



Universidad de Valladolid



Programa de Posgrado de la Universidad de Valladolid
Máster Universitario en Rehabilitación Visual

MICROPERIMETRÍA EN REHABILITACIÓN VISUAL DE PACIENTES CON DEFECTOS DE CAMPO CENTRAL: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

ALUMNA: ANAHÍ GONZÁLEZ BERGAZ, DOO

TUTORAS: LORETO MARTÍNEZ-ALMEIDA CASTAÑEDA, DOO, MSc

MARÍA PLATA CORDERO, DVM, MPhil

VALLADOLID, JUNIO 2012

ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN: 4
- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO: 12
 - JUSTIFICACIÓN: 13
 - OBJETIVO:..... 13
- MATERIAL Y MÉTODOS:..... 14
 - ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ARTÍCULOS: 15
 - GESTIÓN DE REFERENCIAS 16
- RESULTADOS: 17
- DISCUSIÓN: 31
 - LIMITACIONES DEL ESTUDIO:..... 36
- CONCLUSIONES:..... 37
- REFERENCIAS: 39
 - BIBLIOGRÁFICAS:..... 40
 - IMÁGENES:..... 45
 - ABREVIATURAS: 47

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Para definir la baja visión de una forma amplia, no hay que limitarse sólo al déficit visual cuantitativo, sino que también es necesaria la valoración de la función visual del paciente. Las patologías oculares permanentes, ya sean anatómicas o funcionales, deben ser valoradas en cuanto al grado en que afectan al estado psíquico, fisiológico y social del individuo, así como a la relación con su entorno. No existe un consenso internacional sobre la definición de baja visión y cada país ha establecido sus propias exigencias médico-legales en cuanto a los límites visuales que debe cumplir el paciente para ser considerado de baja visión, ya que la función visual y el componente subjetivo son muy variables de unos pacientes a otros.¹

Según la OMS y teniendo en cuenta el déficit visual que presenta una persona, la baja visión se puede aplicar a todo individuo que posee una agudeza visual (AV) de 0,3 o menos en el mejor ojo, con la mejor corrección óptica convencional y que además tenga un resto visual aprovechable.² Ese resto visual, con las adecuadas ayudas ópticas, rehabilitación y la adquisición de ciertas destrezas, permitirán al paciente de baja visión recuperar un grado aceptable de independencia en la realización de muchas de las tareas de la vida diaria, como la lectura, la principal demanda de los pacientes de baja visión.

Una gran parte de los pacientes de baja visión en Europa y América padecen maculopatías. La mayoría de ellos han perdido la fijación foveal en el proceso de la enfermedad y pueden tener escotomas centrales de muy diversos tamaños. Conocer dónde se encuentra el o los locus retinianos preferenciales (LRP), es decir, el lugar extrafoveal que el paciente ha elegido consciente o inconscientemente para la fijación, es de gran utilidad tanto para el clínico rehabilitador como para el paciente.¹

La microperimetría surgió ante la imposibilidad de evaluar adecuadamente el campo visual, mediante los métodos convencionales, de una persona con afectación

macular o con cualquier otro problema retiniano en el que la visión foveal estuviera comprometida y/o pudiera presentar fijación inestable o extrafoveal. Se debe tener en cuenta que la precisión de los campos visuales convencionales se basan en la presunción de que la fijación es foveal y estable. Si la fijación no es foveal, el campo visual convencional será registrado como si la fijación estuviera en el centro del campo, por lo que todos los puntos mostrados estarán desplazados de su verdadera posición. A su vez, si la fijación central fuera inestable y hubiera algún movimiento ocular significativo durante la prueba, el tamaño del escotoma sería incorrecto. Incluso, en algunos casos puede coexistir fijación excéntrica e inestable, lo que conllevaría a una suma de errores tanto de localización como de tamaño del LRP.³

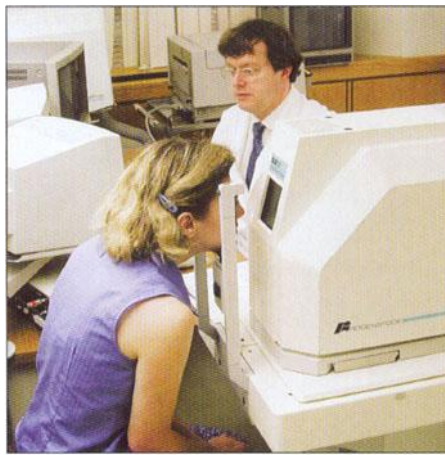


Imagen 1. Microperímetro SLO.

El primer microperímetro que salió al mercado fue el oftalmoscopio láser de barrido (SLO: Scanning Laser Ophthalmoscope; Imagen 1), desarrollado en 1981⁴ y distribuido por la empresa Rodenstock Instruments (Ottobrunn, Alemania). Dicho instrumento ya no se comercializa,⁵ de modo que el único actualmente disponible es el Microperímetro MP-1 (Imagen 2) diseñado y fabricado por la empresa Nidek Instruments (Pavoda, Italia). Recientemente, se han empezado a comercializar nuevos instrumentos que combinan la microperimetría SLO con la toma de imágenes de tomografía óptica de coherencia (OCT: Optical Coherence Tomography). Estos aparatos son el Optos OCT/SLO (Imagen 3), comercializado por Optos (Dunfermline, Reino Unido) y el RS-3000 (Imagen 4) comercializado por Nidek Instruments (Pavoda, Italia).



Imagen 2. Microperímetro MP-1.

Los microperímetros están diseñados para cuantificar la sensibilidad retiniana con estímulos que varían en tamaño desde 6.5 a 103 minutos de arco (Goldmann I – V) y permiten examinar el campo visual hasta 15° desde el punto de fijación con el SLO o hasta 20° con el MP-1. En la tabla 1 podemos observar las principales diferencias en los parámetros de ambos microperímetros.



Imagen 3. Optos OCT/SLO.



Imagen 4. RS-3000.

TABLA 1. Parámetros importantes del Hardware y Software de los perímetros de fondo MP-1 y SLO según los fabricantes.⁶

Parámetros	MP-1	SLO
Campo	36 x 44 grados	33 x 21 grados
Iluminación de fondo	1.27 ó 0.95 cd/m ²	10 cd/m ²
Color de fondo	Blanco o Rojo	Rojo
Tamaño del estímulo	Goldmann I-V	Goldmann I-V
Color del estímulo	Variable	Rojo
Método de proyección	Pantalla LCD	Láser He-Ne modulado (633 nm)
Intensidad del estímulo:		
-Luminancia máxima	0 dB= 127 cd/m ²	0 dB = 72 cd/m ²
-Atenuación máxima	20 dB=1.27 cd/m ²	23 dB
Duración del estímulo	Desde 100 a 2000 ms	120 ms
Objetivo de fijación	Cruz, 4 cruces o círculo. El color y el tamaño puede ser personalizado	Puntos, letras , cruces o cualquier patrón con tamaño personalizado

cd: Candelas; m²: Metros cuadrados; nm: Nanómetros; dB: Decibelios; ms: Milisegundos.

Estos instrumentos permiten determinar el tamaño y localización de los escotomas, así como evaluar la estabilidad de la fijación, incluso si ésta no es central o estable. Con los datos obtenidos podemos hacer una correlación topográfica exacta entre los detalles del fondo y su umbral de sensibilidad a la luz.

Esta técnica permite también una valoración cuantitativa de la función visual a través del examen perimétrico del fondo de ojo. Se basa en la posibilidad de ver con luz infrarroja la retina en tiempo real y proyectar un estímulo de luz definido sobre un punto individual seleccionado. Debido a que la proyección de la luz está relacionada únicamente con los puntos anatómicos previamente seleccionados y debe ser independiente de la fijación y de cualquier otro movimiento ocular, el examinador obtiene la respuesta funcional del área seleccionada. Sin embargo sólo se consiguen

resultados independientes del movimiento ocular con el sistema *eye tracking* presente en el microperímetro MP-1. Esto permite correlacionar el daño retiniano producido en un área determinada con la AV de la misma, ya que se puede prefijar la presentación de varios estímulos en los bordes de un escotoma y obtener la AV de dicha zona.⁷

El microperímetro SLO utiliza dos rayos láser coincidentes que barren rápidamente la retina. Emplea un láser del infrarrojo próximo (780 nm) para obtener imágenes de la retina y un láser de Helio-Neón (632.8 nm) para la presentación de estímulos del test psicofisiológico. La intensidad del rayo láser He-Ne para cada punto retiniano es controlada por ordenador. Se crea el estímulo modulando dicho láser y produciendo puntos, letras, palabras o cualquier patrón deseado, con una resolución máxima de 2 minutos de arco (que se corresponde con 1 pixel y 10 μm en la retina). Esto permite además utilizar el instrumento para realizar una perimetría de fondo, tareas de fijación o diferentes test de lectura (Imagen 5).

La principal ventaja del SLO es que proporciona los medios necesarios para examinar las lesiones retinianas de forma fiable. Es también útil en la medida de la función visual en pacientes con DMAE^{8,9} y otras disfunciones maculares.¹⁰⁻¹³

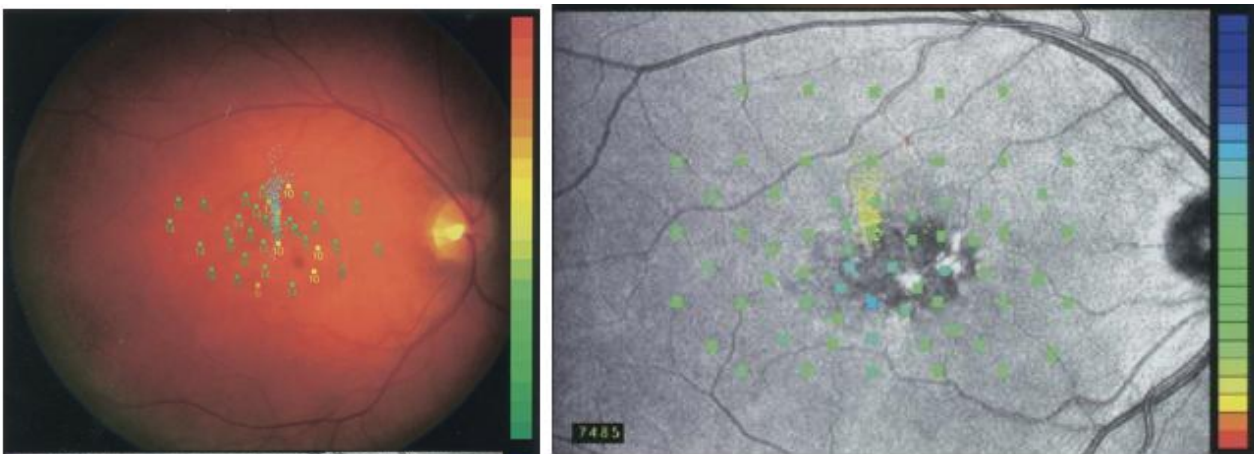


Imagen 5. Panel de resultados tras microperimetría con SLO.

En cuanto a los inconvenientes, existe el problema de cómo evaluar los datos correctamente cuando el estímulo no se sitúa en el punto retiniano deseado debido a los movimientos oculares. Otra limitación es el pequeño tamaño del campo que puede

medir, de sólo 33x22 grados. Tampoco es posible realizar un seguimiento al paciente ya que no existe un método para valorar los mismos puntos retinianos en diferentes visitas. Además debe tenerse en cuenta que debido al láser de He-Ne, todas las medidas funcionales están limitadas a dicha luz roja, dificultando la comparación con otros microperímetros y restringiendo la sensibilidad a la luz roja.

El microperímetro MP-1 es un aparato más avanzado que utiliza una cámara fundoscópica infrarroja con 45° de campo de visión. La perimetría se realiza aprovechando una pantalla de cristal líquido controlada por software. El MP-1 proporciona un mapeo exacto y automatizado de la función retiniana aun cuando la fijación es inestable y la AV es baja.

Como ventajas frente al SLO, el MP-1 realiza retinografías a color, valora la sensibilidad de la retina en los mismos puntos evaluados en pruebas anteriores y rastrea la calidad y situación de la fijación. Por otra parte, permite compensar los movimientos oculares del paciente con el sistema *eye tracking*, en base a puntos claves observados en la fotografía del fondo retiniano. A su vez ofrece la posibilidad de realizar la prueba sin la necesidad de instilación de fármacos midriáticos, permite la personalización de los parámetros de los diferentes tests (blanco de fijación, fondo, estímulo, etc) para adaptar el examen a enfermedades específicas, reduciendo así el tiempo de examen.

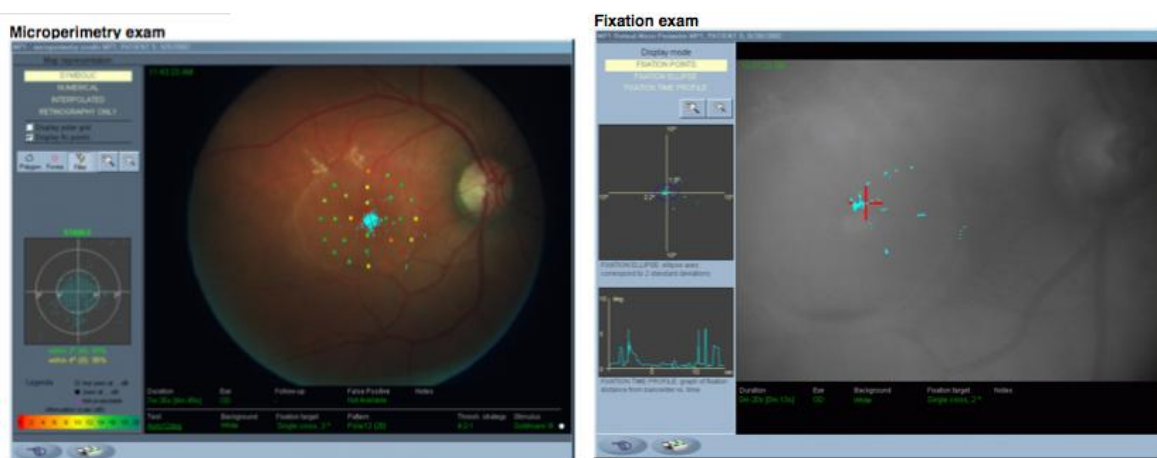


Imagen 6. Panel de resultados tras examen de microperimetría y de fijación con el MP-1.

Además, el MP-1 correlaciona la sensibilidad retiniana en el área macular no sólo con la AV, sino también con el grosor foveal en pacientes con DMAE⁸ y permite sobreponer los hallazgos perimétricos con la imagen de fondo obtenida, así como con angiogramas.⁵

Como inconveniente se encuentra la baja calidad de la primera imagen infrarroja tomada en blanco y negro que se usa para el seguimiento ocular durante el examen (Imagen 6). Esto puede crear artefactos con el centrado de la imagen, lo que reduciría la fiabilidad en la detección de la patología retiniana y de la localización del patrón de fijación.⁶ Otra desventaja es que no permite añadir estímulos una vez empezado el test, por lo que se podría perder la delimitación exacta del escotoma si no se hubiese presentado ningún estímulo en la lesión retiniana.⁶ Sin embargo, esto sólo supuso un inconveniente en las primeras fases de desarrollo, ya que con el tiempo se han desarrollado nuevos *softwares* con el fin de complementar el mecanismo de producción de estímulos.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO

Justificación

El presente trabajo se fundamenta en la falta de revisiones bibliográficas sobre la microperimetría, a pesar de su gran utilidad en el diagnóstico y tratamiento de patologías con defectos de campo central. Por ello es necesario disponer de una revisión bibliográfica que recopile las principales aplicaciones, ventajas e inconvenientes que presenta esta técnica en la rehabilitación visual de pacientes con defectos de campo central.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es conocer el estado actual del uso de la microperimetría en el diagnóstico y tratamiento de pacientes con defectos de campo central y su repercusión en el diseño de programas de rehabilitación visual.

MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda y selección de artículos

Para el desarrollo de este TFM, el motor principal de búsqueda fue la web de referencia sobre literatura biomédica *Pubmed* (National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine; Maryland, EEUU). Las búsquedas fueron realizadas empleando como palabras clave “*microperimetry low vision*” y “*microperimetry macular disease*”.

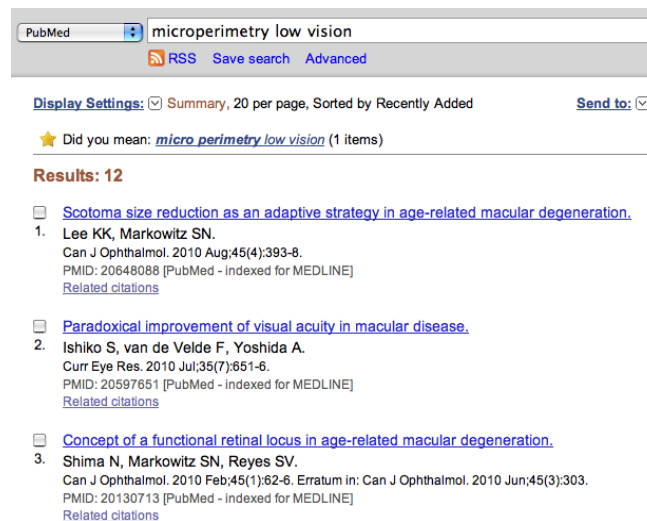


Imagen 7. Búsqueda en PubMed.

En este proceso se obtuvieron un total de 77 resultados. En base a los mismos, se llevó a cabo una nueva búsqueda dirigida hacia artículos referenciados en estos, que pudieran ser de interés.

La selección de los artículos se realizó en base a las palabras clave que aparecían en los títulos y *abstracts* de los mismos. Para ser seleccionados, debían incluir referencias en cuanto a microperimetría, microperímetros o pacientes con baja visión.

Se seleccionaron a su vez varios artículos enfocados únicamente a los diferentes microperímetros, para obtener información sobre sus características

técnicas y poder compararlos entre sí. Los artículos de potencial interés fueron evaluados de nuevo en su versión completa, para comprobar la adecuación del contenido al trabajo, así como para identificar los métodos utilizados y los criterios de inclusión en la selección de pacientes.

Gestión de referencias

Para la gestión de las referencias bibliográficas se empleó el programa *Endnote X4* para Macintosh (Carlsbad, CA, EEUU) (Imágenes 8 y 9). Las referencias bibliográficas fueron ordenadas cronológicamente siguiendo los criterios de nomenclatura utilizados por la revista IOVS (*Investigative Ophthalmology & Visual Science*). A su vez las imágenes fueron referenciadas siguiendo el criterio de Harvard.¹⁴

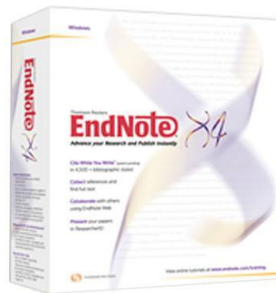


Imagen 8. Endnote X4

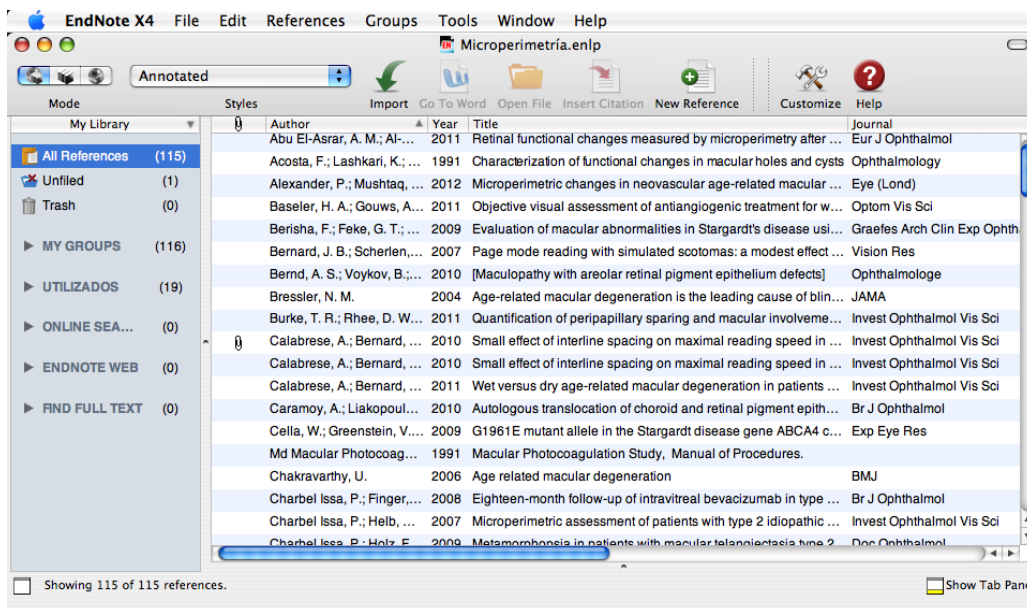


Imagen 9. Captura de pantalla Endnote X4.

RESULTADOS

RESULTADOS

Los primeros estudios con microperímetros en pacientes con baja visión fueron realizados por Muller y col. en el año 2000,¹⁵ quienes emplearon el microperímetro SLO para comparar los resultados visuales de pacientes con degeneración macular asociada a la edad (DMAE). Compararon los resultados de pacientes operados por extracción quirúrgica de membranas neovasculares coroideas (CNV) con los de otros pacientes a los que se les aplicó láser de fotocoagulación (argón), dado que ambos tratamientos provocaban una pérdida total de la función visual.

Se seleccionaron 5 ojos de 5 pacientes con CNV subfoveales, largas y clásicas (bien definidas) siguiendo los criterios del *Macular Photocoagulation Study (MPS)*¹⁶ y fueron tratados con láser. Dichos criterios fueron:

- Tener más de 50 años.
- Presentar AV disminuida o distorsión en la rejilla de Amsler.
- Padecer DMAE, con drusas visibles en la mácula en al menos un ojo.
- Presentar zonas características de hiperfluorescencia bien delimitada al realizar la angiografía.

Los resultados funcionales de los pacientes operados con láser se compararon con una base de datos de 78 pacientes anteriormente intervenidos quirúrgicamente, cuyas características eran similares a los operados con láser. Tras el tratamiento con láser se realizó una microperimetría con control de fondo utilizando el microperímetro SLO para detectar escotomas absolutos y relativos.

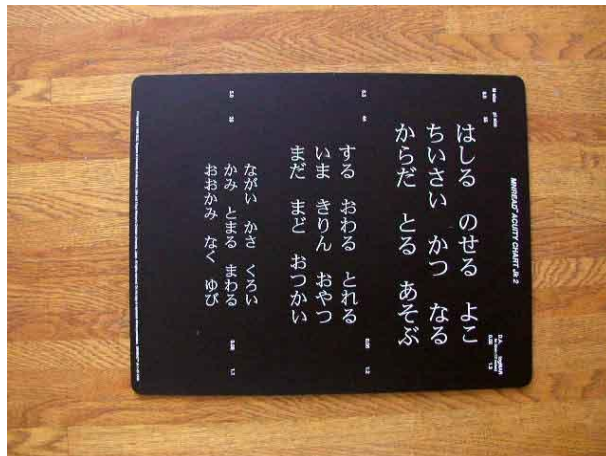
En pacientes intervenidos quirúrgicamente se obtuvieron resultados visuales ligeramente mejores, dado que la profundidad del escotoma podía ser reducida con la extracción quirúrgica, mientras que con el tratamiento láser de los márgenes aumentaba el escotoma.

Se concluyó que el método de primera elección debería ser el tratamiento con láser debido a que no requería el ingreso del paciente en quirófano, el coste total era menor y la visión se recuperaba rápidamente tras la aplicación del láser. Se demostró a su vez que el tratamiento de la CNV clásica por cualquiera de estos métodos aumentaba la posibilidad de éxito en la rehabilitación visual de pacientes con baja visión.

En este campo, Fujita y col. evaluaron en 2004¹⁷ la relación entre la agudeza visual de cerca (AVC), la excentricidad del LRP y la elección de las ayudas para baja visión en pacientes con DMAE bilateral.

Para ello examinaron el ojo de mayor AV de 44 pacientes con DMAE. La posición del LRP y su excentricidad respecto de la fóvea fueron medidas con el microperímetro SLO.

El cálculo del aumento de la ayuda óptica para leer el periódico fue determinado por el tamaño de letra crítico, usando el test MNREAD-J (Imagen 10).



Imaagen 10. Test MNREAD-J

Se eligió el tipo de ayuda óptica preferida por el paciente entre hiperoculares, lupas (Imagen 11) y circuitos cerrados de televisión (Imagen 12).



Imagen 11. Lupa sobre gafa.



Imagen 12. Circuito cerrado de televisión.

Los pacientes con AVC mayor de 0.2 y excentricidad de 2° o menos prefirieron los hiperoculares. Los que tenían AVC mayor de 0.1 y excentricidad de 5° o menos, escogieron las lupas. Por último, aquellos pacientes con AVC de 0.1 o menor y excentricidad de 5° o más, se decantaron por los circuitos cerrados de televisión.

Se encontró una correlación entre el aumento de la ayuda óptica elegida y la excentricidad del LRP en pacientes con AVC de 0.2 o menos.

Es por ello por lo que la excentricidad del LRP debe tenerse en cuenta en la elección de las ayudas de baja visión para leer, especialmente en pacientes con AVC de 0.2 o menor. Por lo tanto la ayuda óptica más adecuada depende tanto de la AVC, como de la excentricidad del LRP.

En 2005, Sunness y col.¹⁸ estudiaron los posibles cambios de patrones de fijación en pacientes con escotomas centrales por atrofia geográfica causada por DMAE.

En el estudio se incluyeron 34 ojos de 25 pacientes con AV inicial comprendida entre 0.25 y 0.1. Se realizaron seguimientos anuales que incluyeron las siguientes pruebas:

- AV con la mejor corrección.
- Microperimetría SLO.
- Velocidad de lectura.
- Evaluación clínica.
- Localización del LRP.

Al inicio del estudio sólo el 77% de los ojos tenía un LRP, mientras que en la visita final, cuya media fue de 5.3 años con respecto a la primera, el porcentaje ascendió hasta el 91%.

El 81% mantuvo la localización inicial del LRP y los dos patrones más comunes de fijación fueron *con el escotoma a la derecha* y *con el escotoma por encima* del campo visual. El más común fue el primero, tanto en pacientes que ya lo tenían situado en dicha localización desde el inicio, como en aquellos que lo adquirieron durante el seguimiento. Todos los pacientes que tuvieron este patrón inicialmente lo mantuvieron hasta el final del estudio.

El 54% de los ojos alcanzó una velocidad de lectura menor de 50 palabras/min,¹⁹ la cual está influida por el patrón de fijación. Esto se debe a que los pacientes que fijaron con el escotoma a la izquierda tuvieron peores índices de lectura que los que lo hicieron con patrones derecho o superior. Esta velocidad de lectura es mucho menor que la de una persona sin problemas visuales, que en promedio es de unas 300 palabras/min. No obstante, los autores advirtieron que los índices de lectura siempre disminuyeron durante el seguimiento en la mayoría de los pacientes debido a la progresión de la enfermedad.

En 2008, Greenstein y col.²⁰ realizaron por primera vez un estudio de baja visión con el microperímetro MP-1, en el que investigaron la localización y la estabilidad de fijación del LRP en pacientes con enfermedades maculares, así como la relación entre las áreas con autofluorescencia de fondo anormal, el LRP y la función visual.

Se seleccionaron 15 pacientes con diferentes patologías (7 con enfermedad de Stargardt, 1 con maculopatía en ojo de buey, 5 con DMAE, 1 con enfermedad de Best y 1 con distrofia en patrón). Todos los ojos tenían áreas con autofluorescencia de fondo anormal.

El microperímetro MP-1 se usó para evaluar el LRP (localización, sensibilidad y estabilidad de fijación) y la sensibilidad del campo visual.

De los 15 ojos, 4 presentaron fijación foveal y 11 fijación excéntrica. Los LRP estaban por encima de la lesión atrófica y su estabilidad no dependía del grado de excentricidad a la fóvea. La sensibilidad visual estaba marcadamente reducida en zonas hipofluorescentes y en coronas circulares hiperfluorescentes.

De este modo, los autores demostraron que los LRP se hallaban en la retina superior en regiones con autofluorescencia de fondo normal y que la estabilidad de fijación no estaba correlacionada con el grado de excentricidad a la fóvea.

A partir de los resultados, concluyeron que para valorar el éxito de los tratamientos, es importante emplear métodos que relacionen la morfología retiniana con la función visual, como la microperimetría.

En el mismo año, Sunness²¹ comparó la presencia y localización del LRP, determinado por el campo visual por confrontación y microperimetría. Aunque los microperímetros son el *gold standard* para la caracterización del LRP y el patrón de fijación relativo al escotoma central, este estudio pretendía abaratar y simplificar los métodos de evaluación de la fijación, particularmente aquellos que pudieran usarse en clínica o en el hogar de una persona con baja visión.

Se reclutaron 253 ojos de 147 pacientes con enfermedades maculares (101 con DMAE, 23 con enfermedad de Stargardt y 23 con otras maculopatías) y escotomas en el centro del campo visual. Se les realizó microperimetría SLO y una evaluación del campo visual por confrontación.

El 66% de los pacientes presentaron concordancia entre el LRP obtenido con el SLO y el determinado por el campo visual por confrontación. Por otro lado, el 74 % de los ojos tuvieron campos faciales compatibles con los hallazgos del microperímetro SLO.

En base a los resultados, se determinó que la evaluación del campo visual por confrontación proporciona perspectivas sobre la presencia y localización del LRP, pero no puede sustituir al microperímetro.

Los pacientes con defectos de campo central normalmente desarrollan LRP en zonas sanas de la retina extrafoveal para la fijación. Sin embargo, la estabilidad y la localización de ese LRP no es siempre la óptima para alcanzar el mejor rendimiento visual. Por ello, Tarita-Nister y col.²² estudiaron la plasticidad de la fijación en pacientes con pérdida de visión central para determinar si la estabilidad y la localización del nuevo LRP pueden ser entrenadas y si esos cambios en el control motor ocular pueden transformarse en un mejor rendimiento lector. Para ello usaron el MP-1 para la medida de la estabilidad de fijación y llevaron a cabo un entrenamiento con reacción auditiva en 6 pacientes con DMAE.

Los ensayos de reacción auditiva se llevaron a cabo en sesiones de entrenamiento de 1 hora para mejorar la fijación y recolocar el LRP. Se registró la localización y la estabilidad de la fijación mientras se observaban 4 objetivos diferentes.

La AV fue medida con las tarjetas del Estudio para el Tratamiento Temprano de la Retinopatía Diabética (ETDRS; Imagen 13) y el rendimiento lector con el test MNRead (Imagen 14).

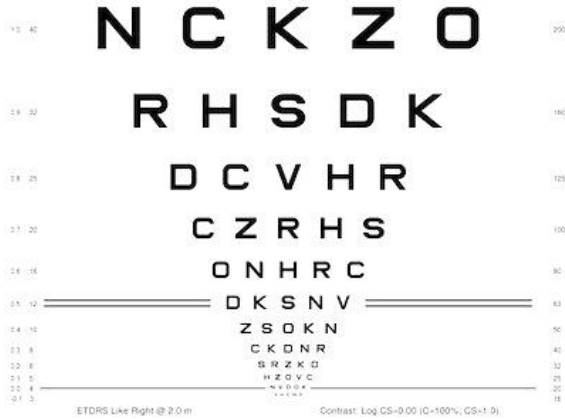


Imagen 13. Tarjeta ETDRS.



Imagen 14. Tarjeta MNRead.

Todos los pacientes fueron capaces de desarrollar un nuevo LRP en un lugar óptimo para leer y pudieron emplearlo mientras observaban diferentes objetivos. La estabilidad de fijación mejoró un 53% después del entrenamiento, lo que se reflejó en un mejor rendimiento lector: la velocidad de lectura aumentó un 38%, la AVC mejoró y el tamaño de letra crítico disminuyó en 2 líneas.

Los autores concluyeron que la habilidad del sistema motor ocular para la fijación es flexible en pacientes con pérdida de visión central. Gracias al microperímetro MP-1 es posible entrenar un nuevo LRP, puede mejorarse la estabilidad de fijación y se puede redirigir la zona de lectura a una mejor localización.

En el mismo año, Vingolo y col.²³ evaluaron la eficacia de la rehabilitación visual en baja visión con el microperímetro MP-1 en pacientes con diferentes enfermedades maculares.

Se examinaron 9 ojos de 5 pacientes (2 con distrofia viteliforme, 1 con cicatriz post-traumática, 2 con enfermedad de Stargardt, 2 con degeneración macular miópica y 2 con distrofia de conos). La rehabilitación visual consistió en 10 sesiones de entrenamiento de 10 minutos para cada ojo, una vez a la semana durante 10 semanas, usando el microperímetro MP-1. En dichas sesiones, los pacientes debían mover los

ojos de acuerdo a una señal acústica, la cual les avisaba de la proximidad a la posición deseada para el LRP.

Una vez finalizado el programa de entrenamiento con el microperímetro MP-1, todos los pacientes mostraron una mejora tanto en la AV como en la zona seleccionada para el LRP, la estabilidad de fijación, la sensibilidad retiniana y la velocidad de lectura. Los resultados, en concordancia con Tarita-Nistor y col.,²² mostraron que la retroalimentación auditiva puede ayudar al cerebro a fijar el LRP final, gracias al incremento de la atención por parte del paciente debido al sonido. Se demostró así que la posibilidad de recolocar el LRP no es exclusiva de pacientes con DMAE.

Teniendo en cuenta las ventajas que presentaba el microperímetro MP-1 frente al SLO, Chen y col.²⁴ determinaron la variabilidad de la repetibilidad y la reproducibilidad en la sensibilidad retiniana con el microperímetro MP-1 en pacientes con enfermedad macular.

Se reclutaron 50 pacientes con enfermedades maculares y un mismo examinador realizó 2 microperimetrías consecutivas usando el mismo test. Los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Sensibilidad media (SM).
- Desviación media (DM).
- Sensibilidad point-wise (SPW).
- Clasificación del defecto local (CDL).
- Sensibilidad promedio para la mácula (SPM).
- Sensibilidad macular paracentral (SMP).
- Tamaño de escotoma (TE).

La AV media fue de 0.34 (log MAR) y la diferencia media entre los tests para la SM fue de +0.2 dB. Los coeficientes de repetibilidad para SM, DM, SPM y SMP fueron 1.81, 2.56, 2.13 y 1.93 dB, respectivamente.

La menor variabilidad se registró en la SM y la mayor correspondió a la SPW. Sin embargo, la SM no proporciona información espacial, por lo que se recomienda el uso de la SPM y SMP para controlar la función macular al comparar pruebas de microperimetría.

En base a estudios anteriores que hablaban sobre el posible cambio del LRP a otro con mejor AV,^{22,23} en 2010, Ishiko y col.²⁵ plantearon que la mejora en la AV podría no ser el mejor indicador de la efectividad de un tratamiento en DMAE, debido al posible cambio del LRP durante el mismo. Para ello, de una base de datos de 1369 ojos, se seleccionaron 116 pacientes con más de 60 años y DMAE diagnosticada que cumplieran con los siguientes criterios:

- Un ojo con AV inicial de 0.7 (logMAR) o peor (ojo de estudio).
- Fijación central en el ojo contralateral.
- Seguimiento durante 3 años o más con información precisa del LRP y de la distribución del escotoma de ambos ojos usando el microperímetro SLO.

Un total de 12 pacientes mejoraron la AV del ojo de estudio, sin que eso se debiera necesariamente al tratamiento previo o actual. Esta mejora significativa se vio acompañada de un empeoramiento visual del ojo contralateral, que inicialmente presentaba mejor AV. Además, en todos los ojos incluidos en el estudio se observó que aquellos pacientes que tenían un patrón de fijación *von Noorden* (inestable y pseudocentral)²⁶ evolucionaron a un LRP excéntrico y más estable.

En base a estos resultados, los autores concluyeron que la AV sigue siendo el mejor método para evaluar la funcionalidad visual en pacientes con DMAE, pero también es importante considerar otros aspectos. Como se ha podido observar en este trabajo, un incremento en la AV puede estar relacionado no sólo con una progresión más lenta de la enfermedad, sino con un cambio en las características de la fijación binocular, que se manifiesta mediante cambios en el LRP.

Siguiendo esta línea de investigación, Shima y col.²⁷ plantearon en 2010 que el LRP usado para la fijación excéntrica en pacientes con DMAE puede ser diferente del locus cercano con máxima sensibilidad retiniana. Pretendían resaltar la diferencia conceptual entre los dos y la idea del locus retiniano funcional que abarca tanto al LRP como al locus con máxima sensibilidad retiniana.

Seleccionaron 15 pacientes con DMAE diagnosticada, baja visión y AV con la mejor corrección comprendida entre 0.4-0.1 en el mejor ojo. Para evaluar la sensibilidad retiniana topográfica y la localización del LRP utilizaron el microperímetro MP-1.

La excentricidad del LRP desarrollado por los pacientes para la fijación fue diferente de la excentricidad del área con máxima sensibilidad retiniana del mismo ojo (7.53° y 9.30° respectivamente). La media de la sensibilidad retiniana en el LRP fue inferior a la del locus con máxima sensibilidad retiniana (5.83 y 8.6 dB respectivamente).

De esta manera se demostró que el LRP y el locus de máxima sensibilidad retiniana no son idénticos en casos de DMAE, por lo que se propuso un nuevo concepto de locus retiniano funcional para definir la relación entre ellos.

Teniendo en cuenta las ventajas que proporcionó la aparición del MP-1, en 2010 Lee y col.²⁷ realizaron un estudio para señalar las diferencias conceptuales entre el verdadero tamaño del escotoma y su tamaño efectivo homólogo. En pacientes con DMAE, el primero representa las áreas retinianas con sensibilidad reducida a los estímulos luminosos, mientras que el segundo es el área de defecto de campo visual percibido que cubre un objeto específico.

Para realizar el estudio se reclutaron 10 pacientes de edades comprendidas entre 70 y 92 años, con diagnóstico de DMAE, baja visión y AV mejor corregida de entre 0.4-0.1 en el mejor ojo. El tamaño efectivo y el tamaño verdadero del escotoma

fueron calculados mediante el test de rejilla macular, realizado con perímetro automático y con el microperímetro Nidek MP-1, respectivamente.

La media del tamaño efectivo del escotoma con el test de rejilla fue de 40.19° y la media del tamaño verdadero del escotoma medido con microperímetro fue de 75.17°.

Por lo tanto, el tamaño efectivo del escotoma percibido por los pacientes con DMAE fue bastante menor que el tamaño verdadero. Esta reducción pudo ser explicada por la variabilidad adaptativa en las posiciones oculares durante los intentos de estabilizar la fijación, lo que se tradujo en una mejora de la percepción del campo visual.

En 2010, Calabrese y col.²⁸ retomaron trabajos anteriores²⁹⁻³⁴ en los que se estudiaba en pacientes de baja visión con escotomas maculares absolutos el fenómeno de amontonamiento de letras relacionado con una baja velocidad de lectura. El escaso tamaño muestral de dichos trabajos había llevado a resultados inconclusos, suscitando discrepancias sobre el tema. Partiendo de la hipótesis de que el fenómeno de amontonamiento de letras reducía la velocidad de lectura, el amontonamiento vertical debería reducirse o desaparecer al aumentar el espacio entre las líneas del texto.

En este trabajo se incluyeron sólo los ojos con escotoma macular absoluto y sin fijación foveal (61 pacientes con DMAE, 90 ojos; 4 pacientes con enfermedad de Stargardt, 8 ojos). Se realizó un examen con microperímetro MP-1 y se evaluó la velocidad máxima de lectura (VML) con el test MNREAD.

El efecto del espaciado entre líneas sobre la VML fue significativo aunque limitado: se incrementó en 7.1 palabras/min al pasar de espaciado simple a doble. El efecto fue escaso independientemente tanto de la distancia del LRP a la fóvea y al área del escotoma, como de la presencia de una isla excéntrica de visión funcional dentro del escotoma.

En base a los resultados, es aconsejable aumentar el espaciado entre líneas sólo en pacientes con velocidades muy bajas (<20 palabras/min) que realizan lecturas puntuales, de poca duración. El amontonamiento vertical no parece ser determinante para la VML en pacientes con escotoma central.

Ese mismo año, Crossland y col.³⁵ se plantearon usar una técnica estadística para determinar si el LRP desarrollado para fijar un objeto puntual es el mismo que el usado para leer.

Se reclutaron 9 pacientes con enfermedad macular establecida y con escotomas centrales bilaterales. Se midió el área retiniana que usaban para la fijación con el microperímetro MP-1 y se usó una técnica estadística espacial no paramétrica para identificar si el punto de fijación es el mismo para objetos puntuales que para la lectura de palabras.

La distribución espacial de los puntos de fijación fue distinta en todos los sujetos en cada una de las tareas. La estabilidad de fijación fue peor para las tareas de lectura que para la fijación de objetos puntuales. Teniendo en cuenta que el comportamiento de fijación de las personas con enfermedades maculares fue distinto para fijar un objeto puntual que para leer, no se puede asumir que medir la fijación en un punto simule exactamente la fijación para otras tareas.

Como complemento a los trabajos anteriormente realizados, en 2011 Nguyen y col.³⁶ estudiaron la aplicación clínica de 2 métodos de entrenamiento para optimizar la habilidad lectora en pacientes con distrofia macular juvenil con LRP establecidos y el uso óptimo de ayudas de baja visión.

Se incluyeron 36 pacientes con distrofias maculares juveniles (35 con enfermedad de Stargardt y 1 con enfermedad de Best), que habían estado usando ayudas individuales para baja visión. Se dividió a los pacientes en 2 grupos:

- Grupo 1, RSVP. Pacientes a los que se entrenaba para leer durante presentaciones visuales en serie rápidas (*RSVP: Rapid Serial Visual Presentation*), eliminando los movimientos oculares tanto como fuera posible.
- Grupo 2, ST. Pacientes a los que se entrenaba para optimizar los movimientos oculares de lectura con la técnica del entrenamiento sensoriomotor (*ST: Sensomotoric Training*).

El programa de entrenamiento consistía en sesiones de media hora al día, 5 días a la semana durante 4 semanas, midiendo la velocidad de lectura antes y después de cada una.

Por otro lado, se grabaron los movimientos oculares durante lecturas silenciosas antes y después del entrenamiento, usando un monitor de seguimiento ocular en 11 pacientes y un sistema de reflexión infrarrojo en otros 5.

La velocidad media de lectura antes del entrenamiento fue de 83 palabras por minuto en el grupo RSVP y 102 en el grupo ST, incrementándose al finalizarlo a 104 y 122, respectivamente. La grabación de los movimientos oculares antes y después del entrenamiento muestra que en el grupo RSVP, el incremento de velocidad se relaciona con una disminución del tiempo de fijación, mientras que en el grupo ST se relaciona con menor número de movimientos sacádicos hacia delante.

Demostraron así que tanto el RSVP como el ST proporcionan beneficios para el paciente, el primero reduciendo la duración de fijación y el segundo disminuyendo el número de movimientos sacádicos hacia delante.

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

Los estudios realizados hasta la fecha sobre microperimetría en rehabilitación visual de pacientes con defectos de campo central abarcan diversos puntos útiles para el rehabilitador visual.

Las patologías más estudiadas en microperimetría son la DMAE y la enfermedad de Stargardt. El interés por la DMAE radica en su prevalencia, ya que es la principal causa de ceguera entre las personas mayores de 55 años en los países desarrollados,³⁷⁻³⁹ y la enfermedad de Stargardt es la distrofia macular de aparición temprana más común, con una incidencia de 1 por cada 8000-10000 personas.⁴⁰⁻⁴³ Hay que señalar que la DMAE provoca una pérdida progresiva de visión, lo que afecta psicológicamente a la persona y sólo tiene tratamiento para la forma húmeda.

Para el rehabilitador visual, los resultados de la microperimetría suponen una gran ayuda en cuanto a que le permiten intuir de manera temprana las preferencias del paciente sobre el tipo de ayuda óptica, en función de su AVC y la excentricidad del LRP.¹⁷ A su vez puede comparar de forma fiable los resultados de estudios obtenidos con diferentes microperímetros y extraer conclusiones adecuadas y contrastadas.⁶ Sin embargo, la principal ventaja para el rehabilitador visual es la posibilidad de recolocar el LRP gracias al entrenamiento con reacción auditiva del microperímetro MP-1.^{22,23} Con ello, se puede optimizar el resto visual de los pacientes, facilitándoles la fijación con la zona de máxima sensibilidad retiniana y mejorando la estabilidad de fijación.

Sin embargo, también existen limitaciones en estos estudios. La primera y más evidente es el escaso tamaño muestral de muchos de ellos,^{15,20,22,23} fundamentalmente debido al bajo número de pacientes con baja visión en comparación con el volumen de los que padecen otro tipo de problemas médicos.² La segunda razón es que la baja visión es una condición visual que puede ser causada por diversas patologías, algunas de baja prevalencia como la distrofia macular de Best.⁴⁴ Dado que el reclutamiento de

estos pacientes se realiza a menudo en las inmediaciones del centro investigador, restringiendo de manera importante el tamaño muestral, la realización de estudios multicéntricos permite obtener un número de pacientes más elevado, gracias a que abarcan un área mayor.

Además, es importante considerar las características personales y el perfil psicológico de estos pacientes, ya que muchos de ellos son personas de edad avanzada. Su escasa movilidad y el hecho de que muchos viven solos, complica el desplazamiento al centro médico o investigador. Por otro lado, a menudo tienen dificultades para comprender los tests o las ayudas que se le proporcionan, lo que perjudica el seguimiento ya que pueden perder el interés en continuar. Igualmente, muchas de ellas presentan recursos económicos limitados y las ayudas de baja visión tienen un precio muy elevado. Por último, la avanzada edad que presentan en muchos casos estos pacientes, favorece que padezcan otras patologías sistémicas que dificulten la realización de las pruebas, el manejo de las ayudas ópticas prescritas e incluso les impidan completar los programas de entrenamiento.

Por otro lado, los estudios con microperimetría son largos en cuanto a la duración del examen (15 minutos por ojo),⁶ por lo que se requiere mucho tiempo para realizar una investigación con un elevado número de pacientes y además, estos instrumentos suelen requerir una inversión económica considerable.

Las principales limitaciones de la microperimetría se centran no tanto en el microperímetro, sino en el *software* que lo controla. Para el microperímetro SLO se desarrollaron varias modificaciones del *software* para permitir mejorar ciertos aspectos del instrumento, como el tiempo del examen del umbral de perimetría estática⁴⁵ o la selección de un punto retiniano como referencia para contrarrestar los movimientos oculares.³ El *software* del microperímetro MP-1 también ha sido perfeccionado, añadiendo nuevos estímulos en puntos específicos una vez comenzado el test o permitiendo seleccionar la zona donde se muestra el test de rejilla.⁶

Gracias al aumento del número de sistemas de diagnóstico de alta definición en la rutina clínica, se ha podido avanzar en la comprensión y tratamiento de enfermedades retinianas y neuroretinianas. Sin embargo dichos avances se centran principalmente en el diagnóstico de enfermedades, mientras que los parámetros funcionales se limitan a la AV y al campo visual.

Es por ello que el microperímetro es un instrumento especialmente útil, dado que permite relacionar signos objetivos como el daño morfológico con pruebas subjetivas como la AV. Sin embargo la principal aplicación del instrumento en rehabilitación visual debe ser la localización y recolocación del LRP en el lugar de máxima sensibilidad retiniana para permitir una mejora de la AV y de la función visual del paciente.

Como complemento a la recolocación del LRP se deberían incluir técnicas que han sido eficaces para mejorar la velocidad de lectura, como son la RSVP y el ST.³⁶

No obstante, el avance en la rehabilitación visual no debe centrarse exclusivamente en un dispositivo, sino que debe apoyarse en diferentes equipos y técnicas que permitan una evolución satisfactoria del paciente. Para ello deben incluirse sistemas de diagnóstico y tratamiento de alta definición, como OCT o angiografía fluoresceínica, en el manejo del paciente de baja visión.

Aunque ya existen aparatos que combinan OCT con SLO como el Optos OCT/SLO (Imagen 3) y el RS-3000 (Imagen 4), que permiten la correlación de cortes ópticos tridimensionales a través de la retina con datos funcionales, en un futuro sería interesante que las casas comerciales fabricasen instrumentos que integrasen las principales pruebas de diagnóstico en baja visión como OCT, microperimetría, angiografías fluoresceínicas y test electrofisiológicos.⁵

TABLA 2. Resumen de los estudios incluidos en la revisión.

Estudio	Enfermedad	Microperímetro	Nº de pacientes analizados	Nº de ojos analizados
Muller y col. ¹⁵	CNV	SLO	5	5
Fujita y col. ¹⁷	DMAE	SLO	44	44
Sunness y col. ¹⁸	DMAE	SLO	25	34
Greenstein y col. ²⁰	Stargardt, OB, DMAE, Best y DP	MP1	15	15
Sunness y col. ²¹	DMAE, Stargardt y OM	SLO	147	253
Tarita-Nister y col. ²²	DMAE	MP1	6	12
Vingolo y col. ²³	DV, CPT, Stargardt, DMM y DC	MP1	5	9
Chen y col. ²⁴	Enfermedades maculares	MP1	50	100
Ishiko y col. ²⁵	DMAE	SLO	116	116
Shima y col. ²⁷	DMAE	MP1	15	30
Lee y col. ⁴⁶	DMAE	MP1	10	20
Calabrese y col. ²⁸	DMAE y Stargardt	MP1	65	98
Crossland y col. ³⁵	Enfermedades maculares	MP1	9	18
Nguyen y col. ³⁶	Stargardt y Best	-	36	72

OB: Maculopatía en ojo de buey; DP: Distrofia en patrón; OM: Otras maculopatías; DV: Distrofia viteliforme; CPT: Cicatriz post-traumática; DMM: Degeneración macular miópica, DC: Distrofia de conos.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las principales limitaciones que tiene el presente trabajo son la escasez de estudios realizados sobre microperimetría en la rehabilitación visual de pacientes de baja visión con defectos de campo central. Al realizar una búsqueda exhaustiva sobre el tema se puede observar que el número de artículos es pequeño en relación con otras áreas, como el impacto psicosocial en los pacientes de baja visión.

También se puede observar en la tabla 2 que el tamaño muestral de los estudios encontrados en la literatura suele ser escaso y se centran casi exclusivamente en pacientes con DMAE. Existen otras enfermedades que afectan también a la mácula y que son frecuentemente olvidadas en la literatura, como puede ser la coriorretinopatía serosa, los agujeros maculares, las cicatrices retinianas, la atrofia geográfica del epitelio pigmentado de la retina o la retinopatía diabética. Esta última, es además la primera causa de ceguera en personas en edad de trabajar en EEUU.⁴⁷

Por último, existen algunos estudios que no han podido ser contrastados, como el realizado por Muller y col.,¹⁵ que además incluye un número muy bajo de pacientes. Por todo ello debemos manejar los resultados con precaución.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. La microperimetría es una técnica muy útil para el diseño de programas de entrenamiento en lectura y para mejorar la funcionalidad visual del paciente de baja visión.
2. Es necesaria más investigación, con estudios más pormenorizados, con mayor tamaño muestral y que incluyan otras patologías que cursan con defectos de campo central, con el fin de solventar las limitaciones de los estudios realizados hasta la fecha.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Oyarzábal Céspedes B. Informe sobre el congreso internacional sobre rehabilitación de la baja visión y habilidad visual. *ONCE - Dirección general* 2005.
2. OMS. Ceguera y discapacidad visual. *Centro de prensa* 2011;Nota descriptiva N° 282.
3. Sunness JS, Schuchard RA, Shen N, Rubin GS, Dagnelie G, Haselwood DM. Landmark-driven fundus perimetry using the scanning láser ophthalmoscope. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1995;36:1863-1874.
4. Webb RH, Hughes GW. Scanning láser ophthalmoscope. *IEEE Trans Biomed Eng* 1981;28:488-492.
5. Rohrschneider K, Bültmann S, Springer C. Use of fundus perimetry (microperimetry) to quantify macular sensitivity. *Progress in Retinal and Eye Research* 2008;27:536-548.
6. Rohrschneider K, Springer C, Bultmann S, Volcker H. Microperimetry — comparison between the micro perimeter 1 and scanning láser ophthalmoscope — fundus perimetry. *American Journal of Ophthalmology* 2005;139:125-134.
7. Guez JE, Le Gargasson JF, Rigaudiere F, O'Regan JK. Is there a systematic location for the pseudo-fovea in patients with central scotoma? *Vision Res* 1993;33:1271-1279.
8. 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. *Eye (Lond)* 2006;20:805-809.

9. 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.
10. Jarc-Vidmar M, Popovic P, Hawlina M. Mapping of central visual function by microperimetry and autofluorescence in patients with Best's vitelliform dystrophy. *Eye (Lond)* 2006;20:688-696.
11. Vujosevic S, Midena E, Pilotto E, Radin PP, Chiesa L, Cavarzeran F. Diabetic macular edema: correlation between microperimetry and optical coherence tomography findings. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2006;47:3044-3051.
12. Acosta F, Lashkari K, Reynaud X, Jalkh AE, Van de Velde F, Chedid N. Characterization of functional changes in macular holes and cysts. *Ophthalmology* 1991;98:1820-1823.
13. Guez JE, Le Gargasson JF, Massin P, Rigaudiere F, Grall Y, Gaudric A. Functional assessment of macular hole surgery by scanning laser ophthalmoscopy. *Ophthalmology* 1998;105:694-699.
14. Harvard Referencing. *Snooks & Co* 2002.
15. Muller S, Ehrt O, Gundisch O, Eckl-Titz G, Scheider A. [Functional results after surgical extraction or photocoagulation of choroid neovascularization (CNV) in age-related macular degeneration]. *Ophthalmologe* 2000;97:142-146.
16. Center MMPSC. *Macular Photocoagulation Study, Manual of Procedures*. Baltimore; 1991.
17. Fujita K, Yuzawa M, Nakamura H. [Low vision aids for reading in scar stage of age-related macular degeneration]. *Nihon Ganka Gakkai Zasshi* 2004;108:202-206.
18. Sunness JS, Applegate CA. Long-Term Follow-up of Fixation Patterns in Eyes With Central Scotomas From Geographic Atrophy That Is Associated With Age-

- Related Macular Degeneration. *American Journal of Ophthalmology* 2005;140:1085-1093.
19. Rubin GS, Turano K. Reading without saccadic eye movements. *Vision Res* 1992;32:895-902.
20. Greenstein VC, Santos RAV, Tsang SH, Smith RT, Barile GR, Seiple W. Preferred Retinal Locus in Macular Disease. *Retina* 2008;28:1234-1240.
21. 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.
22. Tarita-Nistor L, Gonzalez EG, Markowitz SN, Steinbach MJ. Plasticity of fixation in patients with central vision loss. *Vis Neurosci* 2009;26:487-494.
23. 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;34:127-133.
24. Chen FK, Patel PJ, Xing W, et al. Test-Retest Variability of Microperimetry Using the Nidek MP1 in Patients with Macular Disease. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2009;50:3464-3472.
25. Ishiko S, van de Velde F, Yoshida A. Paradoxical improvement of visual acuity in macular disease. *Curr Eye Res* 2010;35:651-656.
26. Von Noorden GK, Mackensen G. Phenomenology of eccentric fixation. *Am J Ophthalmol* 1962;53:642-660.
27. Shima N, Markowitz SN, Reyes SV. Concept of a functional retinal locus in age-related macular degeneration. *Can J Ophthalmol* 2010;45:62-66.
28. 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.

29. Leat SJ, Li W, Epp K. Crowding in central and eccentric vision: the effects of contour interaction and attention. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1999;40:504-512.
30. Levi DM. Crowding--an essential bottleneck for object recognition: a mini-review. *Vision Res* 2008;48:635-654.
31. Pelli DG, Tillman KA. The uncrowded window of object recognition. *Nat Neurosci* 2008;11:1129-1135.
32. Chung ST. Reading speed benefits from increased vertical word spacing in normal peripheral vision. *Optom Vis Sci* 2004;81:525-535.
33. Bernard JB, Scherlen AC, Castet E. Page mode reading with simulated scotomas: a modest effect of interline spacing on reading speed. *Vision Res* 2007;47:3447-3459.
34. Chung ST, Jarvis SH, Woo SY, Hanson K, Jose RT. Reading speed does not benefit from increased line spacing in AMD patients. *Optom Vis Sci* 2008;85:827-833.
35. Crossland MD, Crabb DP, Rubin GS. Task-Specific Fixation Behavior in Macular Disease. *Investigative Ophthalmology & Visual Science* 2010;52:411-416.
36. Nguyen NX, Stockum A, Hahn GA, Trauzettel-Klosinski S. Training to improve reading speed in patients with juvenile macular dystrophy: a randomized study comparing two training methods. *Acta Ophthalmologica* 2011;89:e82-e88.
37. Bressler NM. Age-related macular degeneration is the leading cause of blindness. *JAMA* 2004;291:1900-1901.
38. Chakravarthy U. Age related macular degeneration. *BMJ* 2006;333:869-870.
39. Jager RD, Mieler WF, Miller JW. Age-related macular degeneration. *N Engl J Med* 2008;358:2606-2617.
40. Molday RS, Zhang K. Defective lipid transport and biosynthesis in recessive and dominant Stargardt macular degeneration. *Prog Lipid Res* 2010;49:476-492.

41. Noble KG, Carr RE. Stargardt's disease and fundus flavimaculatus. *Arch Ophthalmol* 1979;97:1281-1285.
42. Walia S, Fishman GA. Natural history of phenotypic changes in Stargardt macular dystrophy. *Ophthalmic Genet* 2009;30:63-68.
43. Weleber RG. Stargardt's macular dystrophy. *Arch Ophthalmol* 1994;112:752-754.
44. Bitner H, Schatz P, Mizrahi-Meissonnier L, Sharon D, Rosenberg T. Frequency, Genotype, and Clinical Spectrum of Best Vitelliform Macular Dystrophy: Data From a National Center in Denmark. *Am J Ophthalmol* 2012.
45. Rohrschneider K, Fendrich T, Becker M, Krastel H, Kruse FE, Volcker HE. Static fundus perimetry using the scanning láser ophthalmoscope with an automated threshold strategy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 1995;233:743-749.
46. Lee KK, Markowitz SN. Scotoma size reduction as an adaptive strategy in age-related macular degeneration. *Can J Ophthalmol* 2010;45:393-398.
47. Mohamed Q, Gillies MC, Wong TY. Management of diabetic retinopathy: a systematic review. *JAMA* 2007;298:902-916.
48. Alabdulkader B, Leat SJ. Reading in children with low vision. *Journal of Optometry* 2010;03:68-73.

REFERENCIAS DE IMÁGENES

- Imagen 1: Microperímetro SLO. Schepens Retina Associates Foundation, Boston (EEUU). Extraído el 14 de mayo de 2012 de la página web http://207.57.3.211/clinical_labs.htm
- Imagen 2: Microperímetro MP-1. Vigonza (Italia). Extraído el 10 de mayo de 2012 del manual de usuario (*Manual de Usuario. MP-1 microperimeter, versión software 1.4.1. 5-jul-2003*)
- Imagen 3: Optos OCT/SLO. Optos, Dunfermline, Escocia (Reino Unido). Extraído el 10 de mayo de 2012 de la página web <http://www.optos.com/en/Products/Retinal-imaging-products/OCT-imaging/OCTSLO/>
- Imagen 4: RS-3000. Medical Expo. Extraído el 10 de mayo de 2012 de la página web <http://www.medicalexpo.es/prod/nidek/oftalmoscopios-confocales-de-barrido-con-formacion-de-imagenes-espectrales-por-oct-70665-421882.html>
- Imagen 5: Panel de resultados tras microperimetría con SLO. Extraído de Rohrschneider K, Springer C, Bultmann S, Volcker H. Microperimetry — comparison between the micro perimeter 1 and scanning láser ophthalmoscope — fundus perimetry. *American Journal of Ophthalmology* 2005;139:125-134.⁶
- Imagen 6: Panel de resultados tras examen de microperimetría y de fijación con el MP-1. Vigonza (Italia). Extraído el 10 de mayo de 2012 del manual de usuario (*Manual de Usuario. MP-1 microperimeter, versión software 1.4.1. 5-jul-2003*).

- Imagen 7: Búsqueda en PubMed. PubMed (National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine; Maryland, EEUU). Captura de pantalla realizada el 6 de febrero de 2012.
- Imagen 8: Endnote X4. Gfxtra. Extraído el 14 de mayo de 2012 de la página web <http://www.gfxtra.com/software/24181-thomson-reuters-endnote-x4-build-4845-tested.html>
- Imagen 9: Captura de pantalla propia del programa Endnote X4 de Thomson Reuters para Macintosh.
- Imagen 10: Test MNREAD-J. Extraído el 21 de mayo de 2012 de la página web <http://www.chiba-c.ed.jp/chiba-sb/eyes/t-eyes10.html>
- Imagen 11: Lupa sobre gafa. Baja Visión Ángel Barañano. Extraído el 21 de mayo de 2012 de la página web <http://www.baja-vision.org/rehabilitacion7.htm>
- Imagen 12: Circuito cerrado de televisión. Ópticas evisión. Extraído el 21 de mayo de 2012 de la página web <http://www.opticasevision.com/productos/baja-vision.html>
- Imagen 13: Tarjeta ETDRS. Extraído el 14 de mayo de 2012 de la página web <http://visualacuitytesteyechart.com/542-snellen-chart-eye-test.html>
- Imagen 14: Tarjeta MNRead. Extraído de Alabdulkader B, Leat SJ. Reading in children with low vision. *Journal of Optometry* 2010;03:68-73.⁴⁸

ABREVIATURAS

En inglés:

- CNV: Choroid Neovascularization. “Membranas neovasculares coroideas”.
- MP-1: Micro Perimeter 1. “Micro perímetro 1”.
- MPS: Macular Photocoagulation Study. “Estudio de fotocoagulación macular”.
- OCT: Optical Coherence Tomography. “Tomografía óptica de coherencia”.
- RSVP: Rapid Serial Visual Presentation “Presentaciones visuales en serie rápidas”, desarrollado por Rubin y Turano en 1991.
- SLO: Scanning Laser Ophthalmoscope. “Oftalmoscopio láser de barrido”.
- ST: Sensomotoric Training “Entrenamiento sensoriomotor”, desarrollado por Teschner en 2003.
- Test ETDRS: Early Treatment Diabetic Retinopathy Study. “Estudio para el Tratamiento Temprano de la Retinopatía Diabética”, desarrollado por Bailey y Lovie en 1976.
- Test LogMAR: Logarithm of the Minimum Angle of Resolution “Logaritmo del mínimo ángulo resoluble”, desarrollado por Bailey y Lovie en 1980.
- Test MPS: Macular Photocoagulation Study. “Estudio de fotocoagulación macular”, desarrollado por el *Macular Photocoagulation Study Group*.

En español:

- AV: Agudeza Visual.
- AVC: Agudeza Visual de Cerca.
- CDL: Clasificación del Defecto Local.
- CPT: Cicatriz Post-Traumática.
- DC: Distrofia de Conos.
- DM: Desviación Media.
- DMAE: Degeneración Macular Asociada a la Edad.
- DMM: Degeneración Macular Miópica.
- DP: Distrofia en Patrón.
- DV: Distrofia Viteliforme.
- LRP: Locus Retiniano Preferencial.
- OB: Maculopatía en Ojo de Buey.
- OM: Otras Maculopatías.
- SM: Sensibilidad Media.
- SMP: Sensibilidad Macular Paracentral.
- SPM: Sensibilidad Promedio para la Mácula.
- SPW: Sensibilidad Point-Wise.
- TE: Tamaño del Escotoma.
- Test MNREAD: Minnesota Low-Vision Reading Test. Desarrollado por *Minnesota Laboratory for Low Vision Research* de la Universidad de Minnesota en 1989.
- VML: Velocidad Máxima de Lectura.

