



---

**Universidad de Valladolid**

FACULTAD DE MEDICINA

# **Máster en Rehabilitación Visual**

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

## UTILIDAD CLÍNICA DE LA MICROPERIMETRÍA EN EL ENTRENAMIENTO DE LA FIJACIÓN EXCÉNTRICA

Presentado por: Cristina Laura Rodríguez González

Tutelado por: Ángela Morejón

En Valladolid a, [8/07/22]

# ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	4
2.1 TIPOS DE MICROPERÍMETROS.....	6
2.2 APLICACIÓN CLÍNICA DE LA MICROPERIMETRÍA .....	9
3. OBJETIVOS.....	11
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	12
5. RESULTADOS.....	14
5.1 ENTRENAMIENTO DE LA VISIÓN EXCÉNTRICA EN REHABILITACIÓN VISUAL .....	14
5.2 COMPARACIÓN DE ESTUDIOS SELECCIONADOS .....	16
6. DISCUSIÓN .....	24
7. CONCLUSIONES .....	26
9. BIBLIOGRAFÍA .....	27

## 1. RESUMEN

**Objetivos:** El siguiente trabajo trata de evaluar la utilidad clínica de la microperimetría como tratamiento de rehabilitación visual. A su vez se pretende mostrar así sus diferentes aplicaciones y el actual estado de la literatura con respecto al uso del microperímetro en la actividad clínica.

**Métodos:** Se ha realizado una búsqueda teórica sobre la microperimetría y sus aplicaciones clínicas, tanto en libros como en internet. Posteriormente se ha procedido a realizar una revisión bibliográfica sobre todos los artículos y revistas, publicados en los 20 últimos años, con el objetivo de evaluar los efectos que conlleva la aplicación de un programa de entrenamiento de la fijación excéntrica mediante el uso del microperímetro y determinar a su vez si existe relación entre el entrenamiento de un nuevo Locus Retiniano Preferencial (PRL) y la mejora en el rendimiento, capacidad visual y velocidad lectora de los pacientes.

Las bases de datos utilizadas para realizar tal búsqueda fueron principalmente Pubmed, Research Gate , Scopus y Cochrane.

**Resultados:** Se obtuvieron mejoras significativas en las habilidades de AV, Sensibilidad retiniana, Velocidad Lectora y Estabilidad de fijación en la mayoría de los estudios.

**Conclusiones:** Por lo tanto, se puede afirmar que el uso del microperímetro en rehabilitación visual informa sobre localización PRL y además indica el lugar de máxima sensibilidad retiniana para permitir, que a través del entrenamiento de la visión excéntrica sobre el nuevo PRL seleccionado, se produzca una mejora de la AV, estabilidad de fijación, velocidad de lectura y de la función visual del paciente con Baja Visión.

**Palabras clave:** “Visual Rehabilitation”, “Visual Field Loss”, “Eccentric Fixation”, “Biofeedback”, “Microperimetry”, “Preferred Retinal Locus”, “Scotoma”, “Low Vision”.

## 2. INTRODUCCIÓN

La evaluación clínica de los trastornos de la retina y específicamente de la mácula, requiere de un abordaje tanto de los aspectos morfológicos, como funcionales de esta estructura. El aspecto funcional adquiere entonces especial importancia cuando se quiere realizar un seguimiento exhaustivo de una patología retiniana (antes y después del tratamiento) y sobre todo desde el punto de vista del bienestar del paciente. Por ende, cuando valoramos esta funcionalidad del sistema visual estamos obteniendo la calidad de la experiencia visual que tiene el paciente.<sup>1</sup>

Para determinar este aspecto se han utilizado a lo largo del tiempo diversos exámenes psicofísicos, como son la toma de Agudeza Visual (AV), la utilización de la rejilla de Amsler, la medida de la Sensibilidad al Contraste (SC) y la Velocidad de Lectura, entre otros. Sin embargo, y aunque aun a día de hoy la AV sigue siendo considerada el «Gold Standard» en la práctica clínica, todos estos datos no reflejan completamente el estado funcional, es decir, el impacto de la visión del paciente en su calidad de vida.

Todo cambia a partir de 1856, donde el oftalmólogo Albrecht von Graefe, fue pionero en indicar la importancia de evaluar la función visual no solo en el área macular, sino en áreas paramaculares y periféricas. A raíz de estos primeros estudios, desde 1927 gracias a la aportación del oftalmólogo Harry Moss Traquair en su libro “An Introduction to Clinical Perimetry”, se empieza a considerar la perimetría como una técnica indispensable para la evaluación, diagnóstico y seguimiento de las diferentes patologías que causan alteraciones del campo visual.<sup>2</sup> Se comienza entonces a emplear diferentes instrumentos para medirlo, que con el tiempo han ido variando en forma y metodología de medición, con la finalidad de que sea una prueba reproducible y fiable a pesar de su subjetividad.

El campímetro Humphrey es la técnica más empleada en la actualidad para realizar perimetrías en la exploración del campo visual.

No obstante, cuando hablamos de pacientes con alteraciones maculares, el examen convencional del campo visual es, por definición, inapropiado, ya que

los datos obtenidos no son precisos para la evaluación funcional de la macula.

Las principales desventajas que ofrece son: Por un lado, cuando existen problemas con la fijación central, la detección del punto y estabilidad de la fijación retiniana o la cuantificación del umbral retiniano en lesiones retinianas leves (neovascularización coroidea, drusas, áreas edematosas), resultan imposibles de evaluar. A su vez, si el paciente presenta una baja AV, la campimetría es insensible en la detección de los pequeños escotomas (menores a 5º) que pueda presentar el paciente. Además, es incapaz de identificar el Locus Retiniano Preferencial (PRL).<sup>3</sup>

Todas estas limitaciones han sido superadas con la introducción de la microperimetría, también conocida como perimetría de fondo, que ofrece una correlación topográfica exacta entre los detalles del fondo del ojo a la vez que se proyectan los estímulos visuales, permitiendo de esta forma la asignación exacta y correcta de la sensibilidad a cada área retiniana.<sup>4</sup>

El examen consiste en la proyección de un estímulo de luz Helio-Neón de 632.8nm en diversos puntos específicos de la retina (40-45 grados centrales) a diferentes intensidades, donde se registra la reacción del paciente a dichos estímulos y en función de la respuesta obtenida el programa nos ofrece un valor específico de sensibilidad umbral para cada punto analizado. A su vez, bajo una luz infrarroja de 780nm se puede observar en tiempo real la zona anatómica donde se encuentra el punto luminoso proyectado, lo que ofrece un aumento en la precisión de los valores obtenidos, incluso en pacientes poco cooperadores o con fijación inestable.<sup>5</sup> Además, el aparato posee un sistema de seguimiento ocular, el cual compensa automáticamente los movimientos oculares durante el examen a través de un módulo de software que sigue los movimientos del ojo con respecto al marco inicial, produciendo así una mayor y mejor reproducibilidad del examen.<sup>5</sup>

Como resultado, el microperímetro permite al examinador obtener una respuesta funcional del área evaluada, ya que cada punto de luz proyectado en la retina está relacionado únicamente con los puntos anatómicos previamente seleccionados con la luz infrarroja y que además es independiente de la fijación y de cualquier otro movimiento ocular.

Por ende, la gran diferencia con respecto a los campímetros convencionales, es que el microperímetro es capaz de generar una relación entre la funcionalidad y la morfología retiniana, la cual es independiente de los movimientos oculares y de la fijación., transformándose así en una herramienta clínica de elección para investigación del sistema visual en diferentes campos.

En conclusión, gracias a la microperimetría, podemos cuantificar el umbral macular, detectar y localizar patrones de disfunción retiniana, así como obtener diferentes características relacionadas con las fijación del paciente, de forma altamente específica. Ofreciendo así un método de diagnóstico y seguimiento de la funcionalidad macular más exacto que permite a los especialistas de la visión mejorar su diagnóstico y predecir mejor los resultados de los tratamientos quirúrgicos y no-quirúrgicos de las diferentes patologías retinianas.<sup>6</sup>

## **2.1 TIPOS DE MICROPERÍMETROS**

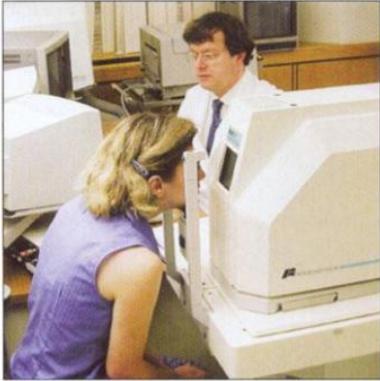
Actualmente existen varios tipos de microperímetro en el mercado, pero todos entregan, en líneas generales, información con respecto a la estabilidad de la fijación y la relación estructural y funcional del área de la retina analizada. A continuación se explicará brevemente los diferentes aparatos desarrollados a lo largo de la historia y cuáles son los más utilizados a día de hoy.

### **ScanningLáser Ophthalmoscope (Rodenstock, Alemania)**

El primer microperímetro que salió al mercado fue el oftalmoscopio por láser de barrido (SLO) en 1981(Imagen 1) y fue el primer instrumento que permitió obtener un mapa de la sensibilidad retiniana en relación con la imagen real del fondo de ojo, incluso en pacientes con mala AV o alteración de la fijación.<sup>8</sup> Este aparato ofrecía múltiples ventajas con respecto a los perímetros convencionales utilizados hasta la fecha, sin embargo la gran limitación de este dispositivo era la imposibilidad de detección automática del umbral de sensibilidad, ya que se debía hacer de forma manual, además el examen de seguimiento ocular (eye tracking) no estaba disponible en este instrumento.<sup>7</sup>

La complejidad y maniobrabilidad de este sistema diagnóstico hizo que cayese en desuso y actualmente este aparato no se comercializa, no obstante éstas

limitaciones han sido superadas y mejoradas con el microperímetro MP1 (Imagen 2), un perímetro más avanzado que utiliza una cámara funduscópica infrarroja con 45° de campo de visión.



**Imagen 1. Scanning Laser Ophthalmoscope<sup>7</sup>**



**Imagen 2. Microperímetro MP-1<sup>8</sup>**

*\*Extraída de: Scanning laser ophthalmoscope. (Webb et al, 1981)<sup>7</sup> y Manual de Usuario MP-1 microperimeter (2003)<sup>8</sup>*

### **MP-1 (Nidek Instruments, Italia)**

Este instrumento ofrece una microperimetría automatizada, independiente de las características de fijación y que compensa los movimientos oculares durante el examen (La estabilización de la imagen del fondo de ojo se comprueba cada 40 ms, utilizando como referencia la imagen adquirida inicialmente) pudiendo monitorizar la estabilidad y tipo de fijación del paciente y determinándose de esta forma el PRL. Además, realiza retinografías a color, valora la sensibilidad de la retina en los mismos puntos evaluados en pruebas anteriores, pudiéndose utilizar otro tipo de estímulos como letras, frase, figuras, etc. A su vez, ofrece la posibilidad de realizar la prueba en condiciones miópicas y permite la personalización de los parámetros de los diferentes tests: la duración del estímulo se puede personalizar de 100 a 2000 ms y la intensidad se puede variar de 0 a 20dB, donde la versión actualizada MP-3 posee un rango superior de 0 a 34 dB. Esto permite adaptar el test a enfermedades específicas, reduciendo así el tiempo de examen. Además el sistema permite utilizar imágenes de fondo de ojo obtenidas por otros sistemas y proyectar sobre las mismas los valores de sensibilidad previamente obtenidos con el microperímetro.<sup>9</sup>

Adicionalmente el modo manual permite realizar perimetría dinámica

pudiéndose trazar de esta forma las isópteras. En la imagen 3 se observan las isópteras y la nube de puntos azules son las fijaciones del paciente (PRL).



**Imagen 3. Isópteras y puntos de fijación en Microperimetría dinámica<sup>10</sup>**

*\*Extraída de: Progress in Retinal and Eye Research (2008).<sup>10</sup>*

### **Maia (CenterVue, Italia)**

El dispositivo Maia, es otra de las opciones de Microperímetro que existen actualmente en el mercado, la cual tiene características muy parecidas al MP-1 y ofrece principalmente las mismas funciones.

De la misma manera que el MP-1, este instrumento es capaz de analizar la estabilidad de fijación del paciente clasificándola en estable, relativamente estable e inestable. Además indica el porcentaje de puntos que se encuentran dentro de un círculo de 1 y 2 grados respecto del centro de la nube de puntos de fijación. Sin embargo, solo ofrece la posibilidad de presentar estímulos en forma de puntos o cruces, en comparación con el MP-1, que permite utilizar letras, incluso frases.

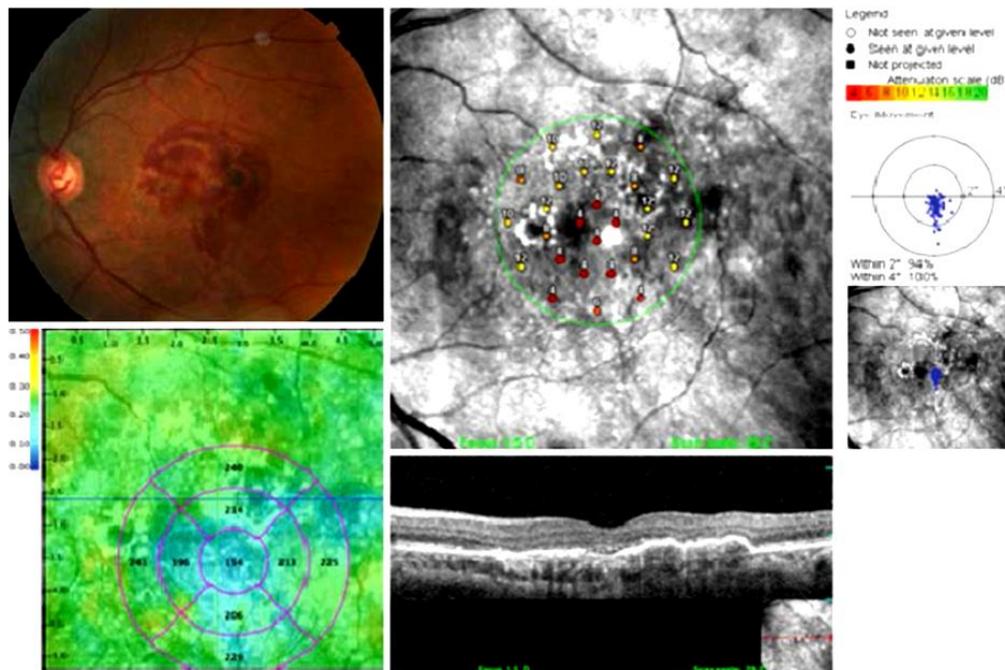
La estabilidad de fijación también la analiza calculando el área de la elipse “Bivariatecontourellipseárea (BCEA)” que englobaría el 63% y 95% de los puntos de fijación. El sistema clasifica los resultados en normales, sospechosos y anormales, ya que los compara con su base de datos de pacientes.



**Imagen 4. Microperímetro Maia<sup>11</sup>**

*\*Extraído de: Microperimetry and multimodal retinal imaging. (Edoardo Midena, 2014)<sup>11</sup>*

Para finalizar, recientemente se han empezado a comercializar nuevos instrumentos que combinan la microperimetría SLO con la toma de imágenes de tomografía óptica de coherencia (OCT). Estos aparatos son el Optos OCT/SLO y el RS-3000. Este sistema utiliza una cámara no-midriática (1024 x 1024 pixels) infraroja(845 nm) que solo necesita diámetros pupilares de 2,5 mm, y lo combina con un láser confocal, para ofrecer una imagen de fondo de 36 grados. La principal ventaja de estos dispositivos frente a los microperímetros MP-1 y Maia es que ofrecen una correlación entre los hallazgos de OCT y los resultados obtenidos en la perimetría, tal y como se puede ver en la Imagen 5.



**Imagen 5. Correlación hallazgos OCT con resultados Microperimetría<sup>12</sup>**  
*\*Extraída de: Fixation pattern and macular sensitivity in eyes with subfoveal choroidal neovascularization secondary to age-related macular degeneration. (Midena et al, 2004)<sup>12</sup>*

## 2.2 APLICACIONES CLÍNICAS DE LA MICROPERIMETRÍA

Tal y como se ha comentado anteriormente, la microperimetría se ha empleado como una herramienta principal en investigaciones oftalmológicas y optométricas en los últimos años, tanto es así que hoy en día ofrece múltiples aplicaciones clínicas<sup>13-15</sup>, las cuales pueden resumirse en:

- **Degeneración macular asociada a la edad avanzada (DMAE atrófica, neovascular o húmeda):** Detección de la localización y estabilidad de la fijación (foveal y excéntrica). Cuantificación de las características del escotoma. Cuantificación de la sensibilidad retiniana asociada a un engrosamiento general de la retina neovascular combinando la imagen de la OCT y el valor de la sensibilidad en dB, antes y después de un tratamiento anti-angiogénico.
- **DMAE seca:** Evaluación del deterioro funcional en lesiones maculares discretas y seguimiento de éstos a lo largo de la historia o tras tratamiento.
  
- **Enfermedad de Stargardt / Best:** La combinación de imágenes de autofluorescencia del fondo de ojo junto con los resultados de microperimetría ofrecen información clínica muy útil sobre la función visual.
  
- **Retinopatía diabética:** Evaluación del impacto funcional de los diferentes grados de edema macular y su afectación del campo visual, en comparación con la sola medida de la AV
  
- **Telangiectasias maculares:** Evolución de las telangiectasias maculares antes y después de tratamiento anti-angiogénico.
  
- **Trastornos de la interfase vítreo-retiniana:** Comparación de la función macular con los datos del OCT. Valor pronóstico de los datos de la microperimetría frente a los resultados de la cirugía vítreo-retiniana.
  
- **Miopía magna:** En el caso de pacientes con miopía magna, el OCT nos permite una buena visualización de las estructuras oculares, pero no ofrece información sobre la función visual, es por ello que la microperimetría es una evaluación complementaria adecuada en estos pacientes.
  
- **Baja vision:** Se ha postulado que la microperimetría también ofrece múltiples beneficios en el campo de la Baja visión, sobre todo en su aplicación como tratamiento en Rehabilitación visual. Por lo tanto, en los siguientes apartados se mostrará el estado de la literatura actual sobre este tema y su evidencia científica.

### **3. OBJETIVOS**

El siguiente trabajo trata inicialmente de evaluar la utilidad clínica de la microperimetría como tratamiento de rehabilitación visual. A su vez, se pretende mostrar sus diferentes aplicaciones y el actual estado de la literatura con respecto al uso del microperímetro en la actividad clínica, así como sus ventajas frente a la campimetría actual. Además, tiene como finalidad la de valorar los efectos que produce su uso como método de entrenamiento de la fijación excéntrica en pacientes con pérdida de visión central, así como verificar si, mediante la identificación, rectificación y entrenamiento de un nuevo locus retiniano preferencial, se puede conseguir una mejora del rendimiento y capacidad visual de los pacientes.

#### 4. MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha proseguido a realizar una búsqueda sistemática de los estudios actuales publicados en revistas científicas desde 2002 hasta 2022, donde las bases de datos utilizadas para realizar la búsqueda bibliográfica fueron Pubmed, Research Gate, Cochrane y Scopus. Se aplicaron restricciones de idioma para español e inglés y se utilizaron términos para la búsqueda de la literatura como “Visual Rehabilitation”, “Visual Field Loss”, “Eccentric Fixation”, “Biofeedback”, “Microperimeter”, “Microperimetry”, “Preferred Retinal Locus”, “Scotoma”, y “Low Vision”, encontrándose un total de 247 artículos en las áreas de Medicina, Optometría y Psicología.

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

Se escogieron aquellos estudios en los que se aplicara un programa de entrenamiento de la fijación excéntrica mediante el uso de un microperímetro, en personas con escotomas centrales o paracentrales. No se aplicaron restricciones de edad, y se eliminaron todos aquellos estudios que estuvieran duplicados y que fueran case reports, obteniéndose un total de 26 artículos

Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

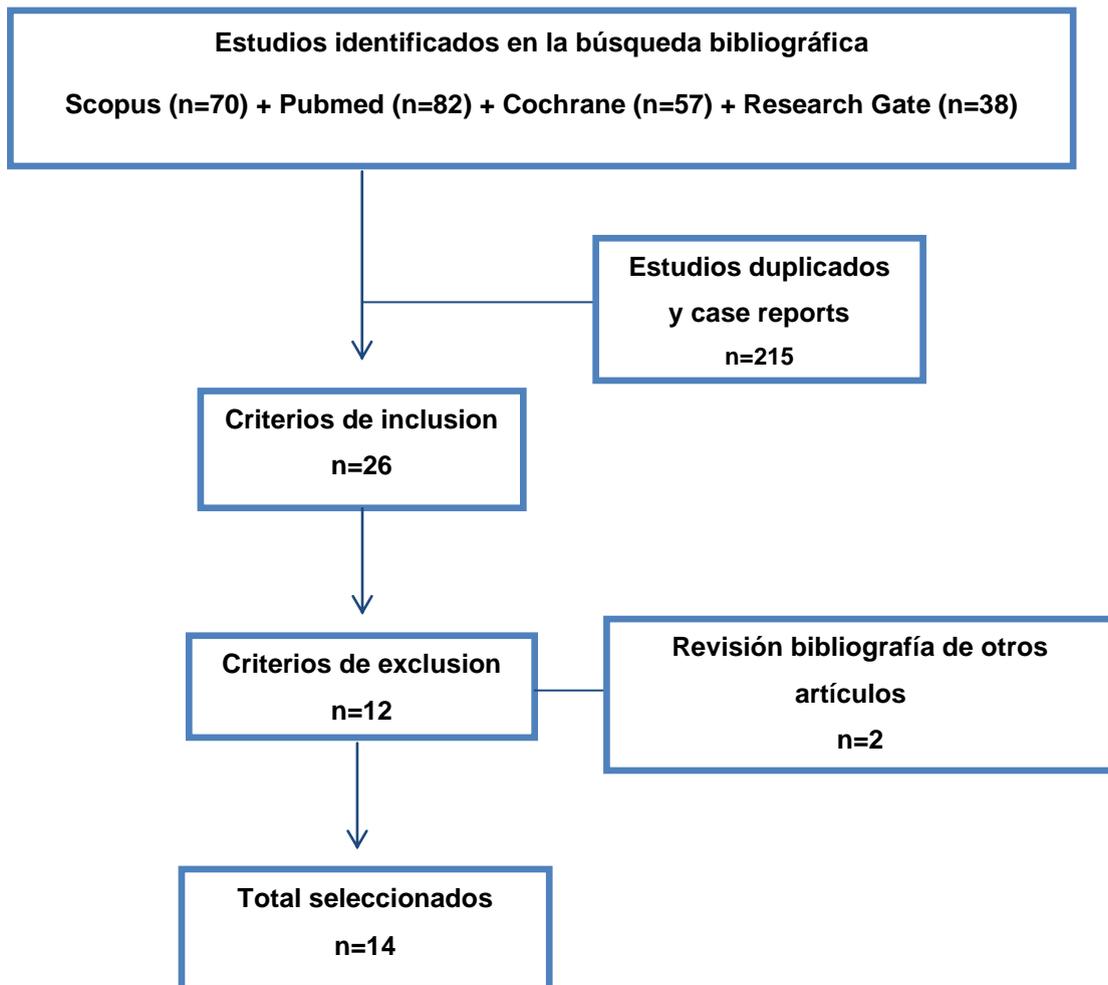
Que hayan recibido tratamientos previos de rehabilitación visual, así como aquellos estudios que utilizaran el microperímetro como tratamiento en patologías que no causaran daños en la retina, como nistagmus, ambliopía, alteraciones neurológicas del campo visual, etc.

A raíz de esto se escogieron 12 artículos, donde además se añadieron aquellos artículos pertenecientes a las referencias bibliográficas de los estudios encontrados en las bases de datos, que también cumplieran los criterios de inclusión y exclusión.

Finalmente se seleccionaron 14 artículos para la revisión, en los cuáles se destacó la siguiente información: título, año, tamaño de la muestra, duración del tratamiento, patología tratada, objetivo del estudio, tipo de estudio, habilidades visuales entrenadas y evaluadas, nueva zona de entrenamiento de PRL y efectos que produjo el tratamiento de la fijación excéntrica mediante el uso del

microperímetro. En la Figura 1 se muestra el proceso de selección de los artículos.

*Figura 1. Proceso de selección de artículos en la revisión bibliográfica*



## **5. RESULTADOS**

La rehabilitación visual engloba a todas aquellas técnicas empleadas para ayudar a pacientes con Baja Visión a mejorar su percepción visual. El objetivo del tratamiento es que el paciente aprenda a utilizar su resto visual de la mejor forma posible y, en conjunto con la adaptación de ayudas ópticas y técnicas adaptativas a su nueva capacidad visual, se logra como consecuencia producir una mejora en la calidad de vida del individuo y una maximización del resto visual. Este tipo de tratamiento se suele nombrar como Entrenamiento de la Visión Excéntrica, donde su aplicación en pacientes con escotomas centrales ha sido descrito en diversos estudios, con diferentes niveles de evidencia.<sup>16-18</sup>

### **5.1 ENTRENAMIENTO DE LA VISIÓN EXCÉNTRICA EN REHABILITACIÓN VISUAL**

El principio se basa en que aquellos pacientes que han perdido la visión central debido a una alteración macular, desarrollan un área preferencial extrafoveal para compensar ésta pérdida. Esta nueva zona de visión se conoce comúnmente como Locus Retinano Preferencial (PRL). La localización del PRL varía en cada persona y no siempre coincide con la zona más adecuada al punto foveal de visión. Por lo que en muchas ocasiones el paciente no desarrolla una agudeza visual o una estabilidad de fijación idónea.<sup>19</sup>

Múltiples estudios han propuesto que la estabilidad de fijación puede ser entrenada, así como la velocidad de lectura o la sensibilidad retiniana. Además, plantean que con una estimulación y aprendizaje adecuado existe la posibilidad de generar nuevos PRL más cercanos a la fovea y que generen una mejor función visual. Esto se puede conseguir, o bien con Ejercicios de Lectura, con Entrenamiento con Carta de Letras, con Entrenamiento con Círculos, con Prismas, con Ejercicios con Ordenador o mediante Microperimetría.<sup>20-23</sup>

En resumen, el entrenamiento del nuevo PRL mediante el uso del microperímetro se basaría en lo siguiente:

Para comenzar se evalúa el PRL (en el caso que tenga) del paciente con el microperímetro. Para ello se determinan las áreas retinianas con mayor

microperímetro. Para ello se determinan las áreas retinianas con mayor sensibilidad, y la estabilidad de fijación del paciente, obteniendo de esta manera las zonas de mejor funcionalidad. Como ya se ha comentado anteriormente, las áreas retinianas se miden obteniendo el umbral de sensibilidad en cada punto de la retina, mientras que la estabilidad de fijación se determina en base al área de la elipse que contiene una determinada magnitud de puntos de fijación, también conocida como la BCEA (Bivariate Contour Ellipse Area). Los tamaños habitualmente calculados corresponden con el 68% ó 90% de los puntos de fijación.<sup>24</sup>

Hay que tener en cuenta que cuanto mayor sea la BCEA, más excéntrico será el PRL del paciente, consecuentemente, el paciente poseerá una peor AV .

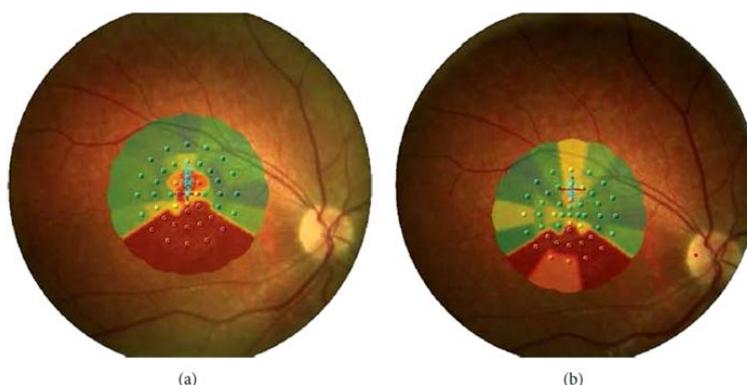
Seleccionado el nuevo PRL a desarrollar, se usan estímulos poco complejos que se proyectan de manera continua en la zona que se desea estimular para que el paciente sea consciente y ubique su PRL. En el caso del MP-1 el estímulo estándar es una cruz roja de 1 grado con intensidad de 100 asb, mientras que el Maia utiliza un círculo con un tamaño de 1 a 12 grados con una intensidad de 1000 asb.

Una vez que el paciente es capaz de encontrarlo, se pasa a la presentación de letras, números o incluso frases, aumentando poco a poco la dificultad. De esta manera se enseña al paciente a utilizar su PRL en tareas cada vez más complejas de forma automática.

Adicionalmente, el entrenamiento de la visión excéntrica puede reforzarse además con estímulos auditivos. Esta modalidad viene incluida en el MP-1 y consiste en proporcionar una retroalimentación auditiva cuando el paciente se acerca al objetivo de fijación, obteniendo así una mejor estabilidad de fijación.

Además, al llevar incorporado un mapa donde se puede ver el punto de fijación del individuo y sus puntos ciegos, produce un feedback positivo al permitir al paciente que sea capaz de reconocer sus escotomas, ayudándole a utilizar su PRL de forma más efectiva. Una vez dado por finalizado el entrenamiento se

evalúan los resultados funcionales tras el tratamiento, tal y como se puede observar en el Imagen 6.<sup>25</sup>



**Imagen 6: (a).- Mapa de microperimetría interpolada de la retina del OD antes de la rehabilitación, en el que vemos la imagen de atrofia foveal que no permite una buena fijación del objetivo (cruz roja). (b).- Mapa microperimétrico interpolado al final del entrenamiento de rehabilitación después de 12 meses en el que se logró una mejora de la estabilidad de la fijación mediante la identificación de un nuevo PRL.<sup>25</sup>**  
**\*Extraída de: Case Rep Med. (2016)<sup>25</sup>**

## 5.2 COMPARACIÓN DE ESTUDIOS SELECCIONADOS

Una vez explicado su funcionamiento de base, en la Tabla 1 se ha realizado un cuadro comparativo con todos los artículos seleccionados para la revisión bibliográfica. En él se han indicado de forma resumida los siguientes conceptos: título, autor, año, número de sujetos y la duración del programa, el objetivo del estudio, la patología tratada, las habilidades visuales entrenadas y evaluadas, y los efectos que produjo el tratamiento. De forma que sea más visible las diferentes patologías tratadas, la duración media del tratamiento, la zona del nuevo PRL que más se entreno y la forma de entrenamiento que mejores resultados produjo

<b>TABLA 1. CUADRO COMPARATIVO DE ESTUDIOS SELECCIONADOS</b>				
<b>Autor/ Título/ Año</b>	<b>Sujetos/ Duración/ Mono-Binocular</b>	<b>Patología tratada/ Zona nuevo PRL/ Tipo microperimetro</b>	<b>Habilidades visuales evaluadas</b>	<b>Efectos</b>
Tarita-Nistor L, González EG, Markowitz SN, Steinbach MJ. Plasticity of fixation in patients with central vision loss. 2009. <sup>26</sup>	6 pacientes , 5 sesiones de 1h a la semana. Monocular.	DMAE. PRL superior. Uso de MP-1.	AV cerca , Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y Rendimiento de lectura.	Mejoras en estabilidad de fijación, AV y rendimiento de lectura.
Palmer S, Logan D, Nabili S, Dutton GN. Effective rehabilitation of reading by training on eccentric viewing: evaluation of a 4-year programme. 2010. <sup>27</sup>	41 pacientes, 4 sesiones de 30 minutos en consulta cada 2 semanas y 13 sesiones en casa de forma alterna a las consultas. Monocular.	DMAE. PRL superior. Uso de SLO.	Velocidad lectora, Cuestionario NEI-VFQ-25, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV cerca .	Se obtuvieron mejoras significativas en el rendimiento.en AV, velocidad de lectura, cuestionario y estabilidad de fijación.
Sahli E, Altinbay D, Bingol Kiziltunc P, Idil A. Effectiveness of Low Vision Rehabilitation Using Microperimetric Acoustic Biofeedback Training in Patients with Central Scotoma. 2021. <sup>28</sup>	35 pacientes divididos en 3 grupos en función de su patología. 10 Sesiones de 10 min/ojo en días alternos. Binocular.	17 pacientes DMAE, 14 Enfermedad de Stargardt, 4 Distrofia de cono. 59% pacientes DMAE y 3 de los 4 pacientes con Distrofia . PRL nasal, 64% pacientes Stargardt PRL superior. Uso de MAIA.	Velocidad lectora, Cuestionario NEI-VFQ-25, Estabilidad de fijación,Sensibilidad retiniana y AV lejos.	Se evaluaron los resultados 1 mes antes y después del entrenamiento. Mejoras en estabilidad de fijación y Cuestionario en DMAE y Stargardt, Mejoras Velocidad lectura en DMAE.
Morales MU, Saker S, Wilde C, Rubinstein M, Limoli P, Amoaku WM. Biofeedback fixation training method for improving eccentric vision in patients with loss of foveal function secondary to different maculopathies. 2020. <sup>29</sup>	67 pacientes divididos en 2 grupos, uno manteniendo su PRL original, otro desarrollando un nuevo PRL. 2 series de 12 sesiones de 10 min/ojo, con descanso de 3 meses entre una serie y otra. Monocular.	30 Atrofia geográfica, 19 DMAE, 9 enfermedad de Best, 6 Deg.macular miopica y 6 RCS. PRL superior en grupo de entrenamiento de nuevo PRL. Uso de MAIA.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV lejos.	Mejoras significativas en grupo de nuevo PRL en Estabilidad de fijación, AV y Velocidad de Lectura.

Ratra D, Gopalakrishnan S, Dalan D, Ratra V, Damkondwar D, Laxmi G. Visual rehabilitation using microperimetric acoustic biofeedback training in individuals with central scotoma. 2019. <sup>30</sup>	20 pacientes. 10 Sesiones de 10 min /ojo, realizadas en días alternos. Monocular.	10 DMAE, 4 Enfermedad de Stargardt, 3 cicatriz macular traumática, 2 membrana neovascular miópica coroidea y 1 Degeneración macular miópica. 58% PRL superior, 16% PRL inferior y 11% PRL temporal. MP-1.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV lejos.	Mejoras significativas en grupo de nuevo PRL en Estabilidad de fijación, AV y Velocidad de lectura. La mejora se mantuvo 6 meses después del tratamiento y se obtuvieron mejores resultados en función de la edad.
Amore FM, Paliotta S, Silvestri V, Piscopo P, Turco S, Reibaldi A. Biofeedback stimulation in patients with age-related macular degeneration: comparison between 2 different methods. 2013. <sup>31</sup>	30 pacientes, divididos en 2 grupos iguales. Grupo 1: biofeedback con estímulo objetivo y Grupo 2 biofeedback con patrón de parpadeo. 10 sesiones 10 min/ojo, 2 veces/semana. Monocular.	DMAE. No indica localización PRL. MP-1	Velocidad lectora, Sensibilidad al contraste, Estabilidad de fijación, Sensibilidad Retina y AV lejos y cerca.	Mejoras en Velocidad lectora y Estabilidad de fijación en ambos grupos. Solo los pacientes con estimulación de parpadeo mejoraron la Sensibilidad retiniana.
Ramírez Estudillo, Juan Abel et al. "Visual rehabilitation via microperimetry in patients with geographic atrophy: a pilot study.". 2017. <sup>33</sup>	18 pacientes. Sesiones 10min/ojo, 2 veces/semana, durante 8 semanas. Monocular	DMAE. No indica localización PRL. MAIA.	Velocidad lectora, Sensibilidad al contraste, Estabilidad de fijación, Sensibilidad Retina y AV lejos.	Medidas a la semana de acabar el entrenamiento .Mejoras en AV, Velocidad de lectura y Estabilidad de fijación.
Vingolo EM, Salvatore S, Cavarretta S. Low-vision rehabilitation by means of MP-1 biofeedback examination in patients with different macular diseases: a pilot study. 2009. <sup>33</sup>	5 pacientes, 9 ojos examinados. 10 sesiones de 10 min/ojo, 1 vez/semana. Binocular.	1 Distrofia viteliforme, 1 Cicatriz macular post-traumática, 1 Enfermedad Stargardt, 1 Degeneración macular miópica y 1 Distrofia de conos. PRL superior. Uso de MP-1.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV lejos.	Mejoras en Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV.
Vingolo EM, Cavarretta S, Domanico D, et al. Microperimetric biofeedback in AMD patients. Applied psychophysiology and biofeedback. 2007. <sup>34</sup>	15 pacientes, 27 ojos. 10 sesiones de 10 min/ojo, 1 vez/semana con biofeedback auditivo. Binocular.	DMAE. PRL superior. Uso de MP-1.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV lejos.	Mejoras en Velocidad lectora, Estabilidad de fijación y AV.

Nilsson UL, Frennesson C, Nilsson SEG. Patients with AMD and a large absolute central scotoma can be trained successfully to use eccentric viewing, as demonstrated in a SLO. 2003. <sup>35</sup>	20 pacientes. Numero de sesiones personalizadas a cada paciente (media 5.4 sesiones), de 1 hora de duración, 1 vez/semana. Monocular ojo peor visión.	DMAE. 12 PRL inferior, 6 superior. Uso de SLO.	AV cerca, Alerta mental, localización PRL, Prescripción de magnificación a distancia intermedia y Velocidad de lectura.	PRL inicial a la izquierda (90%), magnificación final media de entre 8-15X, mejoras significativas en velocidad de lectura.
Bozkurt Oflaz A, Turgut Öztürk B, Gönül Ş, Bakbak B, Gedik Ş, Okudan S. Short-Term Clinical Results of Preferred Retinal Locus Training. 2022. <sup>36</sup>	29 pacientes, 8 sesiones de 10 min/ojo, 1 vez/semana. Monocular, ojo peor visión.	27 pacientes DMAE, 2 cicatriz macular postraumática. No indica localización. Uso de MAIA.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad al contraste, AV cerca y Cuestionario calidad vida.	Mejoras significativas de AV, estabilidad de fijación, sensibilidad al contraste, velocidad de lectura y Cuestionario.
Qian T, Xu X, Liu X, Yen M, Zhou H, Mao M, Cai H, Shen H, Xu X, Gong Y, Yu S. Efficacy of MP-3 microperimeter biofeedback fixation training for low vision rehabilitation in patients with maculopathy. BMC Ophthalmol. 2022 Apr 28;22(1):197. <sup>37</sup>	17 ojos, 3 sesiones/día de 10/min en cada ojo, 2 veces/semana, durante 20 semanas. Monocular, ojo dominante.	7 ojos DMAE y 10 degeneracion macular miópica. No indica localizacion PRL. Uso de MP-3.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana, AV cerca y Cuestionario calidad vida.	Mejoras significativas en velocidad lectora, cuestionario, estabilidad de fijacion, AV y sensibilidad retiniana.
Pacella E, Pacella F, Mazzeo F, Turchetti P, Carlesimo S, Cerutti F, Lenzi T, De Paolis G, Giorgi D. Effectiveness of vision rehabilitation treatment through MP-1 microperimeter in patients with visual loss due to macular disease. 2012. <sup>38</sup>	179 ojos, 99 pacientes. 16 sesiones, 2 veces a la semana, 9 min/ojo. Sesiones de seguimiento de 5-10 min/ojo cada 3 meses. Mono y binocular.	122 ojos DMAE, 49 Degeneración macular miópica. 41 ojos PRL superior. Uso de MP-1	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV lejos y cerca.	Medidas al acabar, 6 meses y al año de finalizar el tto. Mejoras significativas en AV (mayor porcentaje DMAE) y estabilidad de fijación, que se mantuvieron en el 80% de los casos.
Ueda-Consolvo T, Otsuka M, Hayashi Y, Ishida M, Hayashi A. Microperimetric biofeedback training improved visual acuity after successful macular hole surgery. 2015. <sup>39</sup>	9 pacientes, 3 sesiones de 10 min/ojo a la semana, durante 3 meses. Monocular, ojo dominante.	Agujero macular idiopatico. 8 PRL nasal y 1 PRL superior. Uso de MAIA.	Velocidad lectora, Estabilidad de fijación, Sensibilidad retiniana y AV lejos.	Mejoras significativas en AV y estabilidad de fijacion, .

De los 14 artículos seleccionados, todos tenían como objetivo evaluar el uso del microperímetro como método de tratamiento de rehabilitación visual mediante el entrenamiento de la visión excéntrica. Ninguno de los artículos contó con un grupo placebo y 3 de ellos dividieron la muestra en diferentes grupos para evaluar diferentes características añadidas.<sup>28,29,31</sup> Sahli et al<sup>28</sup> dividieron a sus 35 pacientes en 3 grupos con diferentes patologías maculares (17 pacientes DMAE, 14 Enfermedad de Stargardt, 4 Distrofia de conos), para evaluar el efecto del tratamiento en función de su enfermedad. A su vez, Morales y colaboradores<sup>29</sup> en su estudio de 2020 dividieron a los pacientes en 2 grupos, en 1 se aplicaba el entrenamiento manteniendo su PRL original, mientras que en el otro se le entrenaba un nuevo PRL, en la zona superior del escotoma, para evaluar qué localización era la más idónea. También Amore et al<sup>31</sup> dividieron la muestra en 2 grupos, dónde evaluaban dos métodos de entrenamiento diferentes a utilizar con el microperímetro, Grupo 1 con estímulo objetivo y Grupo 2 con patrón de parpadeo.

El tamaño de la muestra, sin embargo, difirió considerablemente en los artículos, siendo la media de muestra más empleada de entre 15-20 pacientes (dos artículos utilizaron 20 pacientes<sup>37,28</sup>, uno 17<sup>30</sup>, otro 15<sup>27</sup> y otro 18<sup>26</sup>) en 5 de los artículos. Otros 4 artículos, utilizaron de media entre 30-40 pacientes (Bozkurt et al 29<sup>29</sup>, Amore et al 30<sup>31</sup>, Sahli et al 35<sup>28</sup> y Palmer et al 41<sup>27</sup>). Siguiendo en proporción, 3 de ellos utilizaron un tamaño de muestra pequeño, menor a 10 pacientes ( 6 Tarita et al<sup>26</sup>, 5 Vingolo et al<sup>33</sup> y 9 Ueda et al<sup>39</sup>) y solo 2 de los 14 artículos tuvieron un tamaño de muestra mayor de 60 pacientes, siendo al artículo de Morales et al<sup>29</sup> por un lado con 67 pacientes y artículo realizado por Pacella et al<sup>38</sup> con un total de 99 pacientes y 177 ojos, siendo el estudio que mayor tamaño de muestra introdujo para el estudio.

En cuanto al número y duración de las sesiones a realizar, no existe tampoco un consenso en la cantidad exacta, aunque 9 de los artículos realizaron un rango de entre 8 a 16 sesiones (Morales et al 12<sup>29</sup>, Ramirez et al y Parcella 16<sup>32,38</sup>, Bazkurt et al 8<sup>36</sup> y los cinco artículos restantes

10<sup>28,30,31,33,34</sup>) de 10 minutos por ojo. Solo 2 excedieron el número de sesiones a 36<sup>39</sup> y 120<sup>38</sup>, con una duración también de 10 minutos por ojo. Por último los 3 restantes utilizaron un número inferior de sesiones, ampliando a su vez la duración de cada una. Palmer et al<sup>27</sup> realizaron 4 sesiones de media hora, Tarita et al<sup>26</sup> realizaron 5 sesiones de 1 hora y el artículo realizado por Nilsson et al,<sup>35</sup> aunque el número de sesiones se aplicó en función de las necesidades del paciente, realizó de media 5,4 sesiones de 1 hora de duración.

A su vez, 10 de los artículos sólo aplicaron el tratamiento en uno de los ojos, siendo éste el de mejor visión<sup>33,34,36-39,37,39</sup>, aunque los estudios realizados por Bazkurt et al<sup>43</sup> y Nilsson et al<sup>42</sup> escogieron el ojo no dominante, fundamentándose en que el ojo de mejor visión ya había sido entrenado de forma natural para utilizar la visión excéntrica y que por lo tanto al estar familiarizados con este tipo de entrenamiento produciría un sesgo en la metodología a seguir. De los 4 artículos restantes, 3 realizaron el tratamiento en ambos ojos<sup>35,33,34</sup> y el estudio diseñado por Pacella et al<sup>38</sup> entrenaron hicieron un entrenamiento mono y binocular dependiendo si el ojo del paciente reunía los criterios de inclusión del estudio.

En cuanto a la enfermedad de estudio, todos, exceptuando 2,<sup>34,39</sup> escogieron pacientes que padecieran de DMAE para formar parte del artículo. La siguiente enfermedad más seleccionada fue la Degeneración Macular Miópica, en 5 de los estudios.<sup>29,30,34,37,38</sup> Seguidamente la Enfermedad de Stargardt se aplicó en 4 artículos<sup>28,30,33,34</sup> y la Cicatriz Macular Post-traumática en 3 artículos.<sup>30,34,36</sup> A continuación, tanto las Distrofia de Conos<sup>28,33</sup>, como la Distrofia Viteliforme<sup>29,33</sup>, se aplicaron en 2 artículos, y por último, la Enfermedad de Best<sup>29</sup>, la Coroidopatía Serosa Central<sup>29</sup> y la Membrana Neovascular Miópica Coroidea<sup>30</sup> sólo se aplicaron en 1 estudio. Cabe destacar que la mitad de los artículos, incluyeron varias patologías en sus criterios de inclusión para realizar el estudio, mientras que la otra mitad solo aplicaron la rehabilitación en una patología en concreto (mayoritariamente DMAE).

En lo que se refiere a la localización del nuevo PRL a entrenar, la zona superior, con respecto al escotoma central, fue la más elegida en 10 de los artículos,<sup>26,27,29,30,32,33,34,35,38,39</sup> seguido del PRL en la zona nasal en dos artículos,<sup>28,39</sup> PRL en zona inferior también en 2 artículos<sup>30,35</sup> y por último Ratra et al<sup>30</sup> realizaron el entrenamiento en el 11% de sus pacientes en un PRL temporal. Destacar, sin embargo, que hubo 4 artículos,<sup>31,32,36,37</sup> que no indicaron la nueva zona del PRL a entrenar, aunque sí indicaban que en aquellos pacientes que fueran susceptibles de cambio se le entrenaba para un nuevo PRL.

Con respecto el modelo de microperímetro utilizado, se empleó mayoritariamente en MP-1 en 7 artículos<sup>26,30,31,33,34,37,38</sup> (Qian et al<sup>37</sup> utilizaron el nuevo MP-3), seguidamente el MAIA se utilizó en 5 artículos<sup>28,29,32,36,39</sup> y sólo 2 artículos emplearon el SLO.<sup>27,35</sup>

Además, las habilidades visuales que se evaluaron en todos los artículos fueron la Sensibilidad retiniana, la Estabilidad de fijación, la Velocidad Lectora y la AV. Aunque ésta última difirió en si era de lejos o cerca. 7 artículos utilizaron la AV de Lejos como método de evaluación,<sup>28,29,30,32,33,34,39</sup> 5 utilizaron la AV cerca<sup>26,27,35,36,37</sup> y solo 2 utilizaron tanto la de lejos , como la de cerca.<sup>31,38</sup> A su vez, otras habilidades que también se escogieron para evaluar la efectividad del microperímetro fueron la Sensibilidad al Contraste en los estudios realizados por Bozkurt et al<sup>36</sup>, Ramirez et al<sup>32</sup> y Amore et al.<sup>31</sup> También en 4 estudios<sup>29,27,35,36,37</sup> se les pasó un Cuestionario de Calidad de Vida a los pacientes para evaluar de forma objetiva los efectos percibidos por el paciente.

Por otro lado, se obtuvieron mejoras significativas en las habilidades de AV, Sensibilidad retiniana, Velocidad Lectora y Estabilidad de fijación en la mayoría de los estudios. No obstante, muchos de ellos llegaron también a diferentes conclusiones con respecto a los resultados obtenidos, las cuáles se resumirán a continuación:

- Sahli y colaboradores<sup>28</sup> obtuvieron, que incluso 1 mes después de acabar el entrenamiento, las mejoras se mantenían y que éstas fueron

- mejores en el grupo de pacientes con DMAE, frente a los pacientes que padecían la Enfermedad de Stargardt.
- Morales et al<sup>29</sup> obtuvieron mejoras significativas en el grupo donde se entrenaba un nuevo PRL superior, frente al grupo donde se mantuvo el PRL original del paciente.
  - Ratra et al<sup>30</sup> también obtuvieron mejoras significativas en grupo de entrenamiento con nuevo PRL y que además estos resultados se mantuvieron incluso 6 meses después de acabar el entrenamiento. También obtuvieron que se obtenían mejores resultados con el tratamiento en función de la edad del paciente.
  - Amore y colaboradores<sup>31</sup> indicaron que el entrenamiento del nuevo PRL a través de la presentación de un estímulo parpadeante a medida que se acercaba al objetivo de fijación, era más efectivo frente al entrenamiento habitual con biofeedback, en el que el estímulo se mantiene fijo.
  - Ramirez et al<sup>32</sup> también demostraron que los valores del entrenamiento se mantenían incluso una semana después del tratamiento.
  - Nilsson y colaboradores<sup>35</sup> obtuvieron por un lado que el 90% de los pacientes evaluados tenían un PRL previo a la izquierda del escotoma y además indicaron que la magnificación media que se le prescribió a los pacientes después del entrenamiento fue de entre 8-15 aumentos.
  - Por último Pacella et al<sup>38</sup> tomaron medidas de las diferentes habilidades visuales evaluadas a los 6 meses y al año del tratamiento, obteniendo unas mejoras que se mantuvieron en el 80% de los casos, siendo mayores en los pacientes con DMAE en comparación con el resto de patologías.

## 6. DISCUSION

Como se puede observar en la tabla 2, tanto el número de sesiones, como la duración, así como el tamaño de la muestra y la patología a entrenar difiere mucho en cada artículo, es decir, cada autor utilizó una metodología diferente en su estudio, por lo que ha sido muy difícil establecer una comparativa entre ellos. Aun así, de los 14 artículos seleccionados se puede concluir que el entrenamiento de la fijación excéntrica mediante el uso del microperímetro es un método fiable como tratamiento de Rehabilitación Visual, sin embargo éste es un campo con muy poca investigación y con muchas aplicaciones aún por descubrir.

Queda en duda cuál es la metodología de entrenamiento más indicada a seguir, aunque muchos autores coinciden en que el entrenamiento se puede realizar en un total de 10 sesiones,<sup>28,30,34,36,37</sup> con una duración de 10 minutos por ojo, muchos de ellos lo hacen o días alternos, o dos veces por semana o incluso 1 vez por semana, por lo que la duración final del tratamiento es muy variable. Además, la muestra en la mayoría de los casos es escasa y sólo el artículo realizado por Sahi et al<sup>28</sup> dividió a los pacientes en función de su patología para establecer una comparativa de los resultados.

Lo mismo ocurre con la localización del nuevo PRL a entrenar, donde en mucho casos ni se especifica la localización, aunque diversos estudios sugieren que la localización más óptima del PRL excéntrico es en la retina superior, para permitir la lectura.<sup>29,35,40</sup> Aún así sólo el artículo realizado por Morales et al<sup>29</sup> dividió a la muestra en 2 grupos, para evaluar la efectividad del desarrollo de un nuevo PRL superior. Además, normalmente los estudios sólo realizan el entrenamiento en el mejor ojo, ya que cuando se analizan las diferencias existentes entre las localizaciones más habituales del PRL entre el mejor y peor ojo del paciente con escotoma central, se observa que en el peor ojo no existe gran preferencia por una localización concreta, al contrario que sucede para el mejor ojo, ya que tras la patología puede o no mantenerse la correspondencia retiniana entre ambos PRLs.<sup>40</sup>

Estaría bien, igualmente, añadir un grupo Control a los estudios a los que se le aplique un entrenamiento placebo, para evaluar en mejor medida su efectividad, así como hacer evaluaciones a largo plazo de las habilidades visuales examinadas, ya que sólo el artículo realizado por Pacella y colaboradores<sup>38</sup> hizo una evaluación al año de acabar el tratamiento para verificar si las mejoras se mantenían con el tiempo.

A su vez, es importante recalcar que aunque el microperímetro MP-1 y el MAIA ofrecen las mismas funciones, los resultados obtenidos en su evaluación no son intercambiables. Esto es debido a que por un lado ofrecen intensidades de estímulo diferentes (400 asb MP-1 y 100 asb Maia), por lo que la magnitud en dB obtenida va a ser distinta. Además, la congruencia en la localización de los escotomas en los pacientes patológicos no es tampoco adecuada. Por lo tanto, no se podrán utilizar ambas pruebas para un mismo estudio o seguimiento, ya que se observarán resultados diferentes.<sup>11</sup>

## 7. CONCLUSIONES

Actualmente, el uso de la microperimetría ha mejorado enormemente el papel de las pruebas psicofísicas, ya que:

- Es el único dispositivo capaz de evaluar la función visual del paciente.
- Es más sensible en la detección y seguimiento de las patologías maculares, frente a la campimetría.

Además, se puede afirmar que el uso del microperímetro en rehabilitación visual ofrece los siguientes beneficios:

- Informa sobre la localización del PRL y cuantifica el lugar de máxima sensibilidad retiniana.
- Su aplicación ofrece mejores resultados en pacientes con DMAE, frente a otras patologías maculares.
- La edad, es un factor determinante, ya que se obtienen mejores resultados con el tratamiento cuanto más joven sea el paciente.
- Su tratamiento, a través del entrenamiento de la visión excéntrica sobre el nuevo PRL seleccionado con biofeedback auditivo, produce mejoras en la AV, estabilidad de fijación, velocidad de lectura y de la función visual del paciente con Baja Visión.

Como conclusión, se puede resumir que el uso del microperímetro es un tratamiento fiable como método de entrenamiento de fijación excéntrica y que éste, a su vez, produce mejoras en el rendimiento lector.

No obstante, no existe un consenso claro sobre el tiempo y duración del tratamiento, así como la localización del PRL, aplicación mono o binocular, tipo de microperímetro a emplear, las patologías en las que se puede aplicar el entrenamiento y las variables visuales utilizadas.

Con el fin de solventar las limitaciones de los estudios realizados hasta la fecha, harían falta más artículos que solventen estos problemas, para demostrar de forma más fiable su efectividad.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. McClure ME, Hart PM, Jackson AJ, Stevenson MR, Chakravarthy U. Macular degeneration: do conventional measurements of impaired visual function equate with visual disability? *Br J Ophthalmol* 2000; 84: 244-250.
2. Vincent Michael Patella, Anders Heijl. *The Field Analyzer Primer -Essential Perimetry* 3rd Edition.
3. 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.
4. Liu, H., Bittencourt, M. G., Wang, J., Sophie, R., Annam, R., Ibrahim, M. A., Sepah, Y. J., Moradi, A., Scholl, H. P. & Nguyen, Q. D. Assessment of Central Retinal Sensitivity Employing Two Types of Microperimetry Devices. *Translational Vision Science & Technology*, 2014; 3(5), 3.
5. Acton, J. H., & Greenstein, V. C. Fundus-driven perimetry (microperimetry) compared to conventional static automated perimetry: differences, and clinical applications. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 2013; 48(5), 358–363.
6. Molina-Martín, A., Pérez-Cambrodí, R. J.& Piñero, D. P. (2018). Current Clinical Application of Microperimetry. *Seminars in Ophthalmology*, 33(5), 620–628.
7. Webb RH, Hughes GW. Scanning láser ophthalmoscope. *IEEE Trans Biomed Eng* 1981;28:488-492.
8. Manual de Usuario. MP-1 microperimeter, versión software 1.4.1. 5-jul-2003.
9. Laishram M, Srikanth K, Rajalakshmi AR, Nagarajan S, Ezhumalai G. Microperimetry - A New Tool for Assessing Retinal Sensitivity in Macular Diseases. *J Clin Diagn Res*. 2017 Jul;11(7):NC08-NC11.
10. Rohrschneider, Klaus, Stefan Bültmann, and Christina Springer. "Use of fundus perimetry (microperimetry) to quantify macular sensitivity." *Progress in retinal and eye research* 27.5 (2008): 536-548.
11. Midena, Edoardo, ed. *Microperimetry and multimodal retinal imaging*. Springer Science & Business Media, 2013.
12. Midena E, Radin PP, Pilotto E, Ghirlando A, Convento E, Varano M. Fixation pattern and macular sensitivity in eyes with subfoveal choroidal

neovascularization secondary to age-related macular degeneration. A microperimetry study. *Semin Ophthalmol* 2004; 19: 55-61.

13. Csaky, K. G., Patel, P. J., Sepah, Y. J., Birch, D. G., Do, D. V., Ip, M. S. Ferrara, D. (2019). Microperimetry for geographic atrophy secondary to age-related macular degeneration. *Survey of Ophthalmology*, 64(3), 353-364.

14. Okada K, Yamamoto S, Mizunoya S, Hoshino A, Arai M, Takatsuna Y. Correlation of retinal sensitivity measured with fundus-related microperimetry to visual acuity and retinal thickness in eyes with diabetic macular edema. 2006;20:805-809.

15. Charbel Issa P, Gillies MC, Chew EY, Bird AC, Heeren TF, Peto T, Holz FG, Scholl HP. Macular telangiectasia type 2. *Prog Retin Eye Res*. 2013 May;34:49-77.

16. Calabrese A, Bernard JB, Hoffart L, et al. Small effect of interline spacing on maximal reading speed in low-vision patients with central field loss irrespective of scotoma size. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2010;51:1247-1254.

17. Sunness JS. Face Fields and Microperimetry for Estimating the Location of Fixation in Eyes with Macular Disease. *J Vis Impair Blind* 2008;102:679-689.

18. Verdina T, Giacomelli G, Sodi A, Pennino M, Paggini C, Murro V, Virgili G, Menchini U. Biofeedback rehabilitation of eccentric fixation in patients with Stargardt disease. *Eur J Ophthalmol*. 2013 Sep-Oct;23(5):723-31.

19. Cheung SH, Legge GE. Functional and cortical adaptations to central vision loss. *Vis Neurosci*. 2005 Mar-Apr;22(2):187-201.

19. Allannah J, Margrain T, Bunce C, Binns A. How effective is eccentric viewing training? A systematic literature review. *Ophthalmic Physiological Optics*. School of Optometry and Vision Sciences, Cardiff University. 2014

20. Hong S, Parkb H, Kwonc J, Yood E. Effectiveness of eccentric viewing training for daily visual activities for individuals with age-related macular degeneration: A systematic review and metaanalysis. *NeuroRehabilitation*. 2014. 34. 587–595

21. Frennesson C, Jakobsson P, Nilsson UL. A computer and video display based system for training eccentric viewing in macular degeneration with an absolute central scotoma. *Documenta Ophthalmologica* 1995;91:9–16.32.

22. Verezen CA. Eccentric viewing spectacles including an introduction in low vision rehabilitation. 2008:239.

23. Ortiz P. Discapacidad visual e incidencia a la autonomía. Discapacidad visual autonomía personal, enfoque práctico de la rehabilitación. Organización Nacional de Ciegos Españoles. 2012, 77-111.
24. Timberlake GT, Sharma MK, Grose SA, Gobert DV, Gauch JM, Maino JH. Retinal location of the preferred retinal locus relative to the fovea in scanning laser ophthalmoscope images. *Optom Vis Sci*. 2005 Mar;82(3):177-85.
25. Scuderi G, Verboschi F, Domanico D, Spadea L. Fixation Improvement through Biofeedback Rehabilitation in Stargardt Disease. *Case Rep Med*. 2016;2016:4264829.
26. Tarita-Nistor L, González EG, Markowitz SN, Steinbach MJ. (2009). Plasticity of fixation in patients with central vision loss. *Vis Neurosci*,Nov;26(5-6):487-94.
27. Palmer S, Logan D, Nabili S, Dutton GN. Effective rehabilitation of reading by training in the technique of eccentric viewing: evaluation of a 4-year programme of service delivery. *Br J Ophthalmol*. 2010 Apr;94(4):494-7.
28. Sahli E, Altinbay D, Bingol Kiziltunc P, Idil A. Effectiveness of Low Vision Rehabilitation Using Microperimetric Acoustic Biofeedback Training in Patients with Central Scotoma. *Curr Eye Res*. 2021 May;46(5):731-738.
29. Morales MU, Saker S, Wilde C, Rubinstein M, Limoli P, Amoaku WM. Biofeedback fixation training method for improving eccentric vision in patients with loss of foveal function secondary to different maculopathies. *Int Ophthalmol*. 2020 Feb;40(2):305-312.
30. Ratra D, Gopalakrishnan S, Dalan D, Ratra V, Damkondwar D, Laxmi G. Visual rehabilitation using microperimetric acoustic biofeedback training in individuals with central scotoma. *Clin Exp Optom*. 2019
31. Amore FM, Paliotta S, Silvestri V, Piscopo P, Turco S, Reibaldi A. Biofeedback stimulation in patients with age-related macular degeneration: comparison between 2 different methods. *Can J Ophthalmol*. 2013 Oct;48(5):431-7.
32. Ramírez Estudillo JA, León Higuera MI, Rojas Juárez S, Ordaz Vera ML, Pablo Santana Y, Celis Suazo B. Visual rehabilitation via microperimetry in patients with geographic atrophy: a pilot study. *Int J Retina Vitreous*. 2017;3:21.

33. Vingolo EM, Salvatore S, Cavarretta S. Low-vision rehabilitation by means of MP-1 biofeedback examination in patients with different macular diseases: a pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2009 Jun;34(2):127-33.
34. Vingolo EM, Cavarretta S, Domanico D, Parisi F, Malagola R. Microperimetric biofeedback in AMD patients. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2007 Dec;32(3-4):185-9.
35. Nilsson UL, Frennesson C, Nilsson SE. Patients with AMD and a large absolute central scotoma can be trained successfully to use eccentric viewing, as demonstrated in a scanning laser ophthalmoscope. *Vision Res*. 2003 Jul;43(16):1777-87.
36. Bozkurt Oflaz A, Turgut Öztürk B, Gönül Ş, Bakbak B, Gedik Ş, Okudan S. Short-Term Clinical Results of Preferred Retinal Locus Training. *Turk J Ophthalmol*. 2022;52(1):14-22. doi:10.4274/tjo.galenos.2021.73368
37. Qian T, Xu X, Liu X, Yen M, Zhou H, Mao M, Cai H, Shen H, Xu X, Gong Y, Yu S. Efficacy of MP-3 microperimeter biofeedback fixation training for low vision rehabilitation in patients with maculopathy. *BMC Ophthalmol*. 2022 Apr 28;22(1):197.
38. Pacella E, Pacella F, Mazzeo F, Turchetti P, Carlesimo SC, Cerutti F, Lenzi T, De Paolis G, Giorgi D. Effectiveness of vision rehabilitation treatment through MP-1 microperimeter in patients with visual loss due to macular disease. *Clin Ter*. 2012 Nov;163(6):e423-8.
39. Ueda-Consolvo T, Otsuka M, Hayashi Y, Ishida M, Hayashi A. Microperimetric Biofeedback Training Improved Visual Acuity after Successful Macular Hole Surgery. *J Ophthalmol*. 2015;2015:572942.
40. Podbielski, Dominik W., Sophia V. Reyes, and Samuel N. Markowitz. "The worse eye is not as bad as it seems to be in AMD cases." *Canadian Journal of Ophthalmology* 48.5 (2013): 381-385.