



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE MEDICINA

Máster en Rehabilitación Visual

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

UTILIDAD CLÍNICA DE LA MICROPERIMETRÍA EN TRASTORNOS DE RETINA CON DEFECTOS DE CAMPO CENTRAL

Presentado por Angela Pintor Fernández

Tutelado por: Eduardo Garcia Vicente

En Valladolid a, Junio 2025

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1.INTRODUCCIÓN.....	4
1.1 MICROPERIMETRIA	4
1.2 DEGENERACION MACULAR.....	7
1.3 OTRAS PATOLOGIAS CON DEFECTO DE CAMPO CENTRAL	8
2. OBJETIVOS.....	10
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	10
4. RESULTADOS	12
4.1. ENTRENAMIENTO DE LA FIJACIÓN EXCÉNTRICA.....	12
4.2. ENTRENAMIENTO DE BIORRETROALIMENTACIÓN CON SEÑALES DE AUDIO.....	12
4.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS MEDIANTE DIFERENTES ENTRENAMIENTOS DE LECTURA.....	14
4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL ENTRENAMIENTO BASADO EN ÍNDICES DE FIJACIÓN CON PACIENTES DIABÉTICOS.....	18
DISCUSIÓN.....	20
CONCLUSIONES	24
BIBLIOGRAFÍA	25

RESUMEN

La microperimetria es una técnica que evalúa la sensibilidad de cualquier punto individual de la retina, es capaz de corregir la posición del estímulo ante la presencia de cualquier cambio o pérdida de fijación siendo una técnica muy usada en rehabilitación visual. Se evalúa la eficacia del uso de la microperimetría en los entrenamientos del campo visual central en patologías maculares como la degeneración macular (DMAE) así como, diferentes técnicas de entrenamiento que demuestran que la rehabilitación visual del campo central guiada con la técnica de la microperimetría mejora la sensibilidad retiniana perifoveal, así como la estabilidad de fijación sobre todo en la lectura. Se describen los diferentes tipos de entrenamiento y las diferencias entre los dos microperímetros más usados en clínica (MP-3 y MAIA). Los resultados sugieren que el uso de los microperímetros no solo permite una evaluación precisa de la función del campo visual central, sino que también ofrece una vía efectiva para su rehabilitación, especialmente en pacientes con escotomas centrales. Este trabajo destaca la importancia de integrar la microperimetría en este tipo de rehabilitaciones.

ABSTRACT

Microperimetry is a technique that evaluates the sensitivity of any individual point on the retina. It can correct the position of the stimulus in the presence of any change or loss of fixation, being a widely used technique in visual rehabilitation. The effectiveness of using microperimetry in central visual field training in macular pathologies such as macular degeneration (AMD) is evaluated, as well as, different training techniques that demonstrate that central visual field rehabilitation guided by microperimetry improves perifoveal retinal sensitivity and fixation stability, particularly in reading. We describe the different types of training and the differences between the two most used microperimetry devices in clinical practice (MP-3 and MAIA). The results suggest that the use of microperimetry not only allows for an accurate assessment of central visual field function but also offers an effective means for rehabilitation, especially in patients with central scotomas. This work highlights the importance of integrating microperimetry into this type of rehabilitation.

1.INTRODUCCION

1.1 MICROPERIMETRÍA

La microperimetria o perimetría de fondo es una técnica que evalúa la sensibilidad de cualquier punto individual de la retina y, además, nos permite reproducir la imagen del polo posterior que tiene función biomicroscópica y de OCT (Midena 2006; Csaky et al 2019). La característica principal que diferencia un microperímetro y un perímetro convencional es la presencia de un sistema de seguimiento ocular (eyetracker) que es capaz de corregir la posición del estímulo ante la presencia de cualquier cambio o pérdida de fijación, lo cual es bastante característico en pacientes con DMAE o patologías maculares. La prueba es similar a la de un perímetro convencional, se presentan estímulos de distintas intensidades con el fin de buscar cual es el nivel mínimo de intensidad que es capaz de detectar el paciente. Esta intensidad está medida en decibelios (dB), cuanto mayor sea el número de decibelios más tenue es el estímulo recibido, lo que significa que la sensibilidad retiniana es mayor; si en una zona, la sensibilidad es 0 dB significa que esa zona no tiene sensibilidad y, por tanto, existe un escotoma absoluto (Csaky et al 2019).

El oftalmoscopio de escaneo láser (SLO), fue considerado el primer microperímetro ya que nos permitió explorar las distintas áreas de la retina, en tiempo real, por medio de una luz infrarroja y una proyección de estímulos de distinto tamaño e intensidad, y que, finalmente, generaba un mapa de sensibilidad expresado en dB sobre una imagen de fondo. Fue desarrollado en 1981 en Ottobrunn, Alemania y distribuido por Rodenstock Instrument (Bergaz 2012), el SLO original ya no está disponible comercialmente porque nunca llegó a desarrollar mejoras a nivel de hardware y software (Midena 2006).

El microperímetro que está disponible comercialmente a día de hoy es el Nidek MP-3 (*Figura 2*), cuenta con una combinación de retinografía a color con el estudio de la sensibilidad retiniana y la estabilidad de fijación (*Figura 1*) con estímulo de 10.000 abs * (de acuerdo con los métodos de medición ISO12866) y una intensidad de 0 a 34 dB. Cuenta con un eye tracker para seguir la fijación del paciente lo que proporciona mediciones más precisas y una mayor comodidad al paciente por su rapidez. El MP-3 mide las funciones retinianas en condiciones escotópicas, es decir en condiciones de baja luminosidad, esto per-

*Abs: apostilb, unidad absoluta de luminancia equivalente a 0.318 candelas/m²

mite evaluar los cambios en la sensibilidad de los bastones en patologías maculares como puede ser la DMAE o retinosis pigmentaria.

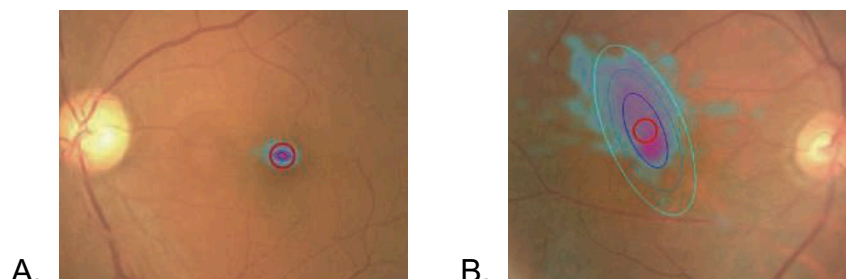


Figura 1. En la figura 1 A observamos un ejemplo de una microperimetria MP-3 con una fijación estable, mientras que en la figura 1 B se representa el ejemplo de una fijación inestable con un microperímetro MP-3.



Figura 2. Microperímetro MP-3 Nidek.

Existe otro microperímetro de Evaluación de Integridad Macular (MAIA) *Figura 3*, desarrollado en CernterVue en Padova, Italia. La imagen retiniana se crea a través de un oftalmoscopio láser de barrido SLO, se trata de una tecnología de alta resolución gracias a su tecnología confocal y combina tres diferentes técnicas de análisis: imagen de fondo de ojo, sensibilidad retiniana y capacidad de fijación. Los resultados se muestran sobre una retinografía representada con una escala de decibelios, codificada en colores, el verde significa que los valores son normales, el amarillo nos indica la presencia de algo sospechoso, el rojo significa que los valores son anormales y los negros representan escotomas. Este microperímetro fue diseñado para realizar las pruebas de manera escotópica utilizando dos diodos que emiten luz de color azul y rojo, permitiendo determinar las distintas pérdidas de sensibilidad en los fotorreceptores de la retina (Madheswaran, Nasim, Ganeshrao, Raman y Ve 2022).

El MAIA cubre un área de 10° de diámetro con 37 puntos de examen, al igual que con el MP-3 la luminancia máxima que presenta es de 1000 abs con un rango dinámico de 36 dB, cuenta con 3 estrategias de proyección diferentes, la de umbral completo 4-2, cuatro niveles fijos 4-LF y de la Scotoma-Finder (SF). El umbral completo es un examen muy similar al de un perímetro convencional, la intensidad del estímulo cambia en pasos de 4dB hasta que cambia de visible a no visible y disminuye la intensidad en pasos de 2dB hasta que el estímulo desaparece, pero en comparación con el perímetro la prueba es mucho más rápida.

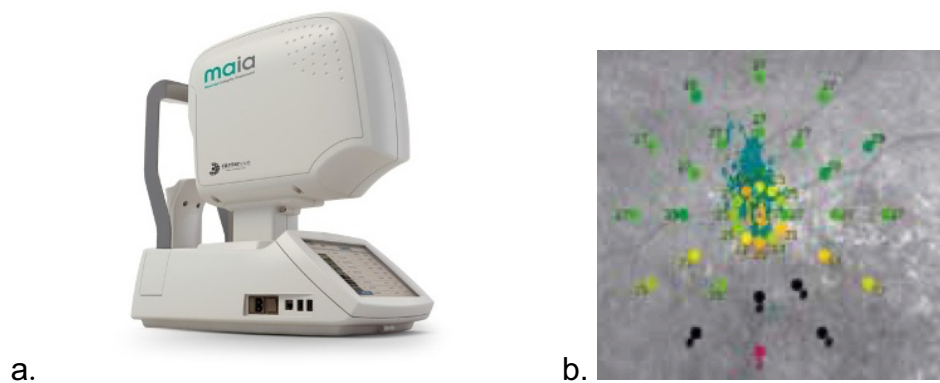


Figura 3. a) Microperímetro MAIA. b) Representación de la sensibilidad retiniana en un microperímetro MAIA con su escala de colores.

PARAMETROS	MP-3 NIDEK	MAIA
Luminancia de fondo	1,27 o 10 cd/m ²	1,27 cd/m ²
Intensidad máx de estímulo	34 dB	36 dB
Tipo de estímulo	Goldmann I-II-III-IV-V	Goldmann III
Campo visual	10°	10°
Estrategia de umbral	4-2/4-2-1	4-2

Tabla 1. Comparación de parámetros entre los microperímetros MP-3 y MAIA (Cassels 2018).

La microperimetria surge debido a los inconvenientes que presentaba la campimetría convencional (Humphrey Visual Field Analyzer) a la hora de evaluar

los campos visuales de las personas con patologías maculares, como la DMAE, ya que estos pacientes suelen presentar inestabilidad de fijación y como consecuencia, los resultados pueden no ser concluyentes ya que se generan resultados erróneos por los movimientos de refijación que realizan inconscientemente (Molina, Julio, Rodríguez y Mendoza 2010).

1.2 DEGENERACION MACULAR

La degeneración macular asociada a la edad (DMAE) es la tercera causa de ceguera en el mundo en mayores de 65 años y representa la principal causa de discapacidad visual registrable en EEUU y en el Reino Unido (Cassels 2018). La prevalencia de la degeneración macular aumentó de 1990 a 2010 y con el envejecimiento de la población mundial se estima que, en 2040, 288 millones de personas podrán padecer DMAE. El principal factor de riesgo en la degeneración macular, es el envejecimiento, pero también existen otros como la raza, la presión arterial y el estilo de vida. Las personas con presión arterial alta pueden tener más riesgo de padecer DMAE, así como aquellas que presenten hábitos de vida poco saludables como el consumo excesivo de alcohol o tabaco (Deng 2022).

Deng et al en 2022 afirman que la retina es uno de los tejidos del cuerpo que más oxígeno consume. El epitelio pigmentario de la retina sufre un daño oxidativo que se produce por un desequilibrio entre la producción y la eliminación de especies reactivas de oxígeno (ROS). La lipofuscina es la principal fuente de ROS y se acumula en el epitelio pigmentario de la retina provocando un mayor aumento de estrés oxidativo en la retina. Se ha demostrado que el exceso de la lipofuscina es característico de las personas con DMAE, así como la presencia de depósitos drusenoides subretinianos y drusas blandas, de naturaleza lipídica (*Figura 4*).

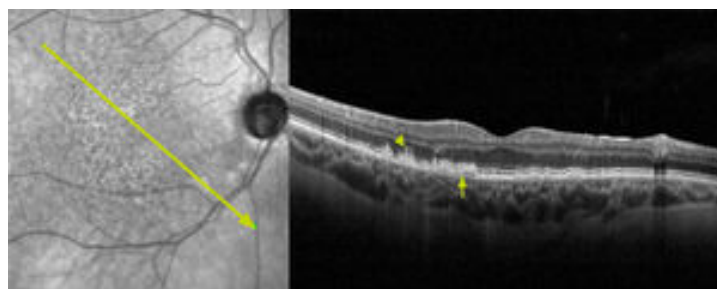


Figura 4. Tomografía de coherencia óptica donde se observan depósitos en el subepitelio pigmentario: drusas blandas (flecha amarilla) y depósitos drusenoides subretinianos (punta de la flecha) Diaz 2023.

La degeneración macular puede presentarse de dos formas, la forma “neovascular” o húmeda y la “no neovascular” o seca (*Figura 5*). El 85% de los casos se manifiesta de forma no neovascular, reconociéndose una fase temprana de la enfermedad, donde en el fondo de ojo encontramos signos como drusas pequeñas (menos de 65 micrones) en la zona macular. En la fase intermedia vamos a encontrar drusas de mayor tamaño (65 a 124 micrones de tamaño) con el tiempo estas pueden seguir creciendo y hacerse confluentes. Seguidamente, aparece la fase avanzada donde se empiezan a ver claros signos de atrofia geográfica que corresponden a áreas de ausencia de EPR por un daño progresivo de la enfermedad, si estas áreas llegan a confluir con otras pueden llegar a afectar a la zona perifoveal produciendo una disminución importante de la agudeza visual. Llegados a este punto nos podemos encontrar ante el 15% restante, la forma neovascular, donde se produce una proliferación de los vasos sanguíneos que exudan líquido y sangre. Sin un tratamiento oportuno, la neovascularización puede llegar a causar un daño irreversible de las capas externas de la retina (Diaz 2023).

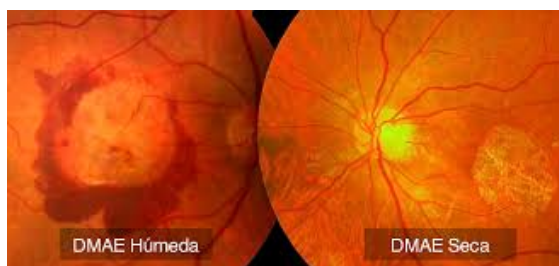


Figura 5. Comparación entre: DMAE húmeda donde se observa una acumulación de sangre provocada por la creación de vasos sanguíneos anormales por debajo de la retina; y DMAE seca donde se observa una atrofia macular y depósitos amarillentos (drusas).

1.3 OTRAS PATOLOGÍAS QUE CURSAN CON DEFECTO DE CAMPO CENTRAL

Existen otras patologías que cursan con defectos de campo visual central, algunas de las más conocidas son: la retinopatía diabética (RD) siendo la principal causa de ceguera entre los 40 y los 60 años tratándose de una

enfermedad progresiva y asintomática hasta estadios avanzados. El 98% de los diabéticos tipo 1 presentan retinopatía diabética mientras que los del tipo 2 solo el 60%. La RD se clasifica en *no proliferativa* y a su vez puede dividirse en leve, moderada y severa, los signos más comunes son microaneurismas retinianos, exudados duros o lipídicos y blandos o algodinosos, hemorragias retinianas y, por último, puede existir tortuosidad venosa pudiendo llegar a progresar a RD *proliferativa*, Tenorio y Ramírez (2010). Esta última se caracteriza por ser la más agresiva por presentar neovasos que traccionan la retina. La principal causa de pérdida visual en los pacientes diabéticos es el edema macular diabético, se trata de un engrosamiento de la retina en el área macular provocado por una acumulación de líquido generando dificultades en las actividades de visión próxima. Puede relacionarse con la retinopatía diabética no proliferativa moderada hasta una proliferativa avanzada, siendo más frecuentes en pacientes con diabetes tipo 2 y edad avanzada (Andonegui y Jiménez 2008). La enfermedad de Stargardt, es otra de las patologías que cursan con maculopatía, se trata de una distrofia hereditaria caracterizada por una disminución progresiva de la AV central bilateral en las primeras décadas de vida, en ocasiones pueden llegar hasta 20/200, pero depende de la edad de aparición (Sambricio et al 2015). Entre los síntomas más frecuentes se encuentran la discromatopsia (alteración de la percepción de los colores), escotomas centrales con atrofia macular y machas blanco-amarillentas a nivel del epitelio pigmentario de la retina. La enfermedad se presenta en la infancia, aunque tiene su pico de aparición en la edad adulta, la pérdida visual es progresiva y normalmente, lenta (Tanna et al 2017). Por último, los agujeros maculares cursan con defecto del campo visual central, siendo un defecto en el espesor de la retina foveolar los más comunes son ideopáticos o seniles, aunque en ocasiones están relacionados con traumatismos y existe una predilección hacia el sexo femenino.

Estos pacientes viven con su visión central comprometida y como consecuencia, también el punto de referencia del sistema oculomotor, generando consecuencias negativas en el rendimiento visual; son capaces de desarrollar un locus retiniano preferencial (PRL), se trata de una zona excéntrica sana de la retina, que el sistema visual adapta como nueva "fóvea" (Tarita-Nistor y Mandelcorn 2022). Los microperímetros son herramientas muy útiles en

rehabilitación ya que nos ayudan a localizar estas zonas y poder enseñarles a sacar el mayor rendimiento posible a su resto visual.

2.OBJETIVO

Profundizar las posibles aplicaciones clínicas de la microperimetría en las distintas patologías de retina con defecto de campo visual central y su utilidad en rehabilitación visual.

3.HIPOTESIS

La hipótesis de este estudio plantea que la microperimetría es una herramienta valiosa para el diagnóstico y seguimiento de enfermedades de la retina que afectan el campo visual central, en particular en pacientes con Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE). Asimismo, permite identificar el locus retiniano preferencial en estos pacientes, lo que contribuye a optimizar su rehabilitación visual.

4.MATERIAL Y MÉTODOS:

Selección y búsqueda de artículos

Para la búsqueda de artículos para este trabajo se han utilizado principalmente 2 bases de datos: Pubmed (United States National Library of Medicine) y Google Scholar. Las palabras clave que han sido empleadas a la hora de realizar la búsqueda fueron *microperimetry*, *microperimetry macular disease* y *low visión*.

Los artículos se filtran entre los años 2014 y 2025 y se encontraron un total de 763 en la página de PubMed y 1140 en Google Scholar, en el área de Medicina y Optometría. De todos ellos se han escogido 26 para la revisión, donde se han tenido en cuenta: título, año, patología, tipo de microperímetro y tipo de entrenamiento de fijación. En la *tabla 2* se muestra el proceso de selección de artículos.

Criterios de inclusión

- Se incluyeron todos aquellos artículos originales, revisiones, informes y casos clínicos que están basados en el entrenamiento de visión central en personas que presentan maculopatías, principalmente DMAE, que usan la microperimetría para establecer el LRP.
- Publicados entre 2014 y 2025.
- Acceso completo y abierto.

- Palabras clave incluidas en la selección de búsqueda.
- No se aplicaron restricciones de edad, sexo o idiomas.

Criterios de exclusión

- Se excluyeron todos aquellos que apenas tuvieran rigor científico.
- No se encontraran entre las fechas seleccionadas.
- No tuvieran acceso libre.
- Publicaciones sobre casos que no fueran pacientes con baja visión.

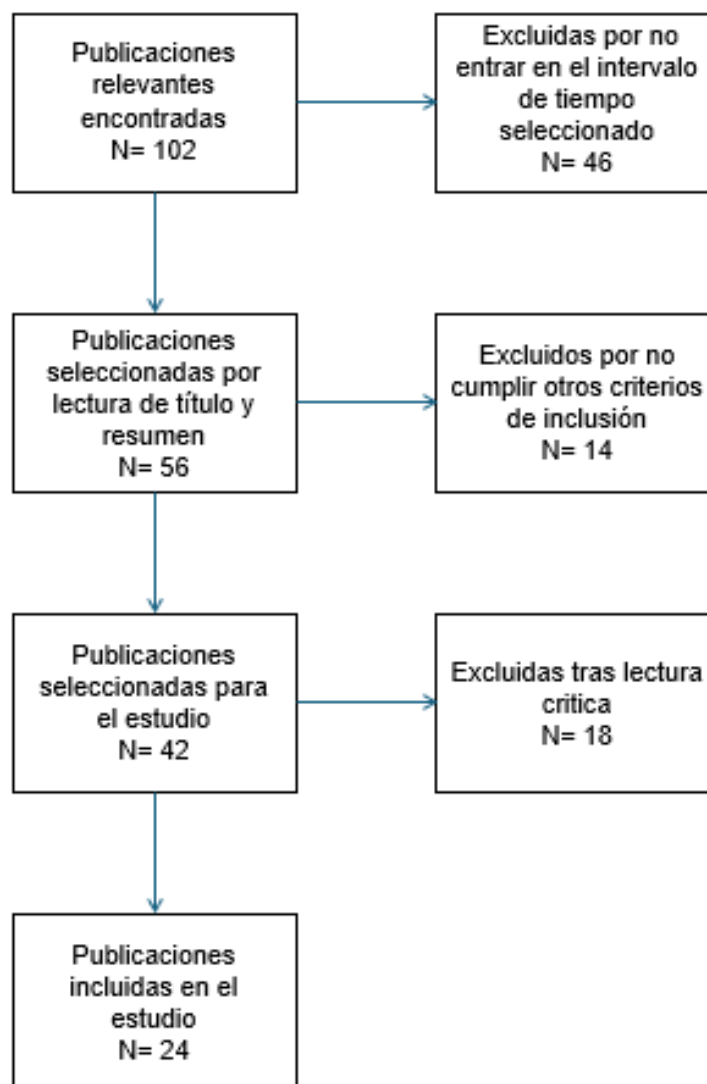


Tabla 2. Proceso de selección de artículos.

5. RESULTADOS

Se analizaron varios artículos basados en diferentes técnicas de rehabilitación de la visión central y que usan la microperimetría para establecer el mejor LRP. Comparamos los principales parámetros como la estabilidad de fijación, velocidad de lectura y la cuál es la relación que tiene la ubicación del LRP con estos.

5.1 ENTRENAMIENTO DE LA FIJACIÓN EXCÉNTRICA

Muchos de los pacientes que presentan maculopatías como la degeneración macular asociada a la edad suelen caracterizarse por desarrollar dificultades en tarea que requieren la atención al detalle, como pueden ser: la lectura o reconocer caras. En ocasiones, son capaces de desarrollar un LRP o varios por sí mismos, pero otro gran porcentaje necesitan ayuda porque su ubicación no es la ideal y la fijación no es óptima y para ello existen distintos métodos y técnicas de entrenamiento (Zambrano 2011).

5.2 ANALISIS DE RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO DE BIORRETROALIMENTACIÓN CON SEÑALES DE AUDIO CON DIFERENTES MICROPERIMETROS

Los microperímetros son herramientas muy útiles en los entrenamientos de visión excéntrica porque nos permite localizar y evaluar el/los LRP. Según el estudio de Quian T. et al 2022 existe un ejercicio llamado entrenamiento de biorretroalimentación microperimétrica (MBFT), que es capaz de establecer nuevos puntos de fijación y mejorar la estabilidad de la fijación. Este ejercicio de rehabilitación fue desarrollado con el microperímetro MP-3 utilizando señales de audio de biorretroalimentación aumentando la frecuencia auditiva a medida que el objetivo se acercaba a la alineación deseada, es decir, la señal auditiva se volvía continua cuando la fijación estaba en la ubicación óptima e intermitente cuando se alejaba de ese punto. Se registraron antes y después del entrenamiento: la sensibilidad central media y la sensibilidad media dentro de un radio de 2° desde la fijación utilizando una estrategia de umbral de 4-2 con el patrón Goldmann III. Gracias a una cámara infrarroja de alta sensibilidad que posee el microperímetro MP-3 facilitó el seguimiento en tiempo real de la fijación 30 veces por segundo, para conseguir la corrección automática para el movimiento ocular. El umbral de luminancia se midió con una intensidad que

oscilaba entre 0 y 34 dB y con una duración del estímulo de 200 ms. El entrenamiento se llevó a cabo en el ojo con mejor AV, estando ocluido el contralateral, el entrenador instruyó al paciente sobre cómo hacer bien los movimientos oculares para que la señal auditiva fuera continua. El programa de rehabilitación consistió en tres sesiones de 10 minutos por ojo, realizadas dos veces por semana durante 20 semanas consecutivas. Los resultados fueron muy positivos ya que en la mayoría de los casos la fijación había cambiado de una fijación central deficiente a una fijación central predominantemente. La sensibilidad central media y la velocidad de lectura mejoraron significativamente después del entrenamiento. La estabilidad de la fijación aumentó significativamente a 2° y 4°.

Existe un estudio previo desarrollado por Morales et al 2020 con las mismas características, pero el entrenamiento BFT fue evaluado con el microperímetro MAIA. La existencia de una muestra mayor permitió dividir a los pacientes en dos grupos: en el grupo A el LRP de referencia fue el desarrollado por el paciente y en el grupo B el LRP se estableció en el lugar con mejores características funcionales (*Figura 6*). Se realizaron 2 series de 12 sesiones de entrenamiento semanales separadas por un período de 3 meses sin entrenamiento. Cada sesión duró 10 minutos. El entrenamiento BFT consistía en pedir a los pacientes que movieran ligeramente la mirada hacia el lugar de entrenamiento. Los resultados mostrados en la figura 5 fueron evaluados 2 semanas después del entrenamiento BFT.

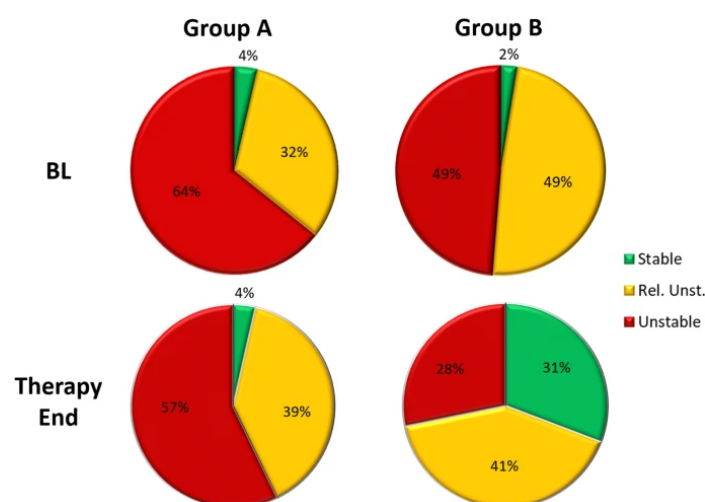


Figura 6. Resultados de los grupos A y B antes y después del entrenamiento BFT, donde el color rojo representa el porcentaje de pacientes con fijación inestable, el amarillo relativamente inestable y el verde estable.

Como podemos observar en el grupo A no se observó ninguna mejora significativa, por el contrario, en el grupo B la mejora es significativa en todas las variables, excepto en la sensibilidad a la luz. Por tanto, la fijación en pacientes con visión excéntrica puede mejorarse a través de la terapia de biorretroalimentación.

5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS MEDIANTE DIFERENTES ENTRENAMIENTOS DE LECTURA.

Estudios como el de Altınbay et al 2022 y Bowman et al 2021 utilizaron el microperímetro MAIA para evaluar la estabilidad de fijación y la velocidad lectora en pacientes con maculopatías causadas por degeneración macular, pero con 2 métodos diferentes. En el descrito en 2022 se reclutaron a 63 pacientes con DMAE y los sometieron a un estudio oftalmológico que reunía las siguientes pruebas: la evaluación de la mejor agudeza visual corregida (BCVA), un examen del segmento anterior y posterior, la evaluación de baja visión, una prueba de lectura evaluada con el test *MNREAD* (Figura 8), la prueba de sensibilidad al contraste (CS) y una microperimetría realizada con el MAIA para evaluar la estabilidad de fijación. La información que derivó de la microperimetría permitió calcular la posición exacta del LRP y el tamaño del escotoma. Se utilizó una regla para las mediciones: 1 cuadrado en la cuadrícula de la pantalla del microperímetro corresponde a 1 grado, por lo que los valores calculados en mm se convirtieron a grados. Para conocer la ubicación del PRL, la retina se dividió en 4 cuadrantes iguales centrados en la fóvea y la ubicación de la PRL se clasificó como superior, inferior, temporal, nasal o central (Figura 7). El PRL estaba ubicado en el cuadrante nasal de la retina en el 31 % de los casos, el cuadrante superior en el 26 %, el cuadrante inferior en el 16 % y el cuadrante temporal en el 11 % de los ojos, mientras que el 16 % de los PRL se ubicaron en el centro. Estudios previos sugieren que la lectura con visión excéntrica puede ser más eficiente si el PRL se encuentra en el hemisferio izquierdo y en el campo visual inferior. No se detectó ninguna relación significativa entre la ubicación del

PRL y la estabilidad de la fijación. Los resultados demuestran que, al juntar grupos de fijación estable y relativamente estable, la velocidad de lectura (medida en palabras por minuto (ppm)) fue de $148,7 \pm 12,7$ ppm en el grupo de fijación estable, $80,9 \pm 41,1$ ppm en el grupo relativamente estable y $60,5 \pm 28,5$ ppm en el grupo de fijación inestable lo que demuestra una relación entre la estabilidad de fijación con la velocidad de lectura. Además, en los casos de fijación inestable el LRP estaba significativamente más lejos por lo que esta relación que existe entre la inestabilidad de fijación y la velocidad de lectura se ve afectada por la distancia a la que está situada el LRP.

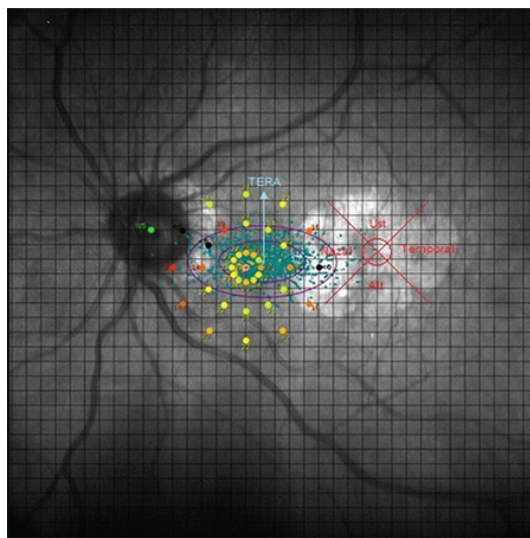


Figura 7. División de la retina en cuadrantes centrados en la fóvea.

El estudio llevado a cabo por Farzanehy et al 2021, fue similar al de Altınbay et al 2022 pero se realizó con un microperímetro diferente (MP1 by Nidek) y unos parámetros distintos, pero ambos llegaron a la misma conclusión. Se involucró a 35 voluntarios y se les sometió a un examen oftalmológico donde se examinaron: la refracción, la agudeza visual con la mejor corrección, biomicroscopia de lámpara de hendidura, tomografía de coherencia óptica, índices de lectura medidos con MNREAD (*Figura 8*) y una microperimetría MP1 para la fijación y establecer la mejor ubicación del LRP. El estudio evaluaba a agudeza de lectura (RA), la velocidad máxima de lectura (MRS), el tamaño crítico de impresión (CPS) y el índice de accesibilidad de lectura (ACC). Se les pidió a los pacientes que leyeran las oraciones en voz alta. La lectura comenzó por encima de la tabla

o por encima de la agudeza visual del paciente hasta que dejaron de poder leer palabras de la oración.



Figura 8. Ejemplo test de cerca MNREAD.

La velocidad de lectura se calculó utilizando la fórmula (velocidad de lectura = 600/tiempo en segundos). También se tuvieron en cuenta las palabras que se leyeron mal o se omitieron, y la velocidad de lectura se ajustó utilizando otra fórmula (velocidad de lectura = $60 \times [10 - \text{error}] / \text{tiempo en segundos}$). El LRP fue localizado en el campo inferior en el 49% de los casos. No hubo una diferencia significativa en la puntuación media de MRS entre diferentes ubicaciones de LRP. Los peores resultados de la velocidad de lectura son aquellos cuyo LRP se mostraba en el campo superior y en el campo derecho, siendo la máxima (119 wpm) y la mínima (29,3 wpm). Este estudio concluye que la posición del LRP puede ser determinante en la mejora del AR, MRS y CPS. La RA mejora significativamente cuando los puntos se encuentran a la izquierda o en la parte inferior del escotoma. La MRS mejora con los LRP del campo izquierdo frente a los que se situaban en el campo derecho. Se observó también que cuanto más alejado estaba el LRP de la fóvea peores fueron los resultados en todos los índices estudiados RA, MRS, el tamaño crítico de impresión y el índice de accesibilidad de lectura. Por lo que, el punto más próximo a la fóvea siempre será la mejor opción para el LRP entrenado.

En 2021, Bowman et al. utilizan métodos de presentación de texto de serie rápida (RSVP) para demostrar que se pueden mejorar las capacidades lectoras de

pacientes con defectos de campo. El estudio demuestra que usan al menos un PRL al leer un texto dinámico y examinan el efecto de dos tipos de presentación de texto: RSVP y desplazamiento horizontal. Es común que los pacientes con CVL sufran dificultades para leer un texto estático, sin embargo, con la presentación de texto dinámico como RSVP y desplazamiento, pueden leerse más rápido. La ayuda electrónica más conocida que se basa en la presentación de texto de desplazamiento es el sistema CCTV, aunque todavía no exista ninguna ayuda basada en el RSVP es uno de los sistemas de presentación más usados en pacientes con baja visión desde finales del siglo XX. La ventaja principal que nos proporciona este tipo de representación de texto es la eliminación de la mayoría de los movimientos oculares, en el caso del RSVP y elimina el movimiento sacádico a la siguiente línea, en el caso del desplazamiento horizontal. Este estudio se encarga de comparar directamente estos dos métodos. Se reclutaron a 11 pacientes con defecto de campo central y los PRL se determinaron con microperimetría MAIA. Los observadores leían en voz alta frases de 4 palabras que se dibujaron al azar de oraciones en las tablas de MNRead. La fuente de las palabras era Arial y el tamaño y la duración de exposición era controlada. La fijación a lo largo de la tarea de lectura se monitorizó con un *eyetracker*. La agudeza visual lectora se estimó como el tamaño de fuente más pequeño en el que se podían leer dos de cada cuatro palabras. En RSVP se presentó una palabra en el centro de la pantalla y la duración de la presentación fue proporcional al tamaño de la palabra. (*Figura 9 a*). En texto de desplazamiento horizontal se presentaban 4 palabras simultáneamente de forma horizontal. La posición de la primera letra de la primera palabra se presentó en el centro de la pantalla, y el texto se desplazó horizontalmente hacia la izquierda y terminó con la cuarta letra de la última palabra presentándose en el centro de la pantalla (*Figura 9 b*). La duración de la prueba fue el tiempo que tardó el texto en desplazarse por la pantalla.

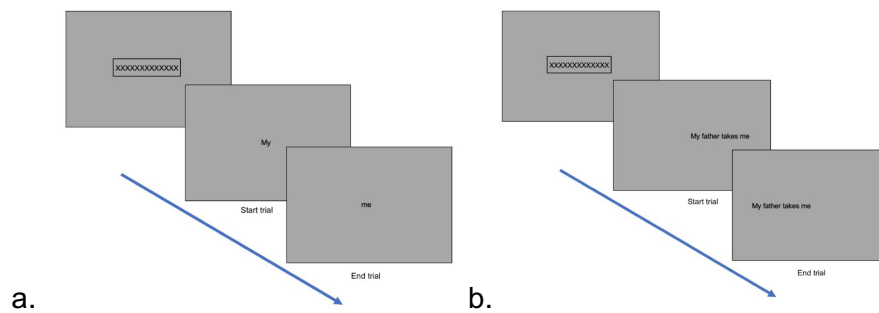


Figura 9. Ilustración a) RSVP y b) desplazamiento horizontal.

Bowman et al 2021 analizó la velocidad de lectura con 3 métodos diferentes: umbral de duración de prueba, velocidad máxima de lectura (MRS) medida en palabras por minuto (wpm) y la curva de lectura de registro (AULC). La velocidad de lectura del umbral medio de duración del ensayo fue de 659 wpm para RSVP y 587 wpm para desplazamiento, en condiciones monoculares, y, de 474 wpm para RSVP y 511 wpm para desplazamiento en condiciones binoculares. Los resultados muestran que la MRS también es más rápida mientras leían RSVP en condiciones binoculares, siendo la mediana de 819 wpm para RSVP y 607 wpm para desplazamiento. AULC se usó para explorar la diferencia entre la velocidad de lectura de RSVP y el desplazamiento y cuanto mayor sea la curva mayor será la velocidad de lectura del paciente. Aunque RSVP tiene velocidades de lectura más rápidas, no se observaron diferencias significativas entre RSVP y las tasas de lectura de desplazamiento en condiciones binoculares. Con el microperímetro MAIA se obtuvo uno de los datos más relevantes del estudio, la exploración de la excentricidad del LRP en la velocidad de lectura en condiciones monoculares. Se obtuvo que la agudeza visual de lectura empeora con el aumento de la excentricidad, aunque en RSVP muestra una correlación más fuerte.

5.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS EN EL ENTRENAMIENTO BASADO EN ÍNDICES DE FIJACIÓN CON PACIENTES DIABÉTICOS

El estudio más reciente que hemos analizado fue publicado por Alicia et al 2025. Utilizaron el microperímetro MAIA para localizar el LRP en pacientes con maculopatía causada por retinopatía diabética para posteriormente comparar los índices de estabilidad de fijación entre el ojo con mejor agudeza visual y el ojo con peor agudeza visual. Se aplicó una cuadrícula de 21 sensibilidades de retina,

el nivel de luminancia máxima se estableció en 36 dB y se empleó una estrategia estándar 4-2. El microperímetro registra dos PRL en el estudio, uno inicial (PRLi) y uno final (PRLf). Se definió la fijación excéntrica como la distancia de 2° o más entre el PRLf y la foveola. Se reclutaron a 69 pacientes, el 58% tenían diabetes tipo 2 y el 87% presentaba retinopatía diabética proliferativa. Una de las medidas usadas para proporcionar los índices de fijación fue la elipse de contorno bivariante (BCEA), cuanto menor es el BCEA, mayor es la estabilidad de la fijación. Aunque el 50% de los participantes presentaron un BCEA anormal, su fijación era predominantemente estable y un año después permanecieron iguales. Aunque el peor ojo se presentó con un BCEA más grande inicialmente, ambos ojos terminaron con un BCEA similar al final. Este estudio demuestra que la maculopatía diabética tiene una estabilidad de fijación relativamente estable y rara vez desarrollan una fijación excéntrica.

6. DISCUSIÓN

La rehabilitación visual en baja visión tiene como objetivo fomentar el uso del resto visual en pacientes con pérdida de campo, así como mejorar las habilidades visuales para la realización de las actividades de la vida diaria. La degeneración macular asociada a la edad (DMAE) es la causa más frecuente en la pérdida de campo visual central en personas mayores de 65 años. Esta patología provoca un impacto negativo en la calidad de vida de las personas ya que cursan con dificultades a la hora de realizar tareas que comprometan la visión central. Se espera que en unos años aumente la demanda de tratamiento para la DMAE, debido al envejecimiento de la población mundial. Este trabajo trata de resumir las investigaciones más recientes de los distintos tipos de rehabilitación que existen, con el uso del microperímetro, para rehabilitar la lectura (Díaz 2023).

“La microperimetría es una técnica no invasiva que se utiliza para analizar la fijación y sensibilidad de la retina central” (Miedna y Pilotto, 2017). Como hemos podido comprobar, el microperímetro es un instrumento muy útil en el ámbito de la rehabilitación ya que nos permite localizar e incluso en algunos casos entrenar el LRP permitiendo así una mejora en la estabilidad de fijación debido a que se les facilita la fijación en una zona sana de la retina lo más próxima a la fóvea.

Los pacientes con patologías con defecto de campo central son capaces de desarrollar por sí mismos uno o varios LRP, pero la mayoría de las veces no son estables. Esto es lo que se conoce como fijación excéntrica, Quian T et al 2022 y Morales et al 2020 demuestran en sus estudios que el entrenamiento de la mejor localización del LRP proporciona grandes ventajas a los pacientes, frente a aquellos que desarrollan un LRP de forma independiente. La velocidad de lectura y la estabilidad de fijación son las principales variables que hemos analizado y ambas mejoran de forma significativa. Altınbay et al 2022 y Bowman et al 2021 coinciden en que existe una relación entre la inestabilidad de fijación y la distancia en la que está situado el LRP, si se encuentra en el hemisferio izquierdo y en el campo visual inferior la lectura con visión excéntrica puede ser más eficiente. Farzanehy et al en 2021 analiza otras variables destacables en el ámbito de la lectura como la agudeza visual de lectura o la velocidad de lectura y se ven afectadas por la distancia del LRP.

En la tabla 2 hacemos un resumen de los estudios analizados y sus principales variables.

ESTUDIO	OBJETIVO	PATOLOGIA	MICROPERÍMETRO	RESULTADOS
Morales et al 2020	La estabilidad de la fijación (FS) del locus retiniano preferido (PRL) puede mejorarse mediante entrenamiento de fijación con biorretroalimentación (BFT) con microperimetría. Se dividieron a los pacientes en dos grupos, en el A el LRP de referencia fue el desarrollado por el paciente y en el grupo B el LRP se estableció en el lugar con mejores características funcionales.	DMAE	MAIA	Los resultados fueron significativamente mejores en el grupo B. La FS al final de la terapia mejoró del 32 al 35 % para el grupo A y del 40 al 55 % en el grupo B.
Farzaneh et al 2021	Evaluar el rendimiento de lectura en diferentes loci retinianos preferidos (PRL) utilizando una versión persa de una tabla de lectura de baja visión de Minnesota (MNREAD) en pacientes con DMAE.	DMAE	MP1-NIDEK	Las puntuaciones medias de velocidad máxima de lectura (MRS) ($P = 0,058$) e índice de accesibilidad lectora (ACC) ($P = 0,058$) no fueron estadísticamente significativas en diferentes localizaciones de PRL. Hubo una correlación positiva entre la distancia PRL-fóvea y la agudeza de lectura ($P < 0,001$, $r = 0,591$) y el tamaño de impresión ($P < 0,001$, $r = 0,614$).

Bowman et al 2021	Los métodos de presentación dinámica de texto pueden mejorar la capacidad lectora en pacientes con pérdida de visión central (CVL) al eliminar la necesidad de movimientos oculares precisos. Comparamos la presentación visual seriada rápida (RSVP) y la presentación de texto con desplazamiento horizontal con la velocidad y la agudeza lectoras en observadores de CVL.	DMAE	MAIA	Los pacientes con CVL no mostraron diferencias significativas en la velocidad de lectura binocular entre el tamaño de la fuente ($p = 0,12$) y la presentación del texto ($p = 0,25$). La agudeza lectora para RSVP y el desplazamiento empeoró al aumentar la excentricidad de la PRL ($p=0.07$). La velocidad de lectura de RSVP disminuyó significativamente al aumentar la excentricidad ($p = 0,02$).
Altinbay et al 2022	Evaluar la estabilidad de la fijación y las características del locus retiniano preferido (PRL) en pacientes con degeneración macular relacionada con la edad.	DMAE	MAIA	Hubo fijación inestable en el 68% de los ojos, estable relativa en el 27% y estable en el 5%. Los LRP se localizaron mayormente en el cuadrante nasal. No existe relación entre estabilidad de fijación y la localización del LRP, pero si se asoció con la velocidad de lectura.
Quian T et al 2022	Evaluar la eficacia del entrenamiento de fijación de biorretroalimentación (MBFT) en la	DMAE	MP-3 NIDEK	La agudeza visual corregida, la velocidad de lectura y la

	rehabilitación visual de pacientes con baja visión afectados por enfermedad macular con pérdida de la visión central.			sensibilidad central media mostraron mejoras significativas tras la rehabilitación ($P < 0,0001$, $P = 0,0013$ y $P = 0,0002$, respectivamente). Los porcentajes de puntos de fijación situados en círculos de 2° y 4° de diámetro aumentaron significativamente tras el entrenamiento ($P = 0,0008$ y $P = 0,0007$, respectivamente).
Alicia et al 2025	Comparar los índices de estabilidad de fijación entre el ojo con mejor agudeza visual y el ojo con peor agudeza visual.	Retinopatía Diabética	MAIA	Se demuestra que la maculopatía diabética tiene una estabilidad de fijación relativamente estable y rara vez desarrollan una fijación excéntrica.

Tabla 2. Comparación de resultados

La versión actual del microperímetro desarrollado por Nidek (MP-3) tiene una buena resolución de imagen y cuenta con una buena precisión, pero el MAIA tiene un seguimiento ocular más rápido debido a su tecnología avanzada de imagen a tiempo real, por eso, como podemos comprobar es el más empleado en investigación clínica.

7. CONCLUSIONES

1. El microperímetro es un instrumento de gran utilidad en el ámbito de la rehabilitación visual, como hemos visto nos permiten mejorar la ubicación del PRL para sacarle el mayor rendimiento posible en los entrenamientos de lectura.
2. Las maculopatías como la DMAE tienen ventajas tras ser rehabilitadas con entrenamientos de la visión excéntrica ya que mejoran la estabilidad de fijación y la velocidad de lectura. La DMAE húmeda puede ser más complicada de rehabilitar debido a su rápido avance y una pérdida visual más severa, con respecto a la seca.
3. Los pacientes con retinopatía diabética, agujeros maculares o la enfermedad de Stargardt presentan fijaciones más estables y no suelen desarrollar fijaciones excéntricas, pero existen pocos estudios que demuestren la eficacia de este tipo de entrenamientos, además su tamaño muestral es muy escaso.

BIBLIOGRAFÍA

1. Altınbay, D. y İdil, Ş.A. (2022). Fixation Stability and Preferred Retinal Locus in Advanced Age-Related Macular Degeneration. *Turk J Ophthalmol*, 52(1), 23-29.
2. Andonegui, J. y Jiménez, J. (2008). Edema macular diabético. *Anal Sis San Navarra*, 31(3).
3. Bergaz, A. (2012). Microperimetria en rehabilitación visual de pacientes con defectos de campo central: Revisión Bibliográfica. Recuperado el 12 de junio de 2025, de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6905/TFM-M102.pdf?sequence=1>.
4. Bowman, B., Ross, N.C., Bex, P.J. y Arango, T. (2021). Exploration of dynamic text presentations in bilateral central vision loss. *Ophthalmic Physiol Opt*, 41(6), 1183-1197.
5. Cassels, N., Wild, J., Margrain, T., Chong, V. y Acton, J. (2018). The use of microperimetry in assessing visual function in age-related macular degeneration. *Survey of Ophthalmology*, 63(1), 40-55.
6. Csaky, K., Patel, P., Sepah, Y., Birch, D., Do, D., Ip, M., Guymer, R., Luu, C., Gune, S., Lin, H. y Ferrara, D. (2019). Microperimetry for geographic atrophy secondary to age-related macular degeneration. *Survey of Ophthalmology*, 64(3), 353–364.
7. Deng, Y., Qiao, L., Du, M., Qu, C., Wan, L., Li, J. y Huang, L. (2022). Age-related macular degeneration: Epidemiology, genetics, pathophysiology, diagnosis, and targeted therapy. *Genes & Diseases*, 9(1).
8. Diaz, J. (2023). Tratamiento actual de la degeneración macular relacionada con la edad. *Revista Médica Clínica las Condes*, 34(5), 335-343.
9. Farzaneh, A., Riazi, A., Falavarjani, K.G., Doostdar, A., Kamali, M., Sedaghat, A. y Khabazkhoob, M. (2021). Evaluating Reading Performance in Different

Preferred Retinal Loci in Persian-Speaking Patients with Age-Related Macular Degeneration. *J Curr Ophthalmol*, 33(1), 48-55.

10. Lim, A., Tsai, W.S., Thottarath, S., Gurudas, S., Yamaguchi, T.C.N., Pearce, E. y Sivaprasad, S. (2025). Characterizing the Preferred Retinal Locus and Fixation Stability in Diabetic Macular Ischemia: A One-Year Study. *Vision (Basel)*, 9(1), 20.

11. MAIA Macular Integrity Assessment. Recuperado el 20 de mayo de 2025, de https://www.opthalmic.com.sg/Download/maia_handbook_2015.pdf

12. Madheswaran, G., Nasim, P., Ganeshrao, S., Raman, R. y Ve, R.S. (2022). Role of microperimetry in evaluating disease progression in age-related macular degeneration: a scoping review. *International Ophthalmology*, 42(6), 1975-1976.

13. Madheswaran, G., Nasim, P., Ganeshrao, S. y Raman, R. (2022). Role of microperimetry in evaluating disease progression in age-related macular degeneration: a scoping review. *International Ophthalmology*, 42(6), 1975-1986.

14. Midená, E. (2006). Microperimetría. *Archivos de la sociedad española de oftalmología*, 81(4).

15. Midená, E. y Pilotto, E. (2017). Microperimetry in age-related macular degeneration. *Eye*, 31(7), 985-994.

16. Microperímetro MP-3. Recuperado el 20 de mayo de 2025, de https://nidek.com.br/wp-content/uploads/2020/09/MP_3E_8P_6_low.pdf

17. Molina, M., Julio, C., Rodríguez, V. y Mendoza, S. (2010). Microperimetría MP1 en agujero macular idiopático. *Rev Cubana Oftalmol*, 23(1).

18. Morales, M.U., Saker, S., Wilde, C., Rubinstein, M., Limoli, P. y Amoaku, W.M. (2020). Biofeedback fixation training method for improving eccentric vision in patients with loss of foveal function secondary to different maculopathies. *International Ophthalmology*, 40(2), 305-312.

19. Qian, T., Xu, X., Liu, X., Yen, M., Zhou, H., Mao, M., Cai, H., Shen, H., Xu, X., Gong, Y. y Yu, S. (2022). Efficacy of MP-3, microperimeter biofeedback fixation training for low vision rehabilitation in patients with maculopathy. *BMC Ophthalmol*.
20. Sambricio, J., Suárez-Baraza, J., Campos-Pavón, J., De Lucas-Viejo, B., Del Fresno-Valencia, E. y Redondo-García, I. (2015). Manifestaciones clínicas en 4 casos con enfermedad de Stargardt. *Revista Mexicana De Oftalmología*, 90(2), 84–88.
21. Tanna, P., Strauss, R.W., Fujinami, K. y Michaelides, M. (2017). Stargardt disease: clinical features, molecular genetics, animal models and therapeutic options. *Br J Ophthalmol*, 101(1), 25-30.
22. Tarita-Nistor, L. y Mandelcorn, M.S. (2022). Binocularity Principles of PRL Development in Patients With Macular Disease. *Invest Ophthalmol and Visual Science*, 63(9), 19.
23. Tarita-Nistor, L., Mandelcorn, M.S., Mandelcorn, E.D. y Markowitz, S.N. (2020). Effect of Disease Progression on the PRL Location in Patients With Bilateral Central Vision Loss. *Translational Vision Scienci and Technology*, 9(8), 47.
24. Tenorio, G. y Ramírez-Sánchez, V. (2010). Retinopatía diabética; conceptos actuales. *Revista Médica del Hospital General de México*, 73(3), 193-201.
25. Van Nispen, R.M., Virgili, G., Hoeben, M., Langelaan, M., Klevering, J., Keunen, J.E. y van Rens, G.H. (2020). Low vision rehabilitation for better quality of life in visually impaired adults. *Cochrane Library*, 2020(1).
26. Zambrano, E. (2011). Métodos de Evaluación y Entrenamiento de la Visión Excéntrica. Recuperado el 9 de junio, de <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/7109?locale-attribute=de>.

