



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE MEDICINA

Máster en Rehabilitación Visual

MEMORIA TRABAJO FIN DE MÁSTER TITULADO

“Utilidad clínica de la microperimetría en
rehabilitación visual”

Presentado por María Begoña Soberón V.

Tutelado por: Dr. Alberto López Miguel

En Valladolid, junio 2019

ÍNDICE

RESUMEN	7
1. INTRODUCCION	9
1.1. <u>[Microperimetría]</u>	9
1.2. <u>[Fijación, percepción y rehabilitación visual]</u>	12
2. OBJETIVOS	15
3. MATERIALES Y METODOS	15
4. RESULTADOS	16
5. DISCUSION	25
6. CONCLUSION	28
7. BIBLIOGRAFIA	29

Resumen:

Introducción: La microperimetría es un método de evaluación que genera una relación entre la funcionalidad y la morfología retinal, que es independiente de los movimientos oculares y de la fijación. Múltiples estudios han propuesto que la estabilidad de la fijación se puede entrenar y que esto se puede lograr con el uso de la microperimetría como método de rehabilitación visual.

Materiales y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica sistematizada en bases de datos. Además, se exploró la bibliografía de los artículos encontrados para ampliar la búsqueda. Se incluyeron también libros relacionados con la temática.

Resultados: Laishram (2017) Demostró que la microperimetría es una herramienta efectiva para la evaluación de la función macular y progresión de la enfermedad. Pacella, et al (2012) Evidenciaron que tras entrenamiento con microperimetría a pacientes con DMAE y maculopatía miópica, obtuvieron mejoras estadísticamente significativas de la agudeza visual (AV) para lejos ($P < 0,01$), y mejora en la sensibilidad retiniana media. Verdina, et al (2013) realizaron un estudio de casos y controles a pacientes con enfermedad de Stargardt. Evidenció una mejora en la estabilidad de la fijación, una mejora estadísticamente significativa ($P < 0,007$) en la velocidad de lectura, sensibilidad retiniana y agudeza visual de lectura, en el grupo tratado.

Conclusión: La microperimetría es una herramienta confiable para la evaluación de la funcionalidad visual y para complementar la rehabilitación visual de pacientes con daño macular bilateral o alteraciones de la fijación.

1. Introducción

1.1. Microperimetría

Para poder realizar una evaluación clínica precisa de la retina y específicamente de la mácula, es necesaria la correlación tanto de los aspectos morfológicos como funcionales de esta estructura. A lo largo del tiempo se han utilizado diversos exámenes para poder determinar la funcionalidad de esta parte fundamental del sistema visual, como la toma de agudeza visual, rejilla de Amsler, sensibilidad al contraste, velocidad de lectura, entre otros, pero ninguno de estos ha sido capaz de cuantificar la sensibilidad retiniana o de detectar patrones de disfunción retiniana de forma altamente específica. Otra alternativa son los perímetros convencionales, sin embargo, no son precisos para la evaluación funcional de la macula, en especial cuando existen problemas con la fijación central. (Midena 2006; Rohrschneider, Bültmann & Springer 2008; Acton & Greenstein 2013; Hanout, Horan & Do 2015).

La microperimetría es un método de evaluación funcional de la retina, que determina la sensibilidad a la luz de puntos específicos en el fondo de ojo, en la zona foveal y extrafoveal principalmente, aunque se puede estimular cualquier punto dentro de los 40-45 grados centrales. Se estimulan puntos específicos de la retina, con distintas intensidades luminosas y se evalúa la reacción del paciente. Luego, se asigna un valor específico de sensibilidad umbral para cada punto analizado,

dependiendo de las respuestas dadas por el paciente. Además, el instrumento es capaz de realizar una evaluación de la fijación ocular, dando a conocer la estabilidad y zona anatómica donde se encuentra.

La gran diferencia con otros equipos es que el microperímetro es capaz de generar una relación entre la funcionalidad y la morfología retinal, que es independiente de los movimientos oculares y de la fijación. Mucho más preciso que la perimetría convencional, ya que posee un sistema de seguimiento ocular que aumenta la precisión y reproducibilidad del examen. Esto se obtiene porque el equipo genera una imagen en tiempo real del fondo del ojo, lo que asegura la precisión del punto estimulado, incluso en pacientes poco cooperadores o con fijación inestable (Acton & Greenstein 2013; Hanout, Horan & Do 2015; Liu 2014). Es por esto que el microperímetro se ha transformado en la herramienta clínica de elección para investigación con respecto a la evaluación de la función visual residual, funcionalidad de la visión y progresión en patologías maculares (Hanout, Horan & Do 2015; Markowitz 2013; Markowitz y Reyes 2013). (ilustración 1)

Seguimiento en el tiempo de paciente con atrofia geográfica macular

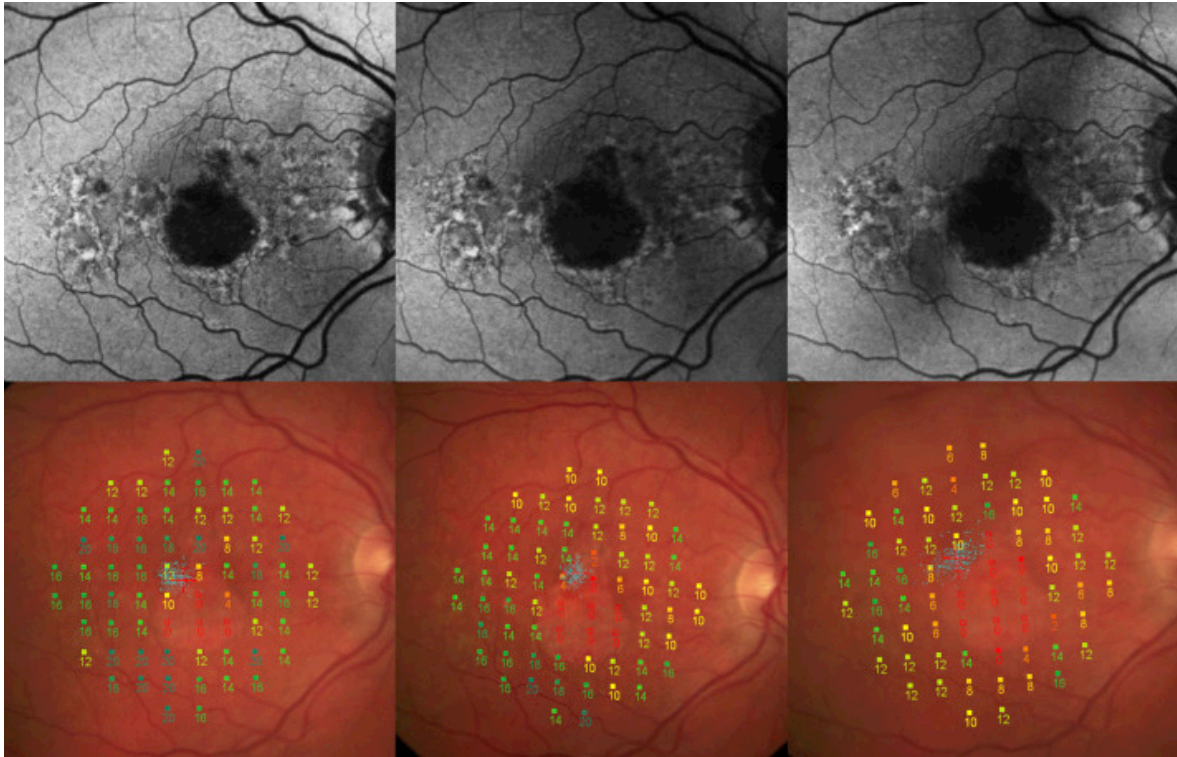


Figura nº 1: Evaluación con microperimetría de la progresión de un paciente con atrofia geográfica, durante un año de seguimiento. Arriba: imagen autofluorescente del fondo de ojo. Abajo: Imagen a color del fondo de ojo con gradilla de microperimetría sobre este. Izquierda: Atrofia geográfica al inicio. Medio: progresión atrofia geográfica a los 6 meses. Derecha: Progresión atrofia geográfica a los 12 meses. Imagen obtenida de Csaky, et al. *Survey of Ophthalmology*, 64(3), 353-364.

Otra diferencia importante del microperímetro con el resto de los perímetros convencionales, es que el primero proyecta el estímulo luminoso directamente en la zona de la retina que se está evaluando, a diferencia de los perímetros convencionales, en los que el estímulo es presentado en una pantalla o cúpula que se sitúa en frente del paciente. Esta diferencia ayuda a que el microperímetro sea más preciso, al asegurar que la zona estimulada sea realmente la que se quiere

estudiar. (Hanout, Horan & Do 2015; Markowitz y Reyes 2013) Además, el equipo utiliza puntos de referencia para realizar el seguimiento del movimiento ocular, como vasos o el propio nervio óptico, y de esta forma no perder el lugar donde se quiere estimular. Esto asegura que siempre se estimule la zona que se quiere estudiar, independiente del movimiento ocular o de las pérdidas de fijación que tenga el paciente durante el examen.

1.2. Fijación, percepción y rehabilitación visual:

La fijación de la visión, consiste en el tiempo entre dos movimientos oculares sacádicos consecutivos. El ojo no permanece estático durante la fijación, existen pequeños movimientos que ayudan a mantener la fijación en la fóvea, independiente de los movimientos de la cabeza. La estabilidad de la fijación es esencial para la percepción visual (Engbert 2006; Engbert & Kliegl 2004; Carpenter 1988; Martinez-Conde 2006; Vingolo, Napolitano & Fragiotta 2018). Consiste en la capacidad que tiene el individuo para poder interpretar que es lo que está viendo y que puede mejorar con entrenamiento.

Se ha observado que los pacientes que han perdido visión central, comienzan a utilizar zonas extrafoveales para compensar esta pérdida. Estas áreas de la retina son conocidas como Locus Retiniano Preferente (LRP). La localización del LRP varía en cada persona, y no siempre es la zona más adecuada o el residual más cercano al punto foveal, que en teoría debería ser el punto de la retina con mejor

visión residual, por lo que no siempre este punto será el ideal y la estabilidad de la fijación en esta zona no siempre será la mejor (Ramírez et al. 2017; Tarita-Nistor, et al. 2009). Múltiples estudios han propuesto que la estabilidad de la fijación puede ser entrenada y, además, plantean que con ciertos tipos de estimulación existe la posibilidad de generar nuevos puntos de fijación, es decir, nuevos LRP. Esto se puede lograr con el uso de la microperimetría como método de rehabilitación visual para paciente con fijación excéntrica, que poseen inestabilidad de la fijación y/o LRP funcionalmente no eficientes (Napolitano & Fragiotta 2018; Ramírez et al. 2017; Morales, Saker & Amoaku 2015).

La rehabilitación visual corresponde a la serie de técnicas realizadas para ayudar a pacientes con alteraciones visuales importantes, a mejorar la percepción visual. Esto aumenta la capacidad visual al enseñar a utilizar la visión residual de la mejor forma posible, lo que lleva como consecuencia a la mejora de la calidad de vida del individuo (Napolitano & Fragiotta 2018; Nilsson 1986).

Para lograr esto existen varios métodos, como la adaptación de ayudas ópticas y no ópticas, y el correcto entrenamiento en el uso de estas ayudas. Todo esto, para poder obtener el máximo provecho a la visión residual, mejorando así la percepción visual (Napolitano & Fragiotta 2018; Nilsson 1986). Aquí es donde se suma el uso de la microperimetría para la rehabilitación y se valora la gran importancia clínica que posee este tipo de entrenamiento visual.

Actualmente existen varios tipos de microperímetro en el mercado, pero todos entregan en parámetros generales información con respecto a la estabilidad de la fijación, relación estructural y funcional del área retinal analizada. (ilustración 2)

Reportes de microperímetros

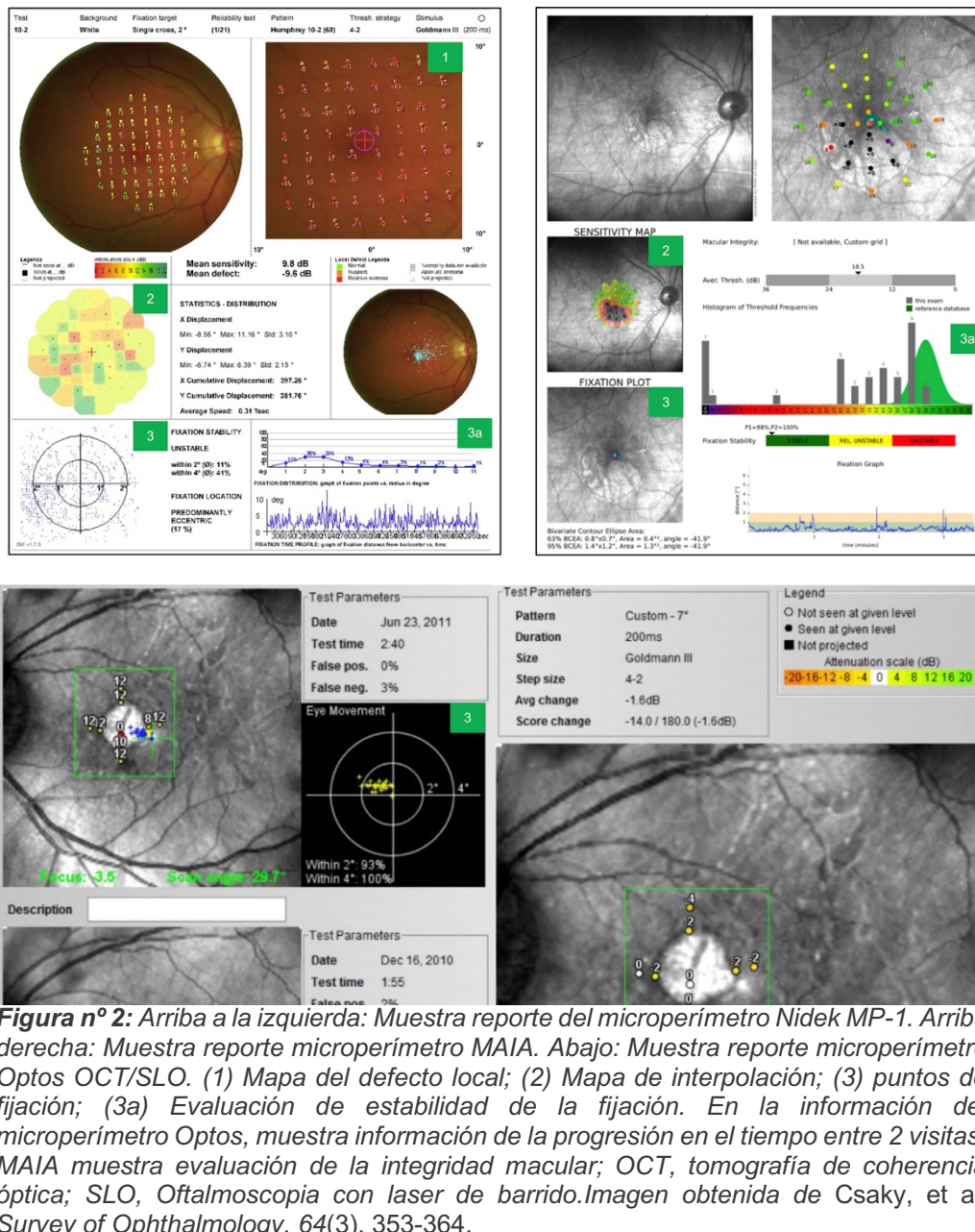


Figura nº 2: Arriba a la izquierda: Muestra reporte del microperímetro Nidek MP-1. Arriba derecha: Muestra reporte microperímetro MAIA. Abajo: Muestra reporte microperímetro Optos OCT/SLO. (1) Mapa de defecto local; (2) Mapa de interpolación; (3) puntos de fijación; (3a) Evaluación de estabilidad de la fijación. En la información del microperímetro Optos, muestra información de la progresión en el tiempo entre 2 visitas. MAIA muestra evaluación de la integridad macular; OCT, tomografía de coherencia óptica; SLO, Oftalmoscopia con laser de barrido. Imagen obtenida de Csaky, et al. Survey of Ophthalmology, 64(3), 353-364.

2. Objetivos:

- Realizar una revisión bibliográfica con respecto al uso de la microperimetría como tratamiento en la rehabilitación visual.
- Identificar en la literatura los resultados obtenidos al utilizar la microperimetría como método de rehabilitación visual.
- Mostrar los aspectos relevantes en la utilidad de la microperimetría en rehabilitación visual.

3. Materiales y métodos:

Para el desarrollo de esta revisión se realizó una búsqueda bibliográfica sistematizada, utilizando los siguientes buscadores online de bases de datos científicas: PubMed, Scielo.

Para la búsqueda, se utilizaron las siguientes palabras claves: “Biofeedback microperimetry” “microperimetry low vision” “microperimetry visual rehabilitation”, “microperimetry clinical practice” “microperimetry clinical application”.

La selección de los artículos se realizó en primer lugar por título, luego por su resumen, y después por la lectura completa del texto. Se incluyó dentro de esta

revisión estudios publicados desde el año 2000 en adelante, en inglés y español. Además, se exploró la bibliografía de los artículos encontrados para ampliar la búsqueda, así como libros relacionados con la temática, para complementar la información encontrada en la literatura publicada en las bases de datos utilizadas.

4. Resultados:

El estudio de las maculopatías es muy importante al hablar de rehabilitación visual, ya que es una de las principales causas de discapacidad visual. Los pacientes que presentan escotomas centrales, producto de una patología macular, tienen mala estabilidad de la fijación y baja agudeza visual, lo que genera un gran impacto en la calidad de vida de estos individuos (Ratra, et al. 2018). Para realizar el estudio de este tipo de patología se plantea el uso de la microperimetría, ya que ofrece una evaluación de cómo se encuentra el paciente con baja visión y entrega los parámetros iniciales con los que se puede empezar a diseñar la rehabilitación (Molina-Martín, Pérez-Cambrodí & Piñero 2018). Laishram (2017) realizó un estudio donde se evaluaron 84 ojos de 52 pacientes con maculopatía. La microperimetría demostró ser una herramienta efectiva para la evaluación de la función macular y progresión de la enfermedad, ya que evidenció una correlación entre el área anatómica y la sensibilidad obtenida que, en estas zonas centrales en donde se evidenciaba lesión, se encontró disminuida. Lo que se relaciona con lo que postulan otros estudios que demuestran la utilidad de la microperimetría para el estudio de

alteraciones anatómicas y de sus repercusiones funcionales (Molina-Martín, et al. 2018; Hartmann, et al. 2011; Parisi, et al. 2007; Midea, et al. 2007)

Según Hanout et al. (2015), su revisión demuestra el aumento en la evidencia que reafirma la utilidad del microperímetro en la parte clínica e investigación. Al poseer tecnología de seguimiento ocular y ser capaz de analizar la estabilidad de la fijación, otorga grandes ventajas sobre otras técnicas y puede realizar una evaluación óptima de la función visual residual. Estos autores afirman que la microperimetría hoy en día es la herramienta de elección para realizar investigaciones clínicas, en las que se evalúa el estado residual de la función visual en la DMAE, especialmente en presencia de atrofia geográfica. Estos autores refieren un aumento del uso de la microperimetría como método de investigación de nuevos tratamientos y no solamente de esta maculopatía, si no que de otras patologías maculares degenerativas.

El uso de la microperimetría como método de entrenamiento para la rehabilitación visual ha sido descrita en varias oportunidades (Molina-Martín, et al. 2018). En pacientes con escotomas centrales producto de una maculopatía, que han generado LRP de forma compensatoria a esta alteración, se ha demostrado que el uso de la microperimetría ha sido de gran ayuda. Ratra, et al (2018) realizó un estudio en el que incluyeron a 19 pacientes con escotoma central en ambos ojos secundario a patología macular, a los que se sometió a entrenamiento durante 10 sesiones con retroalimentación auditiva en su mejor ojo utilizando microperimetría (MP-1). Los autores evaluaron sensibilidad retiniana media, velocidad de los movimientos sacádicos, estabilidad de la fijación antes y después del tratamiento.

(Figura nº3) Este estudio además incluyó la redirección del LRP en casos en que este se localizara en una zona no adecuada, o que no estuviera previamente formado. Los autores estimularon para esto zonas superiores o nasales a la fóvea que se encontraran sanas. Este tipo de entrenamiento con retroalimentación auditiva, consiste en presentar un punto de fijación centrado en el nuevo LRP y complementarlo con un estímulo auditivo, el que indicará según aumento en frecuencia de sonido, la cercanía del sujeto a la zona anatómica donde debe situarse el punto de fijación, y volviendo este sonido continuo una vez alcanzado el punto exacto. Por lo que se le pide al paciente que mueva sus ojos en relación al sonido y que mantenga la fijación lo que más pueda en cuanto encuentre el punto en el que la retroalimentación auditiva (el sonido) se vuelve continua. Como resultados obtuvieron una mejora en la estabilidad de fijación, aunque se vio una relación negativa a mayor edad y mayor tamaño de escotoma. La velocidad de los movimientos sacádicos tuvo una disminución no significativa, mientras si hubo mejorías en la sensibilidad media y la visión, probablemente debido a la mejora en la estabilidad de fijación. Los resultados se mantuvieron a los 6 meses, con una pequeña reducción en la estabilidad de la fijación. El estudio concluye que el uso de retroalimentación auditiva usando microperimetría, es beneficioso para los pacientes con escotomas centrales secundarios a patologías maculares, ya que mejora el comportamiento de la fijación, agudeza visual y sensibilidad retiniana, aunque refiere que los resultados son mejores en pacientes más jóvenes y con escotomas centrales más pequeños.

Entrenamiento visual con microperimetría

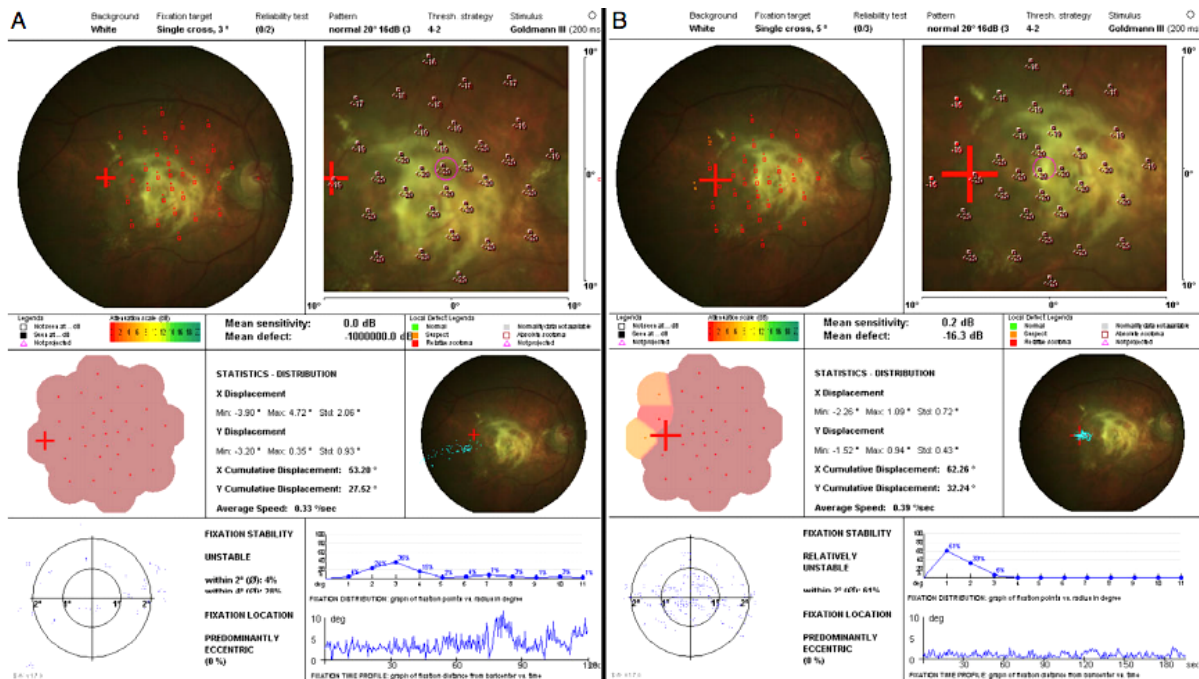


Figura nº 3: Muestra de informe del microperímetro MP-1, detallando el locus preferente retinal, sensibilidad retiniana, velocidad y comportamiento de la fijación. A: antes del tratamiento. B: Después del entrenamiento. La cartilla muestra porcentajes de puntos dentro de lo 2º centrales y 4º centrales. El sistema de clasificación incorporado muestra la localización y estabilidad de la fijación. Imagen obtenida de Ratra et al. *Clinical and Experimental Optometry*. 102(2), 172-179.

La miopía patológica es una de las principales causas de discapacidad visual a nivel mundial y la DMAE es la principal causa de pérdida de visión central en mayores de 65 años en los países desarrollados (Ambati, 2011). Este tipo de pacientes acuden a los centros de rehabilitación visual ya que pierden visión central, lo que es muy incapacitante. Como este daño estructural es permanente y no mejora con el tiempo, el organismo busca generar nuevas conexiones que funcionen como nueva fovea, lo que hace que se formen nuevos LRP. Se sabe que estos LRP se pueden entrenar y/o generar nuevas zonas preferentes de mirada, además, se puede

mejorar la estabilidad de la fijación en estos puntos (Arita-Nistor, et al. 2009; Scuderi, Verboschi, Domanico & Spadea 2016). Pacella, et al. (2012) condujeron un estudio en el que a pacientes con DMAE y maculopatía miópica, se les realizó entrenamiento de la fijación con microperimetría utilizando retroalimentación auditiva. Como resultado obtuvieron que un 76,02% tuvo una mejora significativa de la AV lejana, y se observó una mejora en la sensibilidad retiniana media después del tratamiento. Aunque al realizar el seguimiento, se vio que, del grupo tratado exitosamente, un 19,23% de ellos al año perdió la mejora obtenida con el tratamiento. Lo que indica que este tipo de rehabilitación visual debería complementarse con otros tipos de entrenamiento para que se pueda mantener en el tiempo. En un reporte de un caso (Raman et al. 2019) se realizó entrenamiento con retroalimentación auditiva a un paciente con degeneración macular miópica que padecía un escotoma central bilateral desde hace 1 año, observándose una mejora de la estabilidad de la fijación del LRP y la sensibilidad retiniana, y se mantuvo al año de seguimiento. No hubo cambios significativos en la agudeza visual ni en la velocidad de los movimientos oculares.

Ramírez, et al (2017), en un estudio piloto plantearon que el entrenamiento visual con microperimetría en pacientes con DMAE era efectiva en mejorar la estabilidad de fijación (Figura nº 4), la velocidad de lectura y agudeza visual. Después de una semana de entrenamiento encontraron una mejora en la estabilidad de la fijación, el área de fijación disminuyó, la sensibilidad retiniana no obtuvo cambios, aumentó la velocidad de lectura, y la agudeza visual mejoró (Tabla nº1). Atribuyen al aumento de la agudeza visual a la mejora en la estabilidad de la fijación, debido a que es esta

la responsable que mejore la capacidad visual, ya que el paciente debe fijar para poder detectar los detalles de un objeto.

Estabilidad de la fijación después de entrenamiento

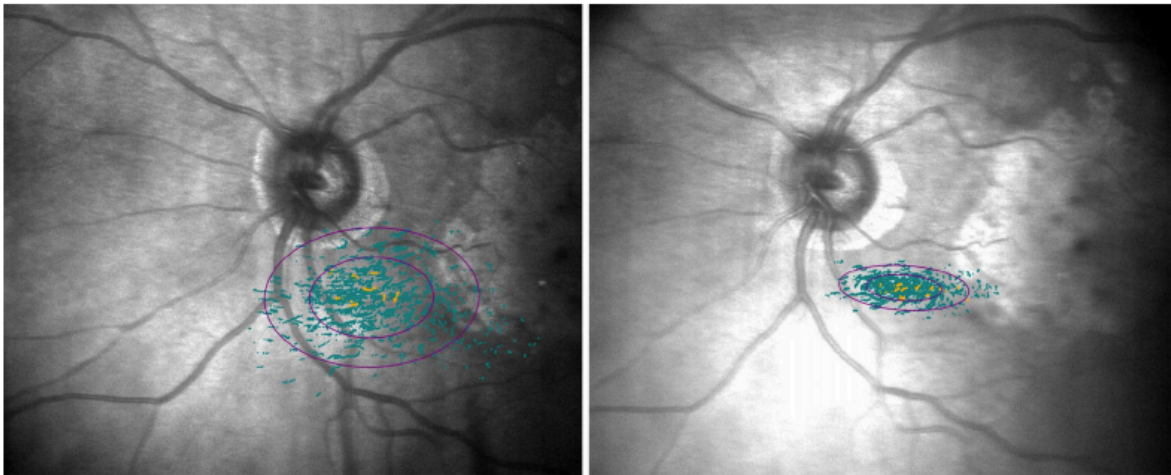


Figura nº 4: Cambios en la fijación después de entrenamiento. Imagen obtenida de Ramirez, et al. *International Journal of Retina and Vitreous*, 3(1).

Tabla n° 1: Valores antes y después del entrenamiento y significancia estadística

	Media	SD (+/-)	P value
<i>Agudeza visual inicial</i>	0.7 Log MAR	0.4	0,006
<i>Agudeza visual final</i>	0.6 Log Mar	0.4	
<i>Velocidad de lectura inicial</i>	47 wpm	26	0,04
<i>Velocidad de lectura final</i>	69 wpm	54	
<i>Sensibilidad retinal inicial</i>	14.1 dB	4.9	0,4
<i>Sensibilidad retinal final</i>	14.6 dB	4.3	
<i>P1 inicial</i>	45%	32	0,05
<i>P1 final</i>	51%	29	
<i>95% BCEA inicial</i>	43°	44	0,02
<i>95% BCEA final</i>	25°	21	

Tabla n° 1: Toda la información incluida se refiere al ojo en tratamiento, a excepción de la velocidad de lectura, que se tomo de forma binocular. wpm: palabras por minuto, SD: Desviación estándar, 95% BCEA: Área elíptica expresada en grados al cuadrado que contienen el 95% de los puntos de fijación, P1: Porcentaje de puntos de fijación que se encuentran en un área circular de 1° de diámetro. (mayor valor de P1 y menor valor del 95% BCEA indican mejor capacidad de fijación). Tabla obtenida de Ramirez, et al. International Journal of Retina and Vitreous, 3(1).

La enfermedad de Stargardt se caracteriza por una pérdida progresiva de la visión central (Verbosch, et al. 2016; Fishman 1976; Verdina, et al. 2013), lo que genera visión excéntrica debido a que se forma un escotoma central. Esta fijación en algunos casos es inestable (Vingolo, et al. 2018; Tarita-Nistor, et al. 2009; Verbosch,

et al. 2016; Cheung & Legge 2005; Huxlin 2008; Vingolo, Salvatore & Cavarretta 2009). Verdina, et al (2013), realizaron un estudio de casos y controles a 18 pacientes con enfermedad de Stargardt, con daño de visión central e inestabilidad de la fijación. Se dividieron en dos grupos, uno control y otro sometido a tratamiento de estabilidad de fijación durante 8 semanas con retroalimentación auditiva, usando microperimetría, y se compararon los resultados obtenidos. Se observó que el grupo tratado mejoró la estabilidad de la fijación en todos los pacientes sometidos a tratamiento (Figura nº5), mientras que en el grupo control no se observaron cambios estadísticamente significativos. Para el grupo tratado se obtuvo además una mejora estadísticamente significativa en la velocidad de lectura, sensibilidad retiniana y agudeza visual de lectura. El estudio concluyó que el entrenamiento de fijación en pacientes con enfermedad de Stargardt puede mejorar la funcionalidad de la visión residual y mejorar las habilidades de lectura al estabilizar la fijación excéntrica, demostrando cierta neuroplasticidad visual.

Comportamiento de la fijación durante las sesiones de rehabilitación

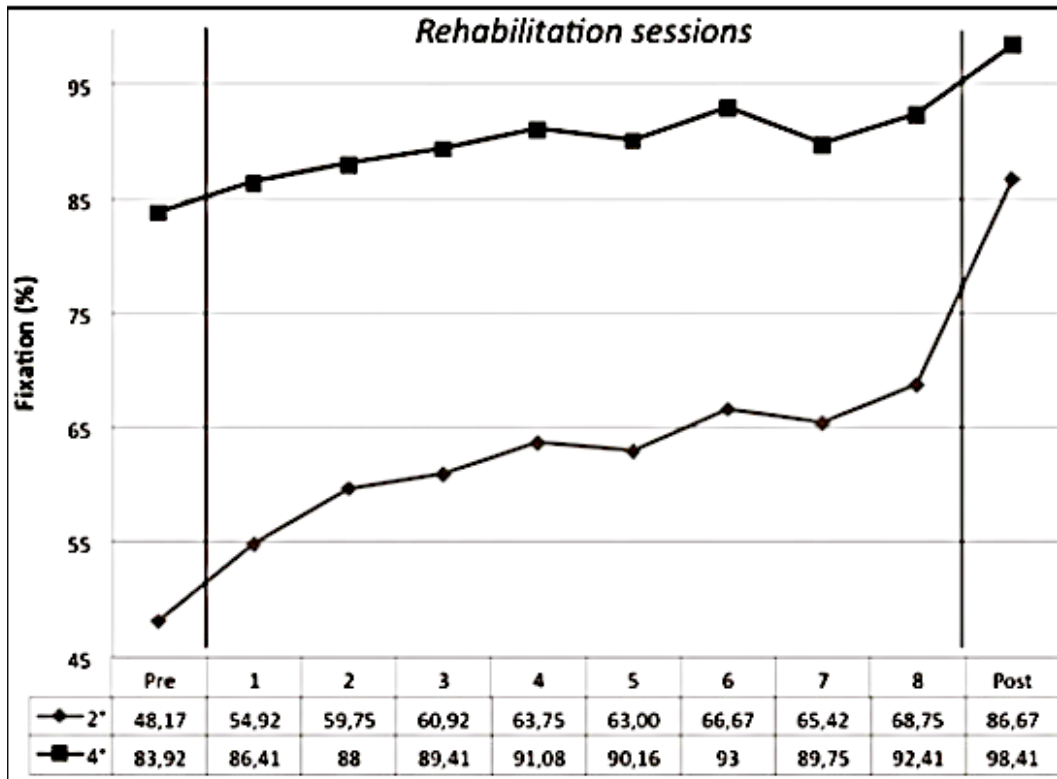


Figura nº5: Comportamiento de la fijación (% de puntos de fijación dentro de los 2° o 4° del locus retiniano preferente), durante el entrenamiento. 1-8= valores de fijación durante cada sesión de rehabilitación; Post= valores de fijación después del entrenamiento; Pre= valores de fijación antes del entrenamiento. Imagen obtenida de Verdina et al. *European Journal of Ophthalmology*, 2013;23:723–731.

5. Discusión:

Dentro de un centro de rehabilitación visual el microperímetro puede ser útil de varias formas. Mediante este examen podemos identificar la zona por la que está fijando el paciente, la estabilidad de esta fijación y que tan alejada de la fóvea se encuentra. Esta información para los rehabilitadores visuales es de mucha ayuda, ya que entrega el estado inicial en que se encuentra el paciente y también se puede realizar seguimiento y ver si ha mejorado o variado en el tiempo. También la información del campo visual que entrega es vital para orientar al examinador, por ejemplo, si existe un escotoma muy cercano a la zona de fijación puede causar problemas en la lectura, en la localización de objetos, sensibilidad al contraste, estabilidad de la fijación, entre otras cosas (Laishram 2017; Pacella, et al. 2012). Esto da una guía al rehabilitador para comprender las dificultades visuales a las que el paciente se podrá ver enfrentado durante la rehabilitación.

Como muestra la literatura, el microperímetro, ha probado ser una herramienta confiable al momento de evaluar la funcionalidad visual residual de los pacientes con alteraciones visuales centrales, en las que entrega valores con mayor precisión y reproducibilidad, lo que le da un puesto importante para la realización de investigaciones, ya que puede detectar cambios pequeños de forma precisa. Como evalúa exactamente el mismo lugar, al tener tecnología de seguimiento de mirada e imagen del fondo de ojo en tiempo real, es capaz de estimular de forma precisa la

zona que se quiere evaluar y repetirla en otra oportunidad, por lo que para estudiar los cambios durante la evolución del paciente, es una herramienta muy eficaz. Es por esto que hoy en día se está utilizando como método de elección en investigación, como por ejemplo para estudiar la utilidad de nuevos tratamientos para maculopatías degenerativas (Hanout, et al. 2015).

Al poder entrenar la fijación excéntrica, localizarla, estabilizarla, y además poder modificar el LRP a decisión del rehabilitador, como demuestran varios estudios, esto funciona por si solo como una herramienta de rehabilitación en personas con baja visión y es un gran complemento para la rehabilitación visual en general. Un LRP superior a la fóvea se ha visto que funciona mejor para las actividades de la vida diaria, sobre todo para la lectura (Verdina, et al. 2013; Déruaz et al. 2002; Petre et al. 2000) ya que, al utilizar la parte inferior del campo visual, se evita que el texto se ocluya por el escotoma que queda desplazado hacia la zona superior y no afecta los movimientos sacádicos de izquierda a derecha, ni de retorno de línea (Tarita-Nistor, et al. 2009; Verdina, et al. 2013; Petre, et al. 2000).

Los pacientes que son sometidos a entrenamiento de la fijación, al volverse más estable, refieren mejoras subjetivas sobre sus habilidades diarias y mejor confianza al realizar tareas que requieren fijación, por lo que la mayoría pide seguir realizando entrenamiento (Verbosch, et al. 2016; Verdina, et al. 2013). El entrenamiento con microperimetría puede ser aplicable a todo tipo de alteraciones visuales que

generen inestabilidad de la fijación y que a causa de esto estén disminuyendo su capacidad visual.

En esta revisión, observamos grandes cambios después del entrenamiento con la microperimetría, que mejoran la calidad visual de las personas con alteraciones de la visión central en donde, tras el entrenamiento mejoran tanto en la estabilidad de la fijación, velocidad de lectura, percepción visual, sensibilidad retiniana y agudeza visual, entre otras. Estas últimas dos, son a consecuencia de mejorar la estabilidad de la fijación, que con el entrenamiento, permite fijar, percibir, discriminar e identificar mejor un estímulo presentado. La agudeza visual está limitada por el tipo de fotorreceptor y por la cantidad de células ganglionares que están presentes en la zona anatómica a estimular, y no existe la forma que con entrenamiento se aumente la densidad celular, pero si gracias al entrenamiento, se puede mejorar la percepción visual de áreas retinianas con menor capacidad.

La utilidad clínica del microperímetro se ha ido ampliando a través de los años, ha estado saliendo de los laboratorios dedicados a la investigación, y se ha ido posicionando en la parte clínica como método para evaluar la funcionalidad visual, en especial la visión residual funcional tras un daño en la zona central. En la parte intervencional toma gran relevancia, ya que está demostrada la capacidad de mejora que puede otorgar el entrenamiento con microperimetría de la fijación y todos los beneficios que pueden resultar de esto para el paciente. Es por esto que debe ser incluido dentro de los centros de rehabilitación visual como un gran

complemento a los pacientes con pérdida de visión central bilateral y con otras alteraciones visuales que tengan como consecuencia la inestabilidad de la fijación.

6. Conclusiones

Mediante la presente revisión bibliográfica se han identificado los principales resultados clínicos obtenidos al utilizar la microperimetría como método de rehabilitación visual, haciendo hincapié en los aspectos más relevantes de dicha técnica clínica.

7. Bibliografía:

1. Acton, J. H., & Greenstein, V. C. (2013). Fundus-driven perimetry (microperimetry) compared to conventional static automated perimetry: similarities, differences, and clinical applications. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 48(5), 358–363.
2. Ambati, J. (2011). Age-Related Macular Degeneration and the Other Double Helix The Cogan Lecture. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 52(5), 2166.
3. Carpenter R. (1988). *Movements of the eyes*. Michigan: Pion
4. Cheung, S.-H., & Legge, G. E. (2005). Functional and cortical adaptations to central vision loss. *Visual Neuroscience*, 22(02), 187–201.
5. 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.
6. Déruaz, A., Whatham, A. R., Mermoud, C., & Safran, A. B. (2002). Reading with multiple preferred retinal loci: implications for training a more efficient reading strategy. *Vision Research*, 42(27), 2947–2957.
7. Engbert, R. (2006). Microsaccades: a microcosm for research on oculomotor control, attention, and visual perception. *Progress in Brain Research*, 154, 177–192.

8. Engbert, R., & Kliegl, R. (2004). Microsaccades Keep the Eyes' Balance During Fixation. *Psychological Science*, 15(6), 431–431.
9. Fishman, G. A. (1976). Fundus flavimaculatus. A clinical classification. *Archives of Ophthalmology*, 94(12), 2061–2067.
10. Hanout, M., Horan, N., & Do, D. V. (2015). Introduction to microperimetry and its use in analysis of geographic atrophy in age-related macular degeneration: *Current Opinion in Ophthalmology*, 26(3), 149–156.
11. Hartmann, K. I., Bartsch, D.-U. G., Cheng, L., Kim, J. S., Gomez, M. L., Klein, H., & Freeman, W. R. (2011). Scanning laser ophthalmoscope imaging stabilized microperimetry in dry age-related macular degeneration: *Retina*, 31(7), 1323–1331.
12. Huxlin, K. R. (2008). Perceptual plasticity in damaged adult visual systems. *Vision Research*, 48(20), 2154–2166.
13. Laishram, M. (2017). Microperimetry – A New Tool for Assessing Retinal Sensitivity in Macular Diseases. *Journal of clinical and diagnostic research*.
14. 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. (2014). Assessment of Central Retinal Sensitivity Employing Two Types of Microperimetry Devices. *Translational Vision Science & Technology*, 3(5), 3.
15. Martinez-Conde, S. (2006). Fixational eye movements in normal and pathological vision. *Progress in Brain Research*, 154, 151–176.
16. Markowitz, S. N. (2013). Microperimeters and microperimetry: new technology in ophthalmology with far-reaching applications. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 48(5), 347–348.

17. Markowitz, S. N., y Reyes, S. V. (2013). Microperimetry and clinical practice: an evidence-based review. *Canadian Journal of Ophthalmology*, 48(5), 350–357.
18. Midea, E. (2006). Microperimetría. *Arch Soc Esp Oftalmol*, 81(4), 183-186.
19. Midea, E., Vujosevic, S., Convento, E., Manfre', A., Cavarzeran, F., & Pilotto, E. (2007). Microperimetry and fundus autofluorescence in patients with early age-related macular degeneration. *British Journal of Ophthalmology*, 91(11), 1499–1503.
20. Molina-Martín, A., Pérez-Cambrodí, R. J., & Piñero, D. P. (2018). Current Clinical Application of Microperimetry: A Review. *Seminars in Ophthalmology*, 33(5), 620–628.
21. Morales, M. U., Saker, S., & Amoaku, W. M. (2015). Bilateral eccentric vision training on pseudovitelliform dystrophy with microperimetry biofeedback. *BMJ Case Reports*, 2015(jan09 1), bcr2014207969
22. Nilsson, U. L. (1986). Visual rehabilitation of patients with advanced diabetic retinopathy. A follow-up study at the Low Vision Clinic, Department of Ophthalmology, University of Linköping. *Documenta Ophthalmologica. Advances in Ophthalmology*, 62(4), 369–382.
23. Pacella, E., Pacella, F., Mazzeo, F., Turchetti, P., Carlesimo, S. C., Cerutti, F., Lenzi, T., De Paolis, G. & Giorgi, D. (2012). Effectiveness of vision rehabilitation treatment through MP-1 microperimeter in patients with visual loss due to macular disease. *La Clinica Terapeutica*, 163(6), e423–e428.
24. Parisi, V., Perillo, L., Tedeschi, M., Scassa, C., Gallinaro, G., Capaldo, N., & Varano, M. (2007). Macular function in eyes with early age-related macular

- degeneration with or without contralateral late age-related macular degeneration. *Retina*, 27(7), 879–890.
25. Petre, K. L., Hazel, C. A., Fine, E. M., & Rubin, G. S. (2000). Reading with eccentric fixation is faster in inferior visual field than in left visual field. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 77(1), 34–39.
26. Ramírez Estudillo, J. A., León Higuera, M. I., Rojas Juárez, S., Ordaz Vera, M., Pablo Santana, Y., & Celis Suazo, B. (2017). Visual rehabilitation via microperimetry in patients with geographic atrophy: a pilot study. *International Journal of Retina and Vitreous*, 3(1).
27. Ratra, D., Gopalakrishnan, S., Dalan, D., Ratra, V., Damkondwar, D., & Laxmi, G. (2018). Visual rehabilitation using microperimetric acoustic biofeedback training in individuals with central scotoma: Acoustic biofeedback for vision. *Clinical and Experimental Optometry*. 102(2), 172-179.
28. Rohrschneider, K., Bültmann, S., & Springer, C. (2008). Use of fundus perimetry (microperimetry) to quantify macular sensitivity. *Progress in Retinal and Eye Research*, 27(5), 536–548.
29. Scuderi, G., Verboschi, F., Domanico, D., & Spadea, L. (2016). Fixation Improvement through Biofeedback Rehabilitation in Stargardt Disease. *Case Reports in Medicine*, 2016, 1–4.
30. Sharma, T., Raman, R., Damkondwar, D., & Neriyanduri, S. (2015). Microperimetry biofeedback training in a patient with bilateral myopic macular degeneration with central scotoma. *Indian Journal of Ophthalmology*, 63(6), 534.

31. Tarita-Nistor, L., González, E. G., Markowitz, S. N., & Steinbach, M. J. (2009). Plasticity of fixation in patients with central vision loss. *Visual Neuroscience*, 26(5-6), 487–494.
32. Verdina, T., Giacomelli, G., Sodi, A., Pennino, M., Paggini, C., Murro, V., Virgili, G. & Menchini, U. (2013). Biofeedback Rehabilitation of Eccentric Fixation in Patients with Stargardt Disease. *European Journal of Ophthalmology*, 23(5), 723–731.
33. Vingolo, E. M., Napolitano, G., & Fragiotta, S. (2018). Microperimetric biofeedback training: fundamentals, strategies and perspectives. *Frontiers in Bioscience (Scholar Edition)*, 10, 48–64.
34. Vingolo, E. M., Salvatore, S., & Cavarretta, S. (2009). Low-Vision Rehabilitation by Means of MP-1 Biofeedback Examination in Patients with Different Macular Diseases: A Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 34(2), 127–133.