayores de 70 años, producidos por una hipofuncionalidad del EPR

y, normalmente, no producen ningún efecto sobre el paciente. Por su parte, las drusas blandas poseen unos bordes menos definidos, son más grandes y pueden confluir, siendo precursoras de la DMAE tanto exudativa como atrófica^{1,12}.

1.3.1. DMAE exudativa

La forma exudativa de la DMAE es menos frecuente pero su evolución es rápida y dramática¹. Se caracteriza por la neovascularización coroidea a partir de nuevos vasos sanguíneos. Estos nuevos vasos intentan solucionar una anomalía retiniana, como podrían ser las drusas, pero crecen de una manera anómala y son susceptibles a romperse, generando hemorragias que impiden que la luz llegue a los fotorreceptores, dando una pérdida de visión central, ya que se produce en la mácula¹². Dichos vasos se forman a partir de capilares y se denomina angiogénesis¹³. Además, existe una correlación con la calcificación y roturas focales en la membrana de Bruch y la aparición de la neovascularización coroidea¹⁴. Otros signos pueden ser sangre en el espacio subretiniano o los exudados lipídicos. A lo largo de los años se han desarrollado distintos tratamientos para intentar frenar el avance de la patología, que van desde el uso de láser hasta el uso de antiangiogénicos intravítreos.

1.3.2. DMAE atrófica

Es la forma más frecuente, siguiendo una evolución lenta cuyas características más relevantes son las drusas y la atrofia geográfica del EPR¹. La afectación en esta forma suele ser bilateral aunque asimétrica.

Suele debutar con drusas maculares y una atrofia focal del EPR; seguidas de zonas bien delimitadas de atrofia del EPR y la coriocalpilar. Las drusas pueden confluir, lo que aceleraría la atrofia del EPR¹⁵. En las formas más avanzadas, puede distinguirse una atrofia geográfica y los vasos pueden hacerse visibles^{1,15}. De afectarse la fóvea, la agudeza visual se ve muy disminuida. A diferencia de la forma exudativa, no tiene tratamiento.

1.4. Tratamientos para la DMAE

Como se ha mencionado en el apartado anterior, los tratamientos se centran en la DMAE exudativa y no en la atrófica. A continuación se resumen las principales técnicas terapéuticas utilizadas en la DMAE exudativa:

1.4.1. Fotocoagulación láser:

Fue el primer tratamiento para la neovascularización coroidea en DMAE a partir de 1979 y el Estudio de Fotocoagulación Macular (MPS)¹⁵. Se observó que el pronóstico de los pacientes con DMAE sin tratar era muy malo, llegando a ceguera y era necesario un tratamiento que frenase la progresión de la enfermedad en casos con neovascularización extrafoveal; ya que el láser quemaba el tejido retiniano, desapareciendo la función visual en esa parte^{4,15,16,17}. Por tanto, los pacientes con neovascularización en la zona macular no podían ser tratados.

Esta técnica consistía en impactar con un láser sobre la retina para producir calor y que las proteínas coagularan para así frenar la aparición de neovasos, ya que no habría un tejido que necesitase el aporte sanguíneo de dichos vasos¹⁸. Sin embargo, aunque el pronóstico era mejor frente a los pacientes no tratados, no se prevenía la pérdida visual debida a la neovascularización coroidea¹⁵; además de la aparición de la neovascularización coroidea en zonas adyacentes a la fotocoagulación⁴. Esta técnica fue, durante muchos años el único tratamiento para la DMAE exudativa⁵.

1.4.2. Radiación

Con este procedimiento se intenta afectar la angiogénesis de los neovasos coroides ya sea de manera directa destruyendo células endoteliales y citoquinas o bien indirectamente sobre genes que regulan la acción de las citoquinas. Se puede administrar mediante braquiterapia directamente sobre el tejido afectado; o bien mediante teleterapia administrando el isótopo

externamente¹⁵. Las más comunes son la braquiterapia epimacular cerca de la mácula y la radioterapia estereotactica de manera externa.

1.4.3. Terapia fotodinámica

El fundamento de esta técnica es la inyección de una sustancia fotosensible en vena para activarla a nivel de los neovasos coroideos utilizando un láser⁵. Normalmente como sustancia fotosensible se utiliza el medicamento verteporfina^{4,15}. En 1999 se probó la eficacia de la terapia fotodinámica para frenar la neovascularización coroidea; así como las máximas y mínimas dosis para lograr el efecto deseado, siendo de 150J/cm² y 25 J/cm² respectivamente^{14,19}.

1.4.4. Terapia con anti-VEGF

Las inyecciones intravítreas repetidas de fármacos anti-VEGF son en la actualidad el tratamiento más utilizado en la DMAE en su forma húmeda^{5,20}. El factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) es un factor angiogénico y vasculogénico; es decir, implicado en la formación de nuevos vasos a partir de otros existentes y en la formación de los vasos embrionarios; así como en su reaparición^{21,22}. Se encontró que el VEGF tenía un importante papel en la neovascularización coroidea¹⁵.

En el ojo, el VEGF se produce por las células del EPR, los pericitos, las células endoteliales, las células gliales, las células de Müller y las células ganglionares. Existe una sobreexpresión del VEGF en el EPR en los ojos con DMAE, así como en el humor vítreo. El mayor grosor y la hidrofobia de la membrana de Bruch puede disminuir la difusión de oxígeno desde la coroides hacia la retina, generando hipoxia. Esta hipoxia es un estímulo potente del VEGF⁴. Por ello, se comenzaron a desarrollar fármacos anti-VEGF para el tratamiento de la DMAE exudativa, en la cual predomina la neovascularización.

A continuación se detallan brevemente los principales fármacos anti-VEGF utilizados:

1.4.4.1. Pegaptanib sodio (Macugen, Eyetech Pharmaceuticals and Pfizer Inc., Nueva York, EEUU)

Es el aptámero del VEGF que más se asocia a la DMAE que inhibe dicho factor de crecimiento evitando la unión del ligando con el receptor específico^{14,20}. A pesar de que el tratamiento era prometedor, diversos estudios encontraron que la mejora visual de los pacientes era baja ya que la lesión debía ser únicamente neovascularización coroidea, sin atrofia macular⁴. En la actualidad este fármaco ha sido sustituido por otros antiangiogénicos.

1.4.4.2. Bevacizumab (Avastin, Genentech, South San Francisco, California, EEUU)

Este fármaco es un anticuerpo monoclonal recombinado humanizado que se comenzó a utilizar para el tratamiento del carcinoma colorectal en 2004 tras la aprobación de la FDA^{14,20}. Se observaron resultados positivos en pacientes con cáncer de colon y DMAE; aunque en diversos estudios se observaron complicaciones, al inyectarse de manera intravítrea, no se encontraron dichas complicaciones¹⁵.

1.4.4.3. Ranibizumab (Lucentis, Novartis Europharm Ltd., Basilea, Suiza)

Ranibizumab es un fragmento del anticuerpo monoclonal humanizado contra el VEGF-A; siendo un derivado del bevacizumab y con una acción que evita la unión ligando-receptor al igual que lo hace el pegaptanib sodio^{20,23}. Fue aprobado por la FDA en 2006 para el tratamiento de la DMAE¹⁵. Los resultados de este medicamento son buenos¹⁵ y similares a los de bevacizumab²⁴.

1.4.4.4. Aflibercept (Eylea, Regeneron, Tarrytown, Nueva York, EEUU y Bayer, Basilea, Suiza)

Esta proteína de fusión formada por las porciones 1 y 2 del VEGF humano fusionados con la porción Fc de la inmunoglobulina 1 humana²⁵, presenta la característica de realizar su acción sobre todos los tipos de VEGF,

así como del factor de crecimiento placentario (PIGF)¹⁵. Este fármaco es uno de los últimos desarrollados para el tratamiento de la DMAE exudativa.

1.5. Rehabilitación visual y DMAE

Para hablar de rehabilitación visual es necesario primero abordar los términos baja visión y discapacidad visual. En cuanto a la baja visión, no existía una definición establecida, por lo que en los años 1992 y 2011 la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció que una persona con baja visión posea una agudeza visual en su mejor ojo de 0.3 o inferior en notación decimal tras refracción^{26,27}. Esto significa que existe un resto visual que puede utilizarse con ayudas, entrenamiento y rehabilitación. También se tiene en cuenta el campo visual, considerándose también baja visión un campo inferior a 10° desde el punto de fijación²⁶. Por su parte, se define como discapacidad visual la deficiencia en el funcionamiento de los ojos o del sistema visual que limita la independencia personal o socioeconómica²⁸. Así, encontramos distintos niveles de discapacidad visual, mostrados a continuación:

- *Discapacidad visual leve o ausencia de discapacidad ($AV \geq 0.3$)*
- *Discapacidad visual moderada ($AV < 0.3$ y $AV > 0.1$)*
- *Discapacidad visual severa (o grave) ($AV \leq 0.1$ y $AV \geq 0.05$)*
- *Ceguera ($AV < 0.05$)*

La rehabilitación visual es el mecanismo mediante el cual se pretende conseguir una recuperación de las habilidades del sujeto con discapacidad visual, con la ayuda del rehabilitador, ayudas ópticas y no ópticas y un entrenamiento perfectamente planificado. En la degeneración macular asociada a la edad se produce una pérdida de visión central, lo que dificulta el reconocimiento de objetos y la lectura mayormente. Por tanto, la mayor parte de la rehabilitación va a ir dirigida a conseguir una mayor independencia en ese tipo de tareas. Para ello, como se explicará detenidamente más adelante, se entrena un nuevo locus retiniano preferencial, uso de ayudas para lectura y una correcta iluminación y posición de atriles.

1.6. Justificación del trabajo

La degeneración macular asociada a la edad es la principal causa de ceguera en países desarrollados, con una epidemiología creciente dado el aumento de la esperanza de vida en estos países. Además, se trata de una enfermedad sin un tratamiento que la cure y solo en su forma exudativa se puede intentar frenar su avance. Por ello, es necesario conseguir las mejores estrategias de rehabilitación visual para estos pacientes, así como conocer los últimos avances en ellas para poder aplicarlas en el día a día de nuestras consultas a estos pacientes.

2. Objetivos

1. Realizar una revisión bibliográfica sobre la DMAE para conocer sus factores de riesgo, epidemiología, patogénesis y tratamientos.
2. Conocer el estado actual de las estrategias de rehabilitación visual en pacientes con DMAE y sus avances.

3. Material y métodos

Se llevó a cabo una intensa revisión bibliográfica en distintos medios, tanto físicos como electrónicos, consultando libros, revistas, tesis doctorales y artículos de investigación en bibliotecas, Internet y en las distintas plataformas de búsqueda científica, como PubMed, Medline, Google Académico y soporte cisco de la Universidad Complutense de Madrid. A continuación se muestra en una tabla algunos de los términos buscados en distintas plataformas y el número de citas:

Tabla 1: Algunos términos buscados en distintas plataformas, con el correspondiente número de citas

Término	Plataforma	Citaciones
AMD	PubMed	10.789
AMD Visual Rehabilitation	PubMed	171
Low Vision	PubMed	17.060
Anti-VEGF AMD	PubMed	1.265
Ranibizumab	PubMed	3.878
Bevacizumab	PubMed	15.262
Aflibercept	PubMed	1.486
Reading performance in AMD	PubMed	44
preferred retinal locus	PubMed	146
age related macular degeneration	Google académico	343.000
microperimetry AMD	Google académico	6.360
reading AMD	Google académico	125.000

4. Resultados: estrategias de rehabilitación en pacientes con DMAE

En primer lugar, es importante mencionar los principales problemas que tienen los pacientes con DMAE. Como ya se ha explicado, la degeneración macular asociada a la edad causa una pérdida del campo visual central, generando verdaderas dificultades en tareas como reconocimiento de caras o lectura entre otras actividades, lo que afecta a su actividad de la vida diaria. A diferencia de otras patologías que cursan con defectos de campo periférico y al verse afectada la mácula, la agudeza visual de estos pacientes se encuentra considerablemente reducida. Lo mismo ocurre con la sensibilidad al contraste, lo que dificulta el reconocimiento de formas²⁹. Los escotomas que aparecen son centrales, ya sean relativos o absolutos.

Existen varias estrategias y ayudas que pueden mejorar la calidad de vida de las personas con DMAE que van desde el uso de ayudas para lectura hasta el entrenamiento con microperimetría. En los siguientes apartados se relatarán las características de las distintas estrategias, comenzando por la evaluación inicial.

4.1. Evaluación inicial

La primera parte fundamental del proceso de rehabilitación es la evaluación y entrevista inicial. Su objetivo es conocer al paciente, su motivación, actividades que le gustaría realizar, datos clínicos, estado de su patología, apoyo familiar, etc. El paciente puede venir derivado del mismo centro a la unidad de rehabilitación visual o desde un centro externo, generalmente no acude por voluntad propia y acude con su historia clínica, siendo esto muy importante para conocer el caso³⁰. Esta parte es importante y, en caso de no conocer el estado de su patología, se deberá derivar al correspondiente especialista para su exploración y valoración.

4.2. Valoración funcional de la visión

La finalidad de la valoración funcional de la visión es doble, puesto que se pretende traducir los datos clínicos a datos más conocidos por el rehabilitando, conocer las implicaciones funcionales de su visión para compararlos con los datos objetivos de agudeza visual, campo visual y sensibilidad al contraste, y ponernos en el lugar de la persona con discapacidad visual para conocer los datos clínicos no aportados y darles un valor funcional³¹. Para dicha valoración, tendremos en cuenta las funciones visuales de agudeza visual, campo visual, sensibilidad al contraste, sensibilidad a las condiciones de iluminación y visión del color; a las que se deben sumar otros factores como la percepción subjetiva de la calidad visual, la edad, las enfermedades sistémicas asociadas y el tipo de actividad que se realice³². Como apuntó Barraga, es común considerar la baja visión como una característica del individuo, negando así la capacidad de adaptación y aprendizaje³⁰. Para que la valoración funcional de la visión sea más didáctica, se suelen analizar los componentes anteriormente mencionados en un orden establecido, siendo el siguiente:

- Valoración de la agudeza visual de lejos
- Valoración de la agudeza visual de cerca
- Valoración del campo visual
- Valoración de la sensibilidad al contraste
- Valoración de las condiciones de iluminación

La valoración de dichos componentes se realiza siempre con test estandarizados, tales como ETDRS en el caso de la agudeza visual y LH para la sensibilidad al contraste.

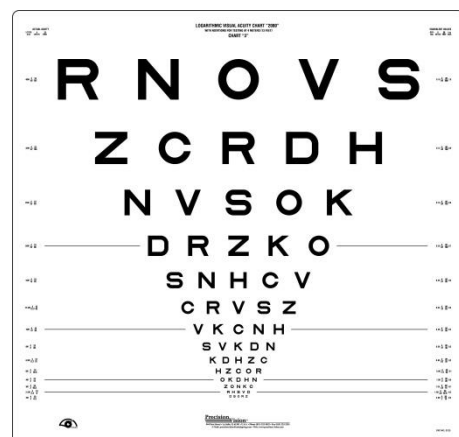


Figura 1. Test ETDRS para medida de la agudeza visual

Una de las principales demandas de los pacientes con DMAE es la recuperación de la capacidad de lectura³³. Constantemente leemos, tanto por ocio al leer una novela, por trabajo leyendo documentos o simplemente por necesidad para consultar la hora o el precio de un producto; es por ello por lo que la mayoría de ayudas y estrategias de rehabilitación para DMAE se centran en la lectura. Para valorar la capacidad lectora se deben medir otras capacidades que la constituyen, siendo la velocidad lectora, la comprensión lectora y los movimientos oculares³⁴:

- *Velocidad de lectura*: número de palabras que el paciente es capaz de leer por unidad de tiempo, normalmente expresada en palabras por minuto (ppm). Se deben descontar las palabras que el paciente no lee correctamente.
- *Comprensión lectora*: es el proceso mediante el cual se interioriza la información escrita leída con la información cognitiva de la memoria. Además, es necesaria una buena velocidad de lectura para poder tener comprensión del texto leído.
- *Movimientos oculares*: tanto los movimientos oculares sacádicos como los de seguimiento se ven involucrados en la lectura. Debido al escotoma central que aparece en DMAE, la capacidad de fijación se ve reducida y es más difícil dirigir los movimientos oculares a un punto de fijación concreto. También dependerá de la posición del escotoma y es uno de los puntos que se entrenan en el proceso de rehabilitación visual.

4.3. Ayudas ópticas para pacientes con DMAE

Existen múltiples ayudas ópticas para pacientes con DMAE, que van desde el uso de filtros hasta prismas, pasando por lupas o telescopios. A continuación se exponen varias de ellas:

4.3.1. Filtros

Un filtro es un dispositivo que modifica la distribución espectral de la luz que llega al ojo, bloqueando las distintas longitudes de onda del espectro de la radiación óptica, siendo su principal uso en casos de fotofobia y deslumbramiento²⁶. Se deben diferenciar los términos deslumbramiento y fotofobia. El deslumbramiento se produce cuando la luz ambiental genera un efecto adverso en la comodidad del sujeto, produciéndose una disminución de agudeza visual con luz excesiva. Por su parte, la fotofobia es una intolerancia a la luz que provoca verdadera molestia en el sujeto. En un estudio realizado en 2017 se midió la agudeza visual con optotipos negros sobre fondo blanco y viceversa, la sensibilidad al contraste y el deslumbramiento utilizando unas lentes fotocromáticas a las que se añadía un filtro azul-violeta, un filtro amarillo y una medida sin filtro. Los grupos se componían de 30 pacientes con escotoma central (grupo 1) y 30 con escotoma periférico (grupo 2). Cabe destacar que con el filtro azul-violeta se mejoraron los valores de todos los test significativamente, consiguiendo además una puntuación más alta en todos los test respecto al filtro amarillo³⁵. Este es un estudio que muestra la utilidad de los filtros en determinadas patologías para mejorar la calidad de visión de los pacientes. Pero el uso de filtros no es una ayuda nueva para los pacientes con degeneración macular, en 1993 Frennesson y Nilsson publicaron un artículo en el que se trata la influencia de filtros amarillos y naranjas en pacientes con degeneración macular asociada a la edad³⁶. A estos pacientes, con escotoma central absoluto, se midió la sensibilidad al contraste periférica y la agudeza visual con los filtros naranjas y amarillos, encontrándose mejoras significativas en la sensibilidad al contraste en algunas frecuencias espaciales y ningún cambio objetivo en la agudeza visual³⁶. Por ello, para la prescripción de filtros se deben probar en distintas situaciones previamente para asegurarnos que existe una mejora con los mismos, conociendo la opinión del paciente.

Otra opción para usar los filtros son las lentes de contacto²⁶. Su uso dependerá de la destreza del paciente, si las ha usado previamente y su motivación. Presentan ventajas frente a las lentes oftálmicas, tales como más

discretas estéticamente, evitan el deslumbramiento lateral y reducen la distorsión y aberraciones en altas potencias.



Figura 2: Filtros de absorción selectiva para montar sobre las gafas mediante un clip.

4.3.2. Telescopios

Un telescopio es un instrumento óptico que permite ampliar la imagen de un objeto lejano en la retina del observador²⁶. Esto permite a muchas personas con discapacidad visual, realizar tareas en visión lejana como localizar carteles, distinguir el número de autobús o leer el nombre de una calle. Existen principalmente dos tipos de telescopios, el de Galileo y el de Kepler³⁶. La diferencia radica en el ocular, compuesto por una lente positiva en el caso del telescopio de Kepler, y una lente negativa en el caso del Galileo²⁶. Se pueden montar en gafa, manuales, de clip e incluso en lente intraocular; así como enfocarse a menos de 1 metro, denominándose telemicroscopios³⁶. La elección de la ayuda va a depender de las necesidades del paciente, así como de su uso. Cada telescopio tiene una serie de ventajas que pueden beneficiar al paciente en diversas actividades²⁶.

Una de las opciones de implantar un telescopio es de manera quirúrgica, aunque no es la manera más común. Esta opción se denomina telescopio miniaturizado intraocular (TMI) que funciona apoyándose en el poder dióptrico de la córnea. Teóricamente, el ojo con implante de TMI tendría visión central, mientras que en el otro ojo tendría visión periférica; además que, al ir

implantado en el globo ocular, no existen movimientos entre el ojo y el telescopio³⁶. En 2015 se publicó un estudio donde se mostraban los resultados a largo plazo, tras un seguimiento de 60 meses, para el TMI en pacientes con DMAE en etapas muy avanzadas³⁷. En este estudio prospectivo y multicéntrico se incluyeron 217 pacientes con DMAE avanzada y bilateral, donde se evaluó la agudeza visual con su mejor corrección, la calidad de vida, las complicaciones oculares tras la cirugía, eventos adversos y la densidad de las células endoteliales corneales. A los pacientes se les dividió en 2 grupos según su edad: grupo 1 entre 65 y 75 años, y el grupo 2 edad mayor o igual a 75 años. Los resultados mostraron un mantenimiento de la mejoría de la agudeza visual tras la implantación del TMI; una pérdida de células endoteliales normal a la asociada a otras lentes intraoculares; las complicaciones fueron menores en el grupo más joven que en el mayor, así como las situaciones adversas³⁷. En una interesante review publicada en abril de 2018 se describen los distintos implantes telescópicos intraoculares disponibles para pacientes con degeneración macular asociada a la edad³⁸. En ella se comparan 6 lentes intraoculares (Sistema IOL; LMI; OriLens; lol-AMD; Scharioth Macula Lens; y el IMT), concluyendo que la seguridad y evidencia publicada es de mayor solidez para el sistema IMT que para el resto en términos de agudeza visual y calidad de vida³⁸. Esto indica que el sistema IMT sería la mejor opción para pacientes con DMAE si se decide implantar un sistema telescópico mediante una lente intraocular.

4.3.3. Prismas

Los prismas son instrumentos que constan de base y arista y que permiten desviar la imagen retiniana en la dirección de la arista. Con ellos se pueden medir desviaciones, ya sean tropias o forias, así como corregirlas o desplazar la imagen en el campo visual en sujetos con problemas de campo visual³⁹. Los prismas no corrigen las desviaciones estéticamente, puesto que el ojo se mueve al mover la imagen en el campo visual³⁹.

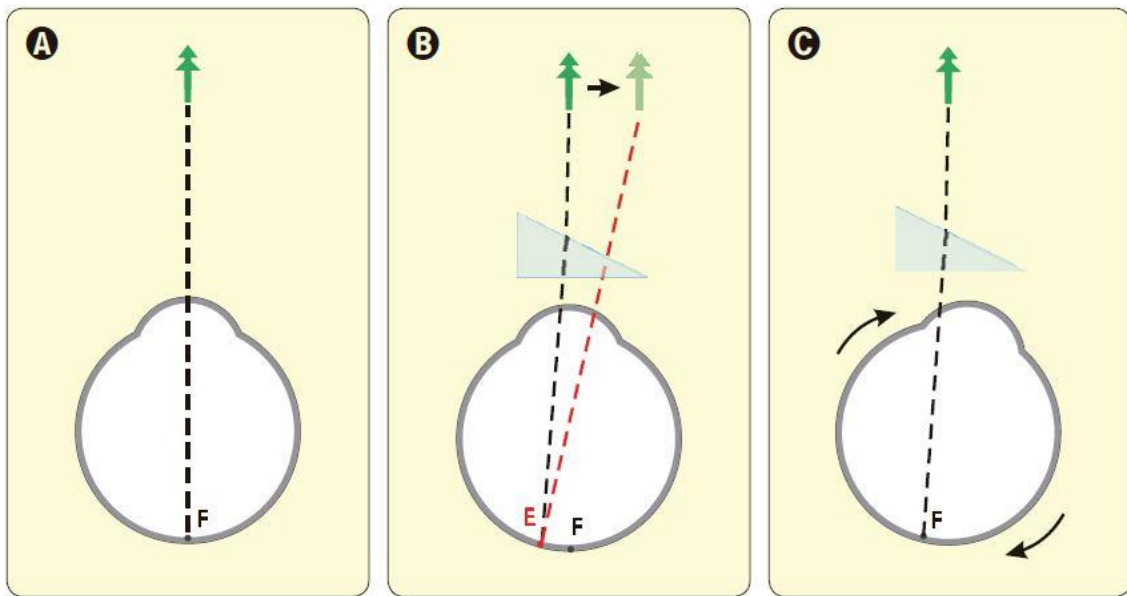


Figura 3. Representación del desplazamiento de la imagen y del movimiento de recuperación de la fijación foveal que se produce al colocar un prisma delante de un ojo

Al tratarse de un defecto de campo, los prismas pueden utilizarse para pacientes con DMAE. Se han realizado diversos estudios con el objetivo de determinar los beneficios de recolocar la imagen retiniana en su locus retiniano preferencial (LRP), el área de la retina por donde el sujeto mira y sustituye a la fovea, utilizando prismas en pacientes con degeneración macular. En tres estudios distintos se evaluó el uso de prismas en sujetos con DMAE, desplazando la imagen del campo visual al LRP predeterminado por el sujeto para la rehabilitación^{40,41,42}. Se evaluó la agudeza visual con la mejor corrección, obteniéndose valores significativos de mejoría con el uso de prismas. Además, el PRL preferido por los pacientes fue mayoritariamente en la retina superior y mostraron conformidad y adaptación al uso de prismas en los tres estudios. Esto indica que el uso de prismas, con una buena delimitación del LRP, puede ser una opción apropiada de rehabilitación para pacientes con DMAE.

4.3.4. Microscopios, lupas y telemicroscopios

Los microscopios, las lupas y los telemicroscopios son ayudas ópticas utilizadas para visión próxima. A continuación se muestran las principales características de estas ayudas²⁶:

- Los *microscopios* son dobletes de lentes que se utilizan en gafas de forma monocular, bien aceptadas por los pacientes y de fácil entrenamiento. Son esféricas aplanáticas, desde 2x hasta 8x, con una buena calidad de imagen. Además, son una ayuda que deja las manos libres, económicas y monoculares, aunque la distancia entre el objeto y la ayuda es reducida, con una profundidad de campo muy baja.
- Las *lupas* por su parte son muy simples y muy utilizadas, con muchos diseños con aumentos desde 1.5x hasta 17x. Pueden ser manuales, con soporte, barras de lectura, etc. La distancia de trabajo es mayor, el manejo es fácil aunque requiere entrenamiento y es una ayuda más convencional. Como inconvenientes presentan un campo visual reducido y ocupan las manos.
- Por último, los *telemicroscopios* son telescopios enfocados a una distancia cercana, bien con un telescopio enfocable o con una lente convergente por delante del objetivo. Su principal ventaja es que permiten la visión binocular con libertad en las manos. Sin embargo, es muy importante la alineación precisa de los dispositivos para evitar la diplopía.



Figura 4. Lupa de mano.

En este tipo de ayudas el entrenamiento es muy importante para poder aprovechar el resto visual de los pacientes. Se debe encontrar la distancia focal de la ayuda para poder visualizar el objeto correctamente, pudiendo ser necesario un atril para apoyar el texto. Sin embargo, y debido a la disminución del campo visual, se puede localizar el objeto a observar primero buscando detalles específicos para, después, visualizarlo con la ayuda⁴³.

4.4. Ayudas no ópticas para pacientes con DMAE

A parte de las ayudas ópticas, las diferentes ayudas no ópticas que pueden beneficiarse los pacientes con DMAE presentan una parte importante de la rehabilitación visual de estos pacientes. Las ayudas que pueden ser útiles para estos pacientes se enumeran a continuación:

- *Atril*: la función de los atriles es sostener el texto para que pueda ser correctamente iluminado y leído, pudiéndose mantener distancias de trabajo cortas cómodamente. Pueden ser de sobremesa, móviles, de pie, etc.
- *Iluminación*: la iluminación juega un papel muy importante en los pacientes con DMAE. Al igual que en otras patologías como retinopatía diabética, agujero macular o glaucoma, los pacientes con DMAE necesitan niveles altos de iluminación. Sin embargo, cantidad no es sinónimo de calidad, y la iluminación debe ser la adecuada para cada tarea a realizar, evitando deslumbramiento y utilizando una fuente de iluminación LED, aplicando los distintos tipos de iluminación (directa, semidirecta, indirecta, etc.)²⁶.
- *Macrotipos*: generan una imagen retiniana de mayor tamaño al aumentar la propia imagen con un tamaño de letra mayor.
- *Tiposcopios*: esta cartulina generalmente color negro mate, con una ranura que se coloca sobre la zona de lectura deseada, facilitando la lectura y el contraste, así como evitando deslumbramientos²⁶.

- *Pautadores de lectura*: poseen líneas rectas para ayudar con la escritura recta. Se colocan debajo del papel que se desea escribir para una escritura correcta⁴³.
- *Bastón*: existen varios tipos como el bastón blanco, bastón símbolo y bastón de apoyo. El primero de ellos permite anticiparse y protegerse frente al medio y es una ayuda muy útil para movilidad, proporcionando información táctil y auditiva adicional, además de identificar a la persona con baja visión. El bastón símbolo es un bastón blanco plegable de menor tamaño cuya función es identificar a la persona con baja visión. Por último, el bastón de apoyo es un bastón blanco de madera utilizado para apoyarse y mantener el equilibrio, identificando con el color blanco a la persona con baja visión²⁶. Recientes investigaciones están intentando mejorar el bastón mediante ayudas electrónicas, investigando el agarre, barrido y otros factores de las distintas técnicas de uso de bastón⁴⁴, así como sistemas de tracking por GPS para ayudar a la orientación y movilidad de las personas con baja visión que utilizan bastón⁴⁵.
- *Perro guía*: se trata de una ayuda segura y efectiva que aporta independencia a personas con baja visión. Puede detectar y evitar obstáculos que se encuentran incluso por encima de la cintura, cruzar calles y marcar puertas o escaleras. Reciben órdenes del usuario, aunque pueden desobedecerlas si perciben que existe un posible peligro²⁶.



Figura 5. Ejemplo de uso de perro guía y bastón.

4.5. Uso de la microperimetría en pacientes con DMAE

El origen de la microperimetría se debe a la necesidad de evaluar el campo visual en personas con problemas de fijación inestable o extrafoveal o bien por problemas en la mácula. La perimetría convencional se basa en la fijación del sujeto. Si la fijación es extrafoveal y/o inestable, el campo visual no será correcto, con valores desplazados de su localización verdadera y tamaños de escotoma incorrectos⁴⁶. La microperimetría permite correlacionar los puntos del campo visual con la localización retiniana exacta; a la vez que se puede visualizar el fondo del ojo mientras se proyectan estímulos visuales⁴⁷.

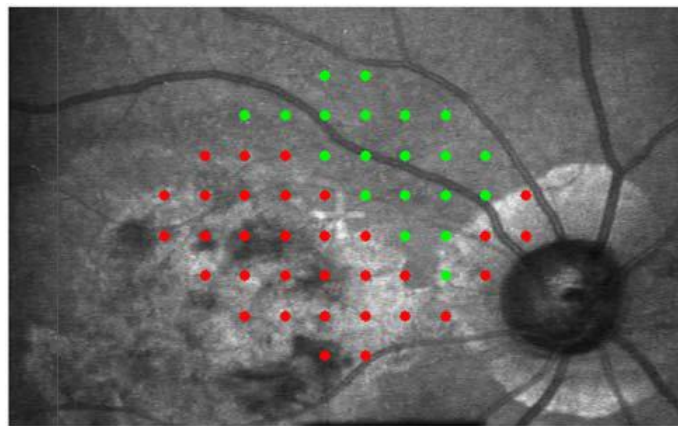


Figura 6: Imagen de microperimetría en la que se observan los puntos evaluados y la situación anatómica en el fondo de ojo

Dentro de los sistemas de microperimetría encontramos los siguientes:

- Scanning Láser Ophthalmoscope (SLO, Rodenstock Instruments, Ottobrunn, Alemania):

Fue el primer microperímetro del mercado, el cual utilizaba un láser He- Ne de 632.8nm para proyectar los estímulos visuales sobre la retina y otro láser infrarrojo de 780nm para conseguir la visualización del fondo de ojo⁴⁸. La detección del umbral de sensibilidad se realizaba manualmente y, junto con su complejidad, hicieron que el SLO cayera en desuso⁴⁹.

- Micro Perimeter 1 (MP 1, Nidek Instruments Inc., Padova, Italia):

El microperímetro MP 1 cuenta con una cámara infrarroja que permite ver el fondo de ojo con un campo de 45°. Además, cuenta con un sistema eye tracker para compensar los movimientos oculares del sujeto mientras se realiza la prueba, lo que asegura que las posiciones evaluadas del campo visual corresponden con las localizaciones anatómicas, siendo esto una de las principales diferencias con respecto al SLO⁴⁸. La imagen del fondo de ojo se estabiliza cada 40 ms, siendo el software capaz de asignar la localización retiniana correcta compensando el movimiento ocular. Recomendable dilatar al sujeto.

- MAIA (CenterVue, Italia):

Las imágenes se obtienen mediante SLO, posee un eye tracker para compensar los movimientos oculares. Como ventaja y diferencia del MP 1, no es necesario dilatar al sujeto si la pupila es mayor de 2,5 mm⁵⁰. El campo que permite evaluar es de 36° y posee una cámara de 1024 x 1024 pixel de resolución. Utiliza luz infrarroja de 850nm para visualizar el fondo de ojo, es no midriático, distingue automáticamente entre ojo derecho e izquierdo y enfoca automáticamente entre -15D y +10D⁵⁰.

Existen dos técnicas de microperimetría: la estática y la dinámica. La primera de ellas es capaz de detectar escotomas leves y definir su forma, con ausencia de movimiento del estímulo. Por su parte, en la microperimetría dinámica el estímulo se mueve desde la periferia hacia el punto de fijación, presentando dificultades para identificar los escotomas relativos²⁶.

La microperimetría es una prueba muy útil en rehabilitación visual, ya que permite la evaluación del campo visual en pacientes sin fijación central. Además, se puede evaluar la fijación y su estabilidad, así como entrenar la fijación excéntrica.

Durante la fijación, el ojo no permanece estático, sino que se mueve en pequeños movimientos microsacádicos. En anomalías maculares, los

movimientos microsacádicos son mayores que en un ojo normal, lo que afecta a la estabilidad de fijación⁵⁰. Debido a una mala estabilidad de fijación, la velocidad lectora se ve afectada, siendo más reducida⁴⁸. Esta estabilidad de fijación se puede mejorar mediante entrenamiento, siendo la microperimetría esencial para dicho entrenamiento. Cuando un paciente no tiene fijación central, desarrolla un locus retiniano preferencial (LRP) que debe ser evaluado antes de comenzar el entrenamiento. El objetivo es reubicar el LRP en un área más cercano a la fovea para que la agudeza visual sea la mejor posible. En sucesivas sesiones, el paciente debe ir mejorando la fijación y el evaluador puede observar los cambios en la estabilidad de fijación y localización del LRP. Además, existe un sistema auditivo Biofeedback que emite un pitido cuando el paciente está fijando en el lugar correcto²⁶.

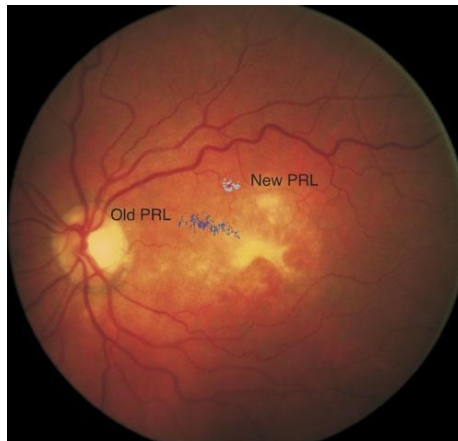


Figura 7: imagen de fondo de ojo en la que se muestra el LRP antiguo y el nuevo tras entrenamiento

En pacientes con DMAE, la microperimetría es una prueba esencial para mejorar la capacidad lectora entre otras actividades. Gracias a la microperimetría se puede evaluar, determinar y entrenar el LRP. En este aspecto existen bastantes estudios que intentan evaluar las mejores estrategias de entrenamiento para estos pacientes, así como determinar las localizaciones más adecuadas para el LRP. Uno de esos estudios es el de Amore et al. en 2013, en el cual se compararon 2 estrategias de entrenamiento del microperímetro MP-1 a través de biofeedback con señal acústica, frente a

un estímulo luminoso estructurado más biofeedback acústico⁵¹. 30 sujetos con DMAE y escotoma central absoluto participaron en el estudio, dividiéndose en 2 grupos de 15 sujetos cada uno. Los resultados obtenidos mostraron unas mejorías de agudeza visual, estabilidad de fijación y velocidad de lectura en ambas estrategias, siendo los beneficios más elevados en la técnica con estímulo luminoso parpadeante⁵¹. En otro estudio similar, pero con el microperímetro MAIA, se obtuvieron resultados similares en cuanto a mejoría de funciones visuales en pacientes con atrofia geográfica producida por DMAE⁵².

Por las funciones y estrategias de entrenamiento con eficacia demostrada con evidencia científica, el uso de la microperimetría en pacientes con degeneración macular es una de las estrategias de rehabilitación más importantes utilizadas actualmente.

4.6. Nuevas tecnologías para pacientes con DMAE

En primer lugar, se debe mencionar la importancia del diseño para todos, que consiste en diseñar productos y espacios que puedan ser utilizados por el mayor número de personas posible, sin que sea necesaria una adaptación ni diseño especializado²⁶. Las nuevas tecnologías están presentes en nuestro día a día y han cambiado la forma de realizar cualquier tipo de tarea. Existen los implantes retinianos, una nueva línea de investigación que pretende estimular zonas con resto de funcionalidad, sin que el sujeto tenga necesariamente un resto visual²⁶. Un ejemplo es el dispositivo Argus II, que en un ensayo clínico realizado en Manchester, permitió a un sujeto con DMAE sin resto visual percibir siluetas de nuevo, incluso con los ojos cerrados⁵⁴. Tras el entrenamiento, se prevé que los resultados sean cada vez mejores, ya que se trata del primer sujeto al que se le ha implantado Argus II.

Otras líneas se centran en la orientación y movilidad de las personas usuarias de bastón, como es el caso del bastón inteligente XploR⁵⁵. Este

dispositivo es capaz de reconocer caras conocidas almacenadas en una tarjeta interna SD a 10 metros de distancia del usuario e informa de su presencia. El dispositivo utiliza bluetooth para transmitir la información a los auriculares y guiar al usuario hasta la persona. Además, incorpora un GPS para ayudar al usuario en tareas de navegación⁵⁵.

Esto son solo algunos ejemplos del avance tecnológico en la rehabilitación de personas con baja visión, en particular en pacientes con degeneración macular asociada a la edad, sea con novedosos sistemas de implantes retinianos o mejoras de ayudas tradicionales como el bastón.

5. Discusión

En este trabajo se han comentado las distintas estrategias y ayudas en rehabilitación visual de pacientes con degeneración macular asociada a la edad mediante una revisión bibliográfica. Se ha tratado la valoración funcional de la visión, el uso de ayudas ópticas y no ópticas, el uso de la microperimetría y las nuevas tecnologías utilizadas en pacientes con DMAE.

Las ayudas ópticas son una de las estrategias más utilizadas para estos pacientes, presentando cada una de ellas ventajas frente a otras. Los filtros son muy útiles para disminuir el deslumbramiento o la fotofobia, demostrado con estudios que muestran la mejoría de los pacientes en agudeza visual, sensibilidad al contraste y deslumbramiento. Sin embargo, en el estudio de Frennesson y Nilsson³⁶ no se encontraron mejorías significativas en la agudeza visual y solo algunas mejorías en determinadas frecuencias espaciales en la sensibilidad al contraste. Otra ayuda óptica son los telescopios, utilizados para visualizar objetos lejanos, siendo uno de los últimos avances en esta ayuda el telescopio miniaturizado intraocular (TMI). Los resultados del TMI mostraron un mantenimiento de la mejoría de la agudeza visual tras la implantación del TMI; una pérdida de células endoteliales normal a la asociada a otras lentes intraoculares; las complicaciones fueron menores en el grupo más joven que en el mayor, así como las situaciones adversas³⁷, además de ser el dispositivo intraocular más seguro y de mayor evidencia publicada en el mercado³⁸. Por su parte, los prismas permiten desplazar la imagen del campo visual, permitiendo así colocar la imagen en el locus retiniano preferencial del paciente. Los resultados de diversos estudios mostraron una mejoría de la agudeza visual con el uso de prismas^{40,41,42}. Sin embargo, las ayudas ópticas más utilizadas en estos pacientes son las necesarias para la lectura, como lo son los microscopios, las lupas y los telemicroscopios, cuyos resultados tras un correcto entrenamiento son buenos y permiten la realización de actividades en visión próxima.

En el caso de las ayudas no ópticas, su uso puede beneficiar a los pacientes de DMAE como los atriles, la iluminación o los macrotipos, así como el bastón o el perro guía si fuesen necesarios.

Sin embargo, la prueba más importante para la localización y entrenamiento del locus retiniano preferencial es la microperimetría, permitiendo mejorar la agudeza visual y la velocidad lectora entre otras funciones. Como se muestra en el estudio de Amore et al de 2013, el entrenamiento mediante una estrategia de biofeedback de estímulo luminoso parpadeante presenta unos beneficios más elevados que la estrategia de biofeedback con señal acústica⁵¹. Es por ello que la microperimetría juega un papel importante en la rehabilitación visual de los pacientes con DMAE.

Como última estrategia de rehabilitación tendríamos el uso de nuevas tecnologías como los implantes retinianos como el dispositivo Argus II o bastones inteligentes como XploR que, aunque es pronto para obtener datos fiables de su funcionamiento, muestran una nueva línea de ayudas para pacientes con baja visión que fusionan las nuevas tecnologías con los fundamentos de las ayudas más tradicionales.

Por último, es destacable el avance en el tratamiento oftalmológico de la DMAE desde sus inicios hasta la actualidad. Aunque para la DMAE atrófica no existe un tratamiento, si que se han llevado a cabo importantes avances en el tratamiento de la DMAE exudativa. El uso en los inicios de la fotocoagulación laser dejaba sin función a la zona de la retina tratada, generando escotomas absolutos e irreversibles. Otras terapias como la radiación no son de las más usadas, aunque se pueden combinar con otras, como ocurre con la terapia fotodinámica. En esta última se realiza una inyección de una sustancia fotosensible en vena para activarla a nivel de los neovasos coroideos utilizando un láser. En la actualidad, el tratamiento de la DMAE se realiza principalmente mediante terapia con anti-VEGF, realizando inyecciones intravítreas de fármacos como ranibizumab o aflibercept para intentar frenar la actividad del VEGF mediante distintos mecanismos de acción.

6. Conclusiones

A continuación se enumeran las conclusiones obtenidas en este trabajo:

- En este trabajo se han revisado los factores de riesgo, epidemiología, patogénesis y tratamientos de la degeneración macular, mediante diversos estudios, publicaciones y libros contrastando los resultados de cada uno de ellos mediante una revisión bibliográfica.
- En la actualidad, la degeneración macular asociada a la edad tiene diversas estrategias de rehabilitación basadas fundamentalmente en las ayudas tanto ópticas como no ópticas, y el uso de la microperimetría. Además, y debido al creciente aumento de su epidemiología, se siguen desarrollando nuevos dispositivos para mejorar la calidad de vida de los pacientes.
- La diversidad de estrategias y ayudas disponibles para ser utilizadas por estos pacientes permiten mejorar su autonomía y calidad de vida, estando en su poder y en el de los profesionales en rehabilitación visual el uso de unas u otras, así como su entrenamiento.

Bibliografía

1. Kanski J. Oftalmología Clínica. Ed. Elsevier 2006; 13:413-27
2. Quiroz-Mercado H. Retina, diagnóstico y tratamiento. Ed. McGraw-Hill Interamericana, 2011
3. Rojas S y Saucedo A. Retina y vítreo. Ed. El Manual Moderno. 2012; 11:415-38.
4. Ryan SJ. Retina. Ed. Elsevier. Vol. II 2013; Sección 1; 67:1213-1214.
5. Maldonado M.J. y Pastor J.C. Guiones de oftalmología. Aprendizaje basado en competencias. Ed. Mc Graw Hill.
6. Donoso LA, Vrabec T, Kuivaniemi H. The Role of Complement Factor H in Age-related Macular Degeneration: A Review. *Surv Ophthalmol.* 2010 May-Jun;55(3):227-46. doi: 10.1016/j.survophthal.2009.11.001.
7. Klein RJ. et al. Complement Factor H Polymorphism and Age-Related Macular Degeneration. *Science.* 2005 Apr 15; 308(5720): 385–389.
8. Haines JL et al. Complement Factor H Variant Increases the Risk of Age-Related Macular Degeneration. *Science.* 2005 Apr 15;308(5720):419-21. Epub 2005 Mar 10.
9. Klein RJ et al. Complement Factor H Polymorphism in Age-Related Macular Degeneration. *Science.* 2005 Apr 15; 308(5720): 385–389.
10. Augood, C.A., et al, Prevalence of Age-Related Maculopathy in Older Europeans. The European Eye Study (EUREYE). *Arch Ophthalmol.* 2006;124:529-535
11. Damián J. et al Epidemiología de la degeneración macular asociada con la edad. Situación en España. *Aten Primaria.* 2006;38(1):51-7.
12. Boyd K. Degeneración Macular. American Academy of Ophthalmology. (En línea) url: <<https://www.aaopt.org/salud-ocular/enfermedades/dmre-degeneracion-macular-relacionada-edad>>. [Consulta: 16 de febrero de 2018].
13. Thomas H. Adair and Jean-Pierre Montani. *Angiogenesis.* Morgan & Claypool Life Sciences; 2010.
14. Lim JI. Age-Related Macular Degeneration. Taylor & Francis Group. 3 edición. 2013.

15. Lim JI. Age-Related Macular Degeneration. Taylor & Francis Group. 3 edición. 2013
16. The Influence of Treatment Extent on the Visual Acuity of Eyes Treated With Krypton Laser for Juxtafoveal Choroidal Neovascularization. *Rch Ophthalmol.* 1995;113(2):190-194.
doi:10.1001/archopht.1995.01100020074032.
17. Argon Laser Photocoagulation for Neovascular Maculopathy: Three-Year Results From Randomized Clinical Trials. *Arch Ophthalmol.* 1986;104(5):694-701. doi:10.1001/archopht.1986.01050170084028.
18. Gómez-Ulla F, Rodríguez Cid M.R., Marín E. Retinopatía Diabética. Sociedad Española de Oftalmología, 2006 Cap. 7 Fotocoagulación del edema macular y retinopatía proliferante. ISBN: 84-89085-32-3
19. Photodynamic therapy of subfoveal choroidal neovascularization in age-related macular degeneration with verteporfin: one-year results of 2 randomized clinical trials--TAP report. Treatment of age-related macular degeneration with photodynamic therapy (TAP) Study Group. *Arch Ophthalmol.* 1999 Oct;117(10):1329-45.
20. Arévalo J.F. y otros. Retina Médica: Temas Selectos. Ed. Amolca. 2007 Capítulos 1, 5 y 9.
21. Andrini, L.B. Expresión del factor de crecimiento del endotelio vascular (vegf) durante la regeneración hepática. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata.
22. Infanger M. et al. El factor de crecimiento endotelial vascular induce proteínas de matriz extracelular y osteopontina en la arteria umbilical. *Ann Vasc Surg* 2008; 22: 273-284. DOI: 10.1016/j.acvsp.2008.06.002.
23. Ficha técnica o resumen de las características del producto: Lucentis. Novartis Europharm Ltd., Basilea, Suiza.
24. Ficha técnica o resumen de las características del producto: Avastin. Genentech, South San Francisco, California, EEUU.
25. Ficha técnica: Eylea. Regeneron, Tarrytown, Nueva York, EEUU y Bayer, Basilea, Suiza
26. Coco, Herrera, Cuadrado, De Lázaro. Manual de Baja Visión y Rehabilitación Visual. Ed Panamericana. 2015

27. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ceguera y Discapacidad visual. Organización Mundial de la Salud. (En Línea). Url: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>> [Consulta: 16 de abril de 2018].
28. Feinbloom W. Introduction to the principles and practice of subnormal vision correction. *Journal of the American Optometric Association*. 1935; 6:3-18.
29. Neelam, K., Nolan, J., Chakravarthy, U. & Beatty, S. Psychophysical Function in Age-related Maculopathy. *Surv. Ophthalmol*. 2009. **54**, 167–210.
30. Park, W. Vision Rehabilitation for Age- Related Macular Degeneration. *Int. Ophthalmol. Clin*. 1999. **39**.
31. Barraga, N. Textos reunidos de la Dra. Barraga, Cáp. 1, Madrid, O.N.C.E. 1997
32. Faye, E. Clínica de la baja visión, Cáp. 1, Madrid, O.N.C.E. 1997
33. Cheong, A. M., Lovie-Kitchin, J. E. & Bowers, A. R. Determining magnification for reading with low vision. *Clin. Exp. Optom*. 2002. 85, 229–237.
34. Cheong, A. M. Y. Reading performance with stand magnifiers in age-related macular degeneration. Doctoral Thesis. 2003.
35. Colombo L. et al. Visual function improvement using photocromic and selective blue-violet light filtering spectacle lenses in patients affected by retinal diseases. *BMC Ophthalmol*. 2017 Aug 22;17(1):149. doi: 10.1186/s12886-017-0545-9.
36. Monés J. y Gómez-Ulla F. Degeneración Macular asociada a la edad. Prous Science. 2005.
37. Boyer et al. Long-term (60-month) results for the implantable miniature telescope: efficacy and safety outcomes stratified by age in patients with end-stage age-related macular degeneration. *Clin Ophthalmol*. 2015; 9: 1099–1107.
38. Dunbar HMP, Dhawahir-Scala FE. A Discussion of Commercially Available Intra-ocular Telescopic Implants for Patients with Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmol Ther*. 2018 Apr 26. doi: 10.1007/s40123-018-0129-7.

39. Martin, Vecilla. Manual de Optometría. Ed Panamericana. Cap 24. 2010.
40. Al-Karmi, Markowitz. Image relocation with prisms in patients with age-related macular degeneration. *Can J Ophthalmol* 2006;41:313–8.
41. Markowitz, Reyes, Sheng. The use of prisms for vision rehabilitation after macular function loss: an evidence-based review. *Acta Ophthalmol.* 2013; 91: 207–211.
42. Reyes, Silvestri, Amore, Markowitz. Use of prisms for vision rehabilitation after macular function loss may impact oculomotor control. *Can J Ophthalmol* 2013;48:427–430.
43. Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) Discapacidad Visual y autonomía personal. Enfoque práctico de la rehabilitación. Primera edición, septiembre de 2011.
44. Kim, Moncada-Torres, Furrer, Riesch. Quantification of long cane usage characteristics with the constant contact technique. *Applied Ergonomics* 55 (2016) 216e225
45. Guimares, Henriques, Pereira. Tracking System Proposal of Walking Sticks Aiming the Orientation and Mobility of the Visually Impaired. *IFAC-Papers OnLine* Volume 49, Issue 30, 2016, Pages 161-166
46. Sunness JS, Schuchard RA, Shen N, Rubin GS, Dagnelie G, Haselwood DM. Landmark-driven fundus perimetry using the scanning laser ophthalmoscope. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:1863-1874
47. Fletcher DC, MacKeben M. Microperimetry correspondence. Everyday use of modern microperimetry in a low-vision service *Can J Ophthalmol*—Vol. 48, No. 5, 2013
48. Rohrschneider K, Bültmann S, Springer C. Use of fundus perimetry (microperimetry) to quantify macular sensitivity. *Progress in Retinal and Eye Research* 27. 2008. 536–548
49. Sunness, J.S., Applegate, C.A., Haselwood, D., Rubin, G.S., 1996. Fixation patterns and reading rates in eyes with central scotomas from advanced atrophic age related macular degeneration and Stargardt disease. *Ophthalmology* 103, 1458–1466.
50. MAIA. Centervue, Engineering Italian Creativity. (En línea). Dirección url: <<https://www.centervue.com/products/maia/>> [Consulta: 10 de junio de 2018].

51. Amore et al. Biofeedback stimulation in patients with age-related macular degeneration: comparison between 2 different methods. *Can J Ophthalmol* 2013;48:431–437.
52. Ramírez Estudillo et al. Visual rehabilitation via microperimetry in patients with geographic atrophy: a pilot study. *Int J Retin Vitr.* 2017. 3:21
53. Wong et al. The Use of Microperimetry to Detect Functional Progression in Non-Neovascular Age-Related Macular Degeneration: A Systematic Review. *Asia Pac J Ophthalmol* 2017;1:70–79.
54. Asociación Retina España. Prótesis Retinianas Argus® II implantadas a un paciente con DMAE. Noticias Científicas. (En línea). Url: <<http://www.retina.es/retina/novedades/noticias-cientificas/1346-iomplante-de-argus-ii-en-reino-unido-a-un-paciente-con-dmae>> [Consulta: 10 de junio de 2018].
55. Birmingham City University. A pioneering facial recognition cane for blind people. (En línea). Url: <<http://www.bcu.ac.uk/news-events/news/a-pioneering-facial-recognition-cane-for-the-blind>> 2016. [Consulta: 10 de junio de 2018].