

TRABAJO FIN DE GRADO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA SOBRE LA UTILIDAD DEL NUEVO PROTOCOLO
BMO-MRW (“APERTURA DE LA MEMBRANA DE BRUCH – MÍNIMA
ANCHURA DEL ANILLO”) DE OCT PARA EL ESTUDIO DE GLAUCOMA EN
PACIENTES MIOPE CON PÁPIDAS ATÍPICAS.

BIBLIOGRAPHIC REVIEW OF THE UTILITY OF THE NEW BMO-MRW OCT
PROTOCOL (“BRUCH MEMBRANE OPENING - MINIMUM RING WIDTH”)
FOR THE STUDY OF GLAUCOMA IN MYOPIC PATIENTS WITH ATYPICAL
OPTIC DISC

Autora:
TERESA MARÍA BROTO LACAMBRA

DIRECCIÓN DEL TFG:

- MARÍA PILAR BAMBÓ RUBIO: Facultativo especialista en Oftalmología del Hospital Universitario Miguel Servet, y profesora asociada de la Universidad de Zaragoza.
- ELENA GARCÍA MARTÍN: Facultativo especialista en Oftalmología del Hospital Universitario Miguel Servet, y profesora asociada de la Universidad de Zaragoza.

**Facultad de Medicina
Grado de Medicina
Curso 2019/2020**



Universidad Zaragoza



ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT.....	2
3. ABREVIATURAS.....	3
4. INTRODUCCIÓN	4
4.1 GLAUCOMA:	4
4.2 PRUEBAS DIAGNÓSTICAS EN EL GLAUCOMA	5
4.2.I. PRUEBAS ESTRUCTURALES EN EL GLAUCOMA	6
4.2.I.1 TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA Y PROTOCOLO DE LA MÍNIMA ANCHURA DEL ANILLO NEURORRETINIANO	7
4.2.II. PRUEBAS FUNCIONALES EN EL GLAUCOMA	10
4.3 TRATAMIENTO DEL GLAUCOMA	11
4.4 MIOPIA Y GLAUCOMA	12
5. JUSTIFICACION DEL TEMA	14
6. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	14
7. METODOLOGÍA.....	15
7.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	15
7.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN	16
7.3. EXTRACCION DE DATOS.....	16
8. RESULTADOS	18
9. DISCUSION.....	23
10. CONCLUSIONES.....	24
11. BIBLIOGRAFÍA	25

1. RESUMEN

OBJETIVO: Dado que la miopía es un factor de riesgo para el glaucoma y el estudio del paciente miope resulta a menudo complicado por las frecuentes alteraciones en la morfología del disco óptico; este trabajo se propuso para determinar mediante una revisión bibliográfica del tema si el nuevo protocolo de la tomografía de coherencia óptica (OCT) de análisis de la mínima anchura del anillo neuroretiniano (apertura de la membrana de Bruch- mínima anchura del anillo, por sus siglas en inglés BMO-MRW) ofrece alguna ventaja frente al protocolo tradicional de análisis de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR) peripapilar en el diagnóstico de glaucoma en el paciente miope con papila atípica.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se realizó una revisión bibliográfica consultando las principales bases de datos (PubMed y Cochrane) entre enero y mayo de 2020. Tras seleccionar los artículos más relevantes, se compararon los resultados obtenidos por los diferentes autores utilizando estos protocolos de OCT en el estudio de papilas atípicas tanto en pacientes miopes sanos, como en pacientes miopes con glaucoma. Se analizó también la relación existente entre la miopía y el glaucoma.

RESULTADOS: Se observó una relación clara entre la miopía y el glaucoma, que ha sido ampliamente demostrada en la literatura. En general, se encontró que el protocolo BMO-MRW presenta ventajas frente al tradicional de CFNR, especialmente en miopes con papilas atípicas. Otro parámetro de OCT similar, el área mínima del anillo neuroretiniano (BMO-MRA), también parece tener una buena rentabilidad diagnóstica en este perfil de pacientes frente al análisis de CFNR peripapilar.

CONCLUSIONES: El nuevo protocolo BMO-MRW ofrece ventajas frente al protocolo de análisis de CFNR peripapilar, en papilas atípicas miópicas. El parámetro BMO-MRW corregido por el tamaño, o el parámetro BMO-MRA; son los parámetros de OCT que presentan mayor capacidad diagnóstica en el estudio de glaucoma en pacientes miopes con papilas atípicas.

PALABRAS CLAVE: “miopía”, “glaucoma”, “BMO-MRW”, “OCT”, “CFNR”

2. ABSTRACT

OBJECTIVE: Since myopia is a risk factor for glaucoma, and the study of myopic patients is often complicated by frequent changes in the morphology of the optic disc; we set out to determine, by means of a bibliographic review, whether the new protocol “Bruch membrane opening-minimum ring width” (BMO-MRW) of the optical coherence tomography (OCT) offers some advantage over the traditional peripapillary retinal nerve fiber layer (RNFL) protocol.

MATERIAL AND METHODS: A bibliographic review was performed consulting the main databases (PubMed and Cochrane) between January and May 2020. After selecting the most relevant articles, we compared the results obtained by different authors using these OCT protocols in the study of atypical optic discs (both in healthy myopic patients and in glaucoma myopic patients). The relationship between myopia and glaucoma was also analyzed.

RESULTS: A clear relationship between myopia and glaucoma was observed, which has been widely demonstrated in the literature. In general, we found that the BMO-MRW protocol have advantages over the traditional RNFL protocol, especially in myopic patients with atypical discs. Another similar OCT parameter, the minimum area of the neuroretinal ring (BMO-MRA), also seems to have a good diagnostic capability in these patients compared to the peripapillary RNFL analysis.

CONCLUSIONS: The new BMO-MRW protocol offers advantages over the peripapillary RNFL protocol in myopic atypical optic nerve head. The BMO-MRW parameter corrected by size, or the BMO-MRA parameter; are the OCT parameters that present the greatest diagnostic ability in the study of glaucoma in myopic patients with atypical discs. The different distribution of the RNFL in myopic patients, and the morphometric alterations of the myopic optic disc; difficult its evaluation by OCT, so it is necessary to continue investigating new diagnostic methods.

KEY WORDS: “Glaucoma”, “myopia”, “BMO-MRW”, “OCT”, “CFNR”

3. ABREVIATURAS

PIO: Presión Intraocular

GPAA: Glaucoma Primario Ángulo Abierto

GPAC: Glaucoma Primario Ángulo Cerrado

OMS: Organización Mundial de la Salud

CFNR: Capa de Fibras Nerviosas de la Retina

AV: Agudeza Visual

OCT: Tomografía de Coherencia Óptica

HRT: tomógrafo de retina de Heidelberg

BMO-MRW: Apertura de Membrana de Bruch- Mínima Anchura del Anillo.

BMO-MRA: Apertura de la membrana de Bruch-Mínima área del anillo

EGS: Sociedad Europea de Glaucoma

TLA: Trabeculoplastia Láser Árgón

CEICA: Comité de Ética Clínica Regional de Aragón

GHT: Prueba de hemiscampo para glaucoma

SITA: Algoritmo de umbral interactivo Sueco

TD-OCT: OCT Dominio Temporal

SD-OCT: OCT Dominio Espectral

SS-OCT: OCT Fuente Barrida

APS: Sistema de Posicionamiento Anatómico

BMO: Apertura de la Membrana de Bruch

ANR: Anillo Neuroretiniano

CNO: Cabeza del Nervio Óptico

ILM: Membrana Limitante Interna

AUC: Área bajo la curva

DM: desviación media

GON: neuropatía óptica glaucomatosa

ANZRAG: Registro de Glaucoma Avanzado de Australia y Nueva Zelanda.

RS: Estudio de Rotterdam

LA: longitud axial

HTO: hipertensión ocular

4. INTRODUCCIÓN

4.1 GLAUCOMA:

El glaucoma es una neuropatía óptica que se da comúnmente por un aumento patológico de la presión intraocular (PIO), que se caracteriza por la pérdida progresiva de las fibras nerviosas del nervio óptico y cambios en su aspecto. Esto ocasiona una pérdida progresiva del campo visual y de la visión a medida que la lesión sobre el nervio óptico va avanzando.¹

Existen diferentes métodos para la clasificación de los glaucomas;

- Según la amplitud del ángulo iridocorneal: de ángulo abierto y ángulo cerrado;
- Según el origen: primario y secundario;
- Según el momento de aparición: congénito, juvenil o infantil, y del adulto.

Existen dos tipos de glaucoma que destacan por encima del resto por su frecuencia, el glaucoma primario de ángulo abierto (GPAA) y el glaucoma primario de ángulo cerrado (GPAC).

Los datos epidemiológicos proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), sitúan a esta enfermedad como la segunda causa más frecuente de ceguera irreversible. Su incidencia aumenta con la edad, afectando al 2% de la población mayor de 40 años y al 5% en mayores de 60 años.^{2,3}

El diagnóstico temprano de esta patología es muy importante para evitar daños permanentes sobre el nervio óptico y todas las consecuencias derivadas de ello (pérdida de agudeza y campo visuales). Como es una enfermedad mayormente asintomática, es común que los pacientes, cuando acuden a consulta, presenten fases muy avanzadas de esta patología. Por este motivo resulta óptimo que aquellas personas que presenten factores de riesgo, se realicen revisiones periódicas. Los factores de riesgo más comunes serían la PIO elevada (> 21 mm Hg), antecedentes familiares, edad (> 40 años), raza, diabetes o miopía.³

Los síntomas más habituales son la pérdida progresiva del campo visual (empezando por las zonas más periféricas, hasta llegar a afectar a la visión central), halos de luz o colores alrededor de las luces brillantes, dolor de cabeza o dolor ocular y náuseas o vómitos (estos últimos típicos del ataque agudo de cierre angular). Pero como hemos mencionado antes, lo más habitual es que curse de forma asintomática.

La medición de la PIO es una de las actividades que se realizan de rutina para el cribado de glaucoma. Esta presión varía según el equilibrio que existe entre la producción de humor acuoso y su posterior drenaje (Figura 1).

Éste es producido en el cuerpo ciliar por el epitelio de la *pars plicata* y recorre el ojo a través de la pupila desde la cámara posterior hasta la cámara anterior, y desde este punto se drenará por la malla trabecular (90%) y por la vía úveoescleral (10%).^{4,5}

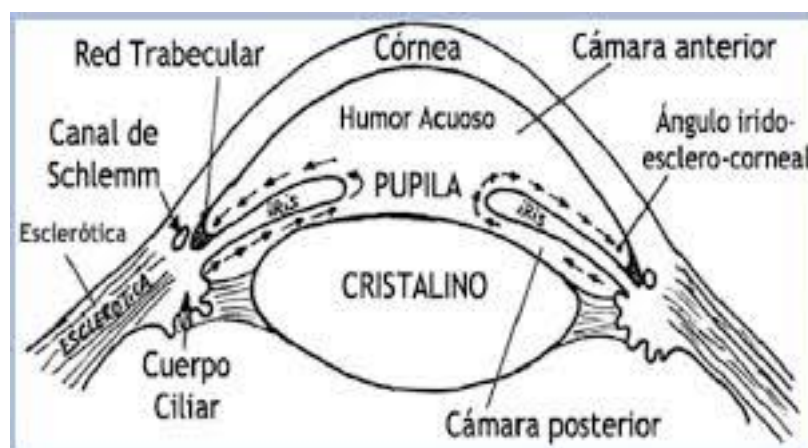


Figura 1: Representación de la producción y drenaje del humor acuoso²

4.2 PRUEBAS DIAGNÓSTICAS EN EL GLAUCOMA

Para poder realizar el diagnóstico de glaucoma, primero debemos sospechar de su existencia y luego realizar una serie de pruebas tanto estructurales como funcionales. En las estructurales se evalúa el estado de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR), que se corresponde con los axones de las células ganglionares; y la

anatomía del nervio óptico. Dentro de las pruebas funcionales se evalúa la agudeza visual (AV), la sensibilidad al contraste y el campo visual, entre otras.^{3,6}

Para que se pueda comprender de mejor forma en que consisten estas pruebas, se procede a explicar las estructuras básicas del fondo de ojo mediante la siguiente imagen:

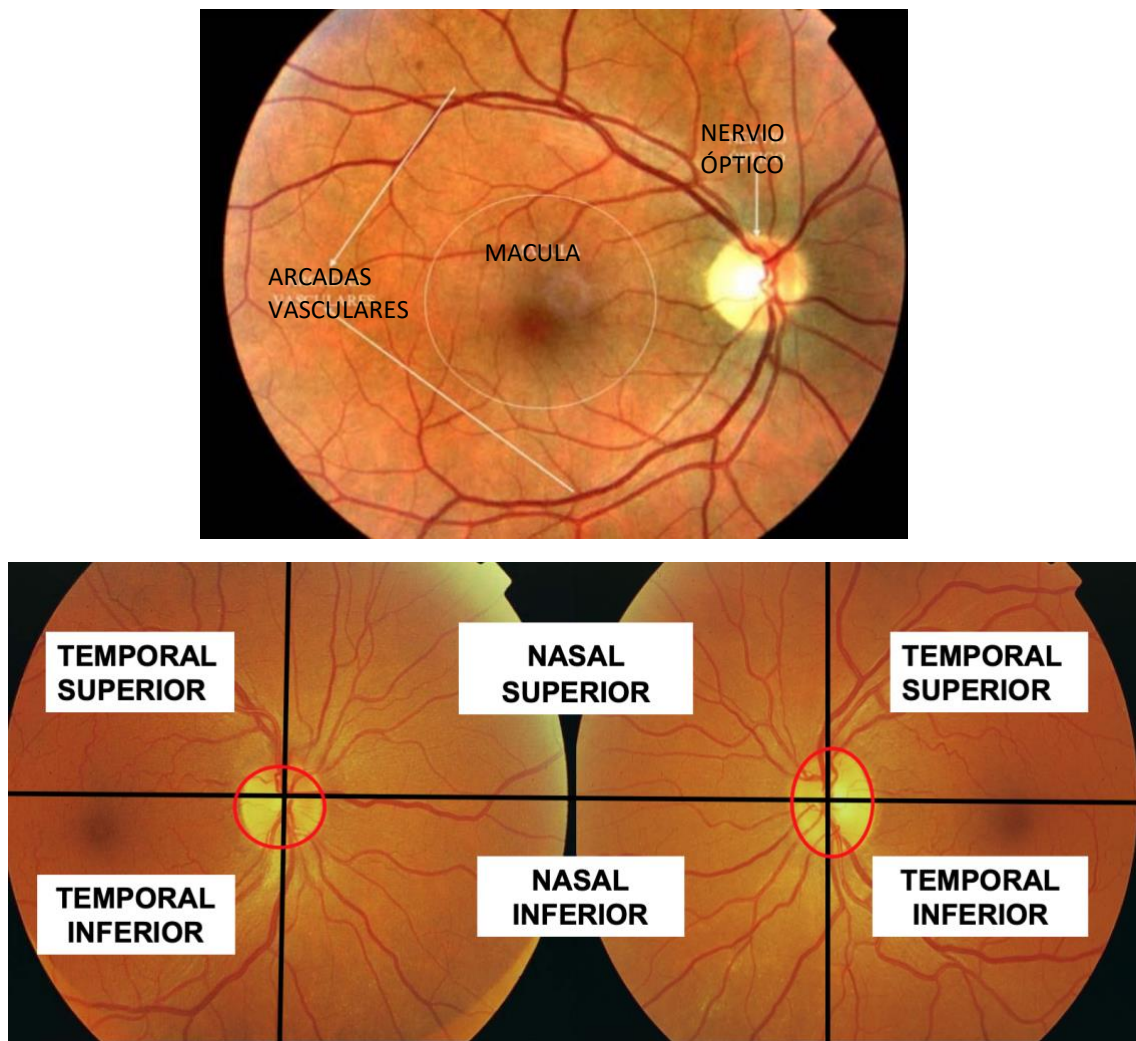


Figura 2. Visualización y explicación de las estructuras del fondo de ojo⁷

4.2.I. PRUEBAS ESTRUCTURALES EN EL GLAUCOMA

Existen diferentes pruebas de imagen que permiten un análisis objetivo del nervio óptico y la CFNR brindando parámetros cuantitativos. Estos aparatos de imagen son:

- Tomografía de coherencia óptica (OCT): se fundamenta en la interferometría de baja coherencia.
- Heidelberg Retinal Tomograph (HRT): láser confocal de barrido.
- GDx o polarímetro láser: se basa en la polarimetría láser de barrido.

Estas pruebas cotejan los datos obtenidos de un paciente potencial con bases de datos obtenidas a partir de sujetos sanos con sus mismas características (edad, sexo y raza), con lo que podemos observar si los datos registrados del paciente evaluado están dentro de la normalidad o no. Estas técnicas de imagen también pueden usarse para lograr un seguimiento de los posibles cambios de la papila y de la CFNR en los pacientes, comparando los resultados actuales del paciente con otros anteriores del mismo sujeto, lo que permite que seamos capaces de descubrir una progresión o empeoramiento de esta patología.^{1,3}

4.2.I.1 TOMOGRAFÍA DE COHERENCIA ÓPTICA Y PROTOCOLO DE LA MÍNIMA ANCHURA DEL ANILLO NEURORRETINIANO

La OCT es una de las herramientas más usadas para el diagnóstico estructural en los pacientes con glaucoma. Estos pacientes desarrollan cambios característicos, como la pérdida de grosor de la CFNR, adelgazamiento del borde neurorretiniano o aumento de la profundidad de la excavación (incluso antes de experimentar defectos en el campo visual). Se ha demostrado que una evaluación precisa de la CFNR es clave para diagnosticar y controlar el glaucoma⁸. La CFNR se mide mediante la OCT, una tecnología no invasiva, basada en la interferometría de baja coherencia, que produce imágenes de cortes transversales de alta resolución de tejido biológico. La evaluación de la CFNR peripapilar se usa ampliamente para describir información objetiva y confiable sobre el daño del nervio óptico glaucomatoso. Existen diferentes tipos de OCT, basados en su mecanismo de funcionamiento:

- OCT de dominio tiempo (TD-OCT), imagen seccional mediante la medición del tiempo de retardo del eco y la intensidad reflejada y dispersada de la luz.
- OCT de dominio espectral (SD-OCT), adquiere toda la información sin exploración axial a través del tejido.
- Y la más reciente, la de fuente barrido o “swept source” (SS-OCT): la fuente de luz ya está dividida en un espectro a través de un láser sintonizable, por lo que no es necesario un espectrómetro. La adquisición de datos es mucho más rápida y da una imagen mucho más clara.

La SD-OCT Spectralis es una plataforma de diagnóstico por imágenes ampliable que combina imágenes de fondo de escaneo láser con OCT de alta resolución.

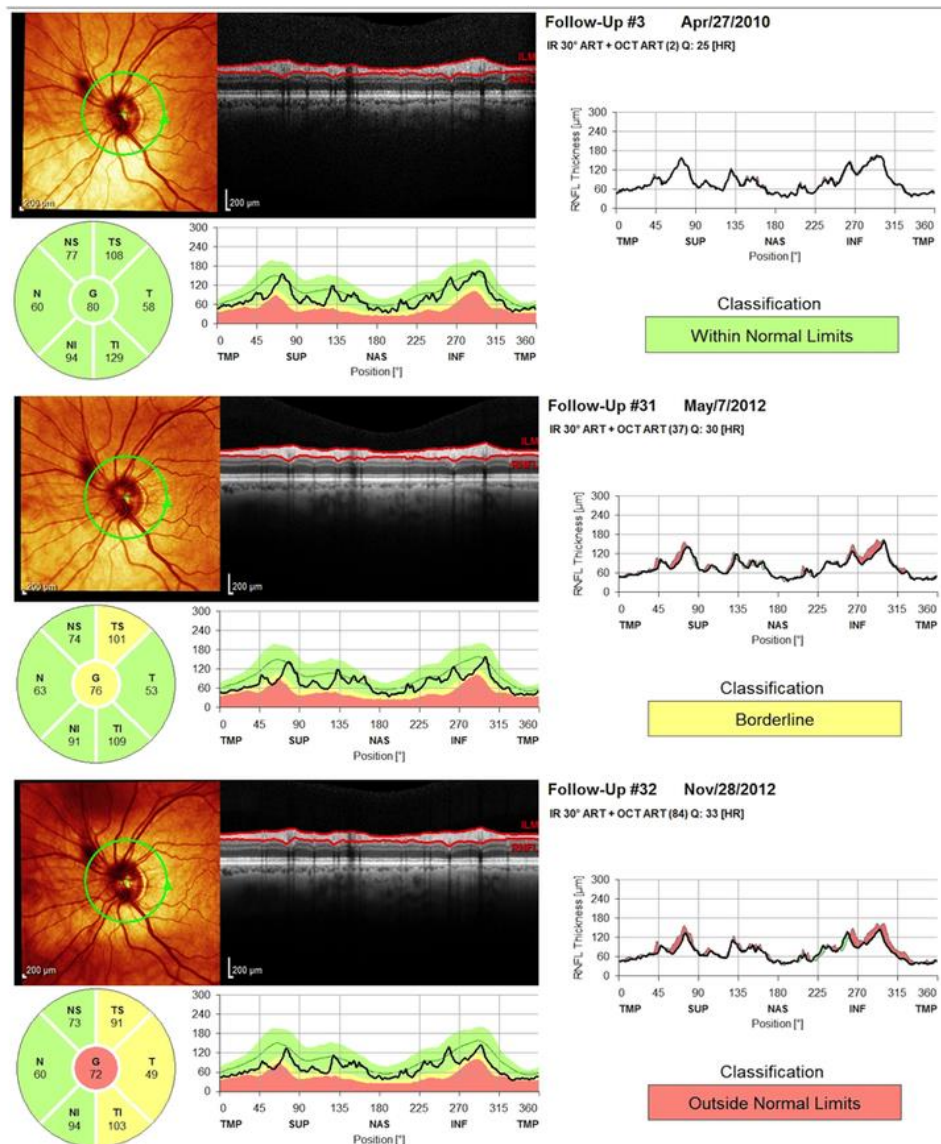


Figura 3. Informe de seguimiento obtenido mediante la SD-OCT Spectralis. Se trata de un ojo izquierdo de un paciente con glaucoma que fue seguido durante 2 años. El informe de cambios muestra la pérdida progresiva de la capa de fibras nerviosas retiniana.⁸

Recientemente, se ha propuesto un nuevo parámetro: la apertura de la membrana de Bruch-mínima anchura del anillo (BMO-MRW). El BMO-MRW mide la distancia mínima desde la apertura interna de la membrana de Bruch hasta la membrana limitante interna (ILM). Utiliza bordes estables y ofrece una evaluación geométrica más precisa

del tejido del borde neurorretiniano que la simple observación del fondo de ojo realizada por un oftalmólogo. La referencia anatómica de la BMO parece mantenerse estable en el tiempo y, por lo tanto, puede usarse como punto de referencia⁹.

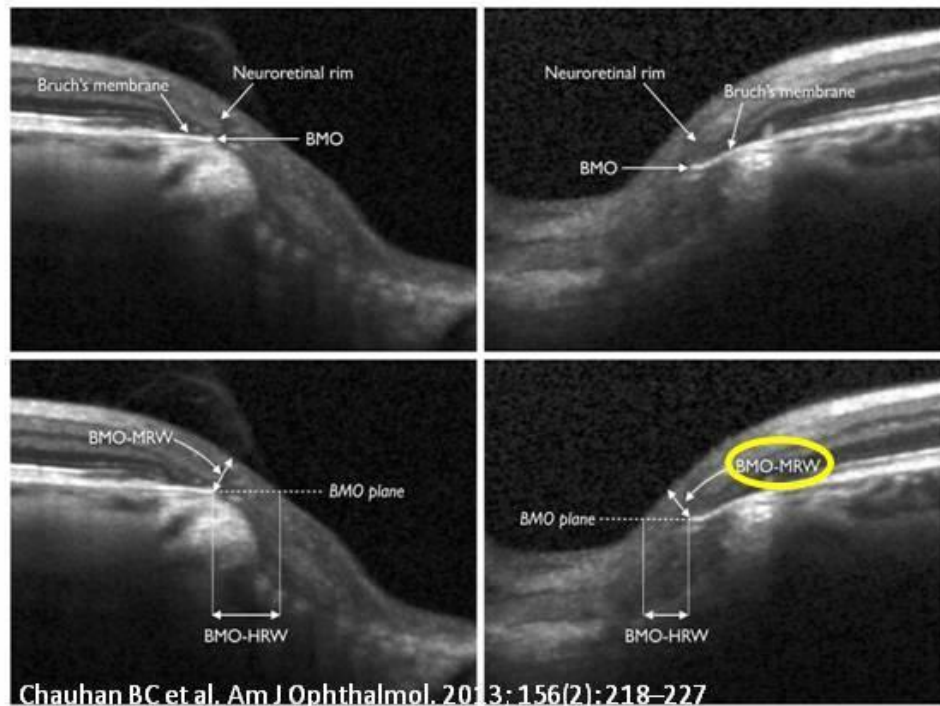


Figura 4: Detalle anatómico del parámetro "BMO-MRW"⁹

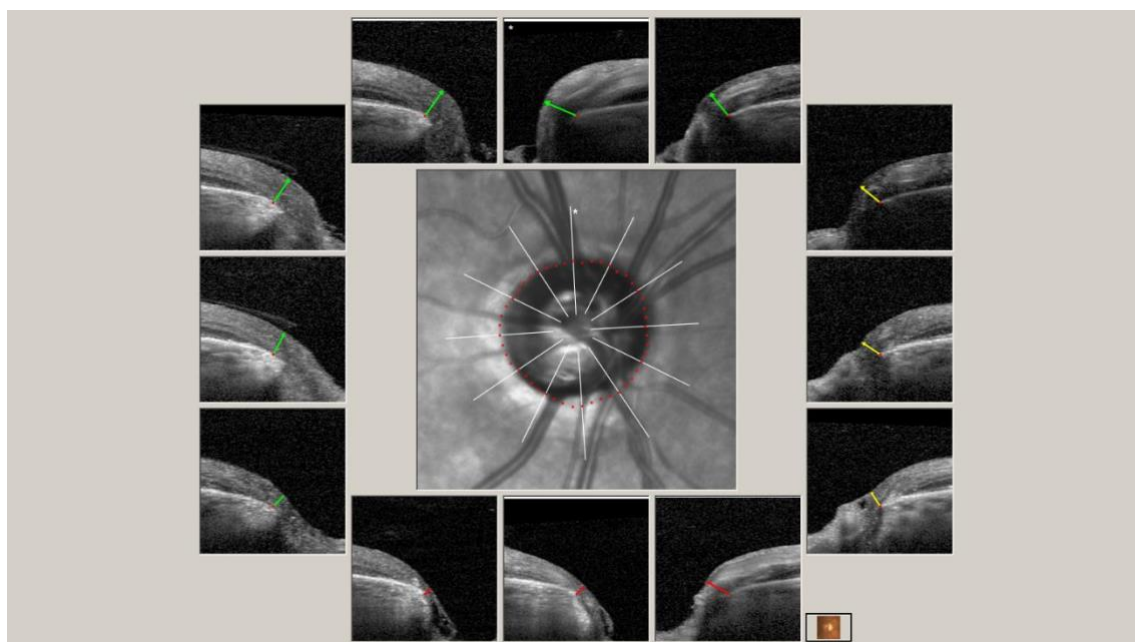


Figura 5: Medida parámetro "BMO-MRW"⁹

Otro de los parámetros que podemos obtener mediante la SD-OCT Spectralis es la Apertura de la membrana de Bruch-mínima área del anillo (BMO- MRA): es un nuevo parámetro bidimensional del área mínima del anillo neuroretiniano. Se ha comprobado que iguala el poder diagnóstico para el glaucoma con respecto a otros parámetros.¹⁰

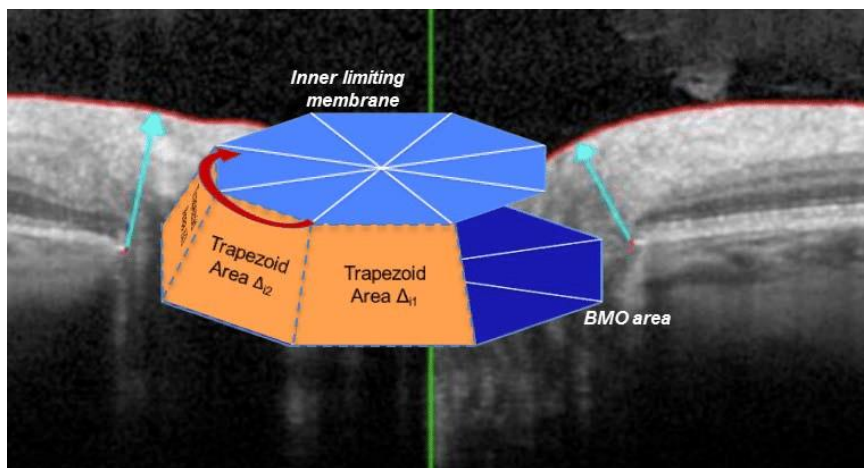


Figura 6. Ejemplo de imagen conseguida para el cálculo de la Apertura de la membrana de Bruch-mínima área del anillo (BMO-MRA) mediante SD-OCT Spectralis.¹⁰

4.2.II. PRUEBAS FUNCIONALES EN EL GLAUCOMA

Este tipo de pruebas se utilizan para evaluar la AV, el campo visual o la sensibilidad al contraste (figura 7). La AV podemos definirla como la capacidad para diferenciar los detalles de un objeto. Para saber su valor se usan optotipos, entre los que destacan los optotipos de Snellen, puesto que son los más populares y otros como la C de Landolt o los símbolos de Lea para medir la AV en niños¹¹.

Uno de los puntos clave en esta serie de evaluaciones funcionales, muy importante en pacientes con glaucoma, es la exploración de los campos visuales. Se suele utilizar en la práctica clínica la perimetría computarizada. Según pautas de la Sociedad Europea de Glaucoma (EGS), se considera que un campo visual tiene un daño glaucomatoso significativo cuando se dan al menos uno de estos dos casos: el test del hemicampo de glaucoma (GHT) resulta anormal, en dos exploraciones consecutivas; o bien aparecen 3 o más puntos contiguos confirmados en dos exploraciones seguidas, con probabilidad

$p < 5\%$ de ser normales y uno de ellos con $p < 1\%$, en una localización sugestiva del campo visual, sin ser ninguno de los puntos contiguos a la mancha ciega⁹.

La perimetría computarizada también permite hacer un seguimiento para evaluar si existe progresión campimétrica patológica^{1, 3}. Los campímetros incluyen paquetes estadísticos que, en función del resultado, ofrecen índices que reflejan el daño campimétrico y son capaces de calcular la probabilidad de progresión a partir de un número mínimo de campos realizados³.

La sensibilidad al contraste, también se ve afectada en los pacientes con glaucoma, y se puede evaluar fácilmente en la consulta mediante algunos tests como el Pelli Robson (figura 7) o el CSV-1000E.



Figura 7: Test de Pelli-Robson que evalúa la sensibilidad al contraste³.

4.3 TRATAMIENTO DEL GLAUCOMA

El tratamiento médico es el primer escalón terapéutico y se aplica vía tópica mediante colirios.

El mecanismo de acción de estos fármacos es disminuyendo la producción de humor acuoso, o bien aumentando su drenaje. De ambas formas, el objetivo de estos fármacos es la disminución de la PIO. Estos fármacos se clasifican según su principio activo y en función de este, existen cuatro tipos: los análogos de las prostaglandinas, betabloqueantes, alfa-agonistas y los inhibidores de la anhidrasa carbónica. Además, existen combinaciones de varios principios activos^{12,13}.

Si el tratamiento médico no es eficaz, se procede a utilizar la cirugía y/o el láser. En ambos casos se pretende también disminuir la PIO, aumentando el drenaje de humor acuoso. La técnica quirúrgica clásica y una de las más empleadas es la trabeculectomía. En esta técnica se realiza una fístula que comunica la cámara anterior del ojo con el espacio subconjuntival, permitiendo la salida del humor acuoso a su través. El drenaje del humor acuoso por debajo de la conjuntiva conforma la llamada “ampolla de filtración”. Otra alternativa a los fármacos es el tratamiento láser, fundamentalmente la Trabeculoplastia Láser Árgón (TLA) para aumentar la filtración a través de la malla trabecular en el GPAA; y el láser Nd-YAG con el que se pueden realizar iridectomías que comuniquen la cámara anterior con la cámara posterior del ojo en el GPAC¹².

4.4 MIOPÍA Y GLAUCOMA

Para poder relacionar estos dos conceptos debemos saber en qué consiste cada uno de ellos. Ya hemos definido glaucoma, con lo que ahora procederemos a hacer lo mismo con la miopía.

La miopía es un defecto de refracción del ojo en el cual las imágenes convergen en un punto focal situado delante de la retina, en lugar de converger en la misma.

Los diferentes tipos de miopía se pueden clasificar de la siguiente forma:

- **Miopía simple:** la evolución de la graduación es hasta los 25 años de edad y no sobrepasa las 6 dioptrías.
- **Miopía patológica, miopía magna o miopía progresiva:** es un tipo de miopía que no para de evolucionar con la edad y sobrepasa las dioptrías de la anterior. Está causada por una alteración en el desarrollo del segmento posterior del ojo, que pueden llevar al desarrollo de alteraciones como la atrofia coriorretiniana, la maculopatía miópica y el desprendimiento de retina¹⁴.

Los cambios en la cabeza del nervio óptico (CNO), están asociados con la progresión de la miopía y, a su vez, parece que podrían predisponer al glaucoma. Algunos de estos cambios son: la presencia de áreas de atrofia peripapilar, tamaños de disco extremos (grandes o pequeños), papilas de inserción oblicua, o una disposición atípica de los grandes vasos de la CNO. Al mismo tiempo, estas deformaciones de la CNO también dificultan la evaluación estructural del anillo neuroretiniano y del cociente excavación/papila. Puesto que las técnicas diagnósticas que tenemos (como el OCT de análisis de CFNR peripapilar) pueden inducirnos a error en los pacientes miopes (con una alta frecuencia de falsos positivos en las OCT de análisis de la CFNR peripapilar), son necesarios nuevos métodos de diagnóstico estructural que permitan evaluar el nervio óptico atípico que presentan a menudo los pacientes miopes.¹⁴



*Figura 8. Comparación entre un nervio óptico normal (izquierda) y un nervio óptico miope atípico (derecha). Podemos apreciar diferencias como la atrofia peripapilar, el aumento de tamaño de la papila, así como la irregularidad de la misma.*¹⁵

Así mismo, no es infrecuente encontrar defectos en el campo visual en el paciente miope que mimeticen los defectos glaucomatosos, debido a las áreas de atrofia peripapilar y al adelgazamiento de la CFNR.^{16,17}

La causa de la susceptibilidad mayor de los miopes a padecer un glaucoma no es del todo conocida. Se postula que, por un lado, la elongación axial del ojo miope y los cambios biomecánicos asociados que se producen en el polo posterior, predispondrían a los axones de las células ganglionares a sufrir un daño. Además, esta elongación produciría entre otras cosas un adelgazamiento de las paredes del globo ocular, incluyendo la esclera; y también supondría un adelgazamiento de algunas capas de la retina (como la CFNR). Por último, el ojo miope, también presenta un adelgazamiento y atenuación del plexo capilar peripapilar responsable del aporte de sangre a la CNO, lo que también se ha relacionado con una mayor predisposición al daño glaucomatoso.¹⁸

5. JUSTIFICACION DEL TEMA

Dado que la miopía es un factor de riesgo para desarrollar glaucoma, y que el diagnóstico del glaucoma en miopes supone un reto debido a la frecuente morfología atípica que presenta el nervio óptico en los miopes; este trabajo se propone determinar mediante una revisión bibliográfica del tema si el nuevo protocolo de OCT BMO-MRW ofrece alguna ventaja frente al protocolo tradicional de análisis de CFNR peripapilar en el diagnóstico de glaucoma en el paciente miope con papila atípica.

6. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Nuestra hipótesis sería que el análisis del anillo neuroretiniano mediante el nuevo protocolo de OCT BMO-MRW, presenta una mayor capacidad diagnóstica para identificar glaucoma en pacientes miopes con papilas atípicas, frente al examen de OCT de CFNR peripapilar usado hasta el momento.

El **objetivo principal** de este trabajo es determinar si el nuevo protocolo de OCT BMO-MRW ofrece alguna ventaja frente al protocolo tradicional de análisis de CFNR peripapilar en el diagnóstico de glaucoma en el paciente miope.

Entre los **objetivos secundarios** se encuentran:

- Analizar los resultados obtenidos en diferentes estudios publicados, con el protocolo de OCT BMO-MRW, y con el protocolo clásico de análisis de CFNR peripapilar en pacientes miopes sanos.
- Analizar cuál de los principales parámetros obtenidos con OCT, podría resultar más útil para el diagnóstico y seguimiento de glaucoma en pacientes miopes, en base a la literatura publicada.
- Analizar cuáles son las limitaciones de estos protocolos de OCT en papilas miopes especialmente atípicas, y las principales fuentes de error.

7. METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión bibliográfica consultando las principales bases de datos y revistas biomédicas en un periodo comprendido entre enero del 2020 hasta mayo del 2020.

7.1. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

En primer lugar se investigó en la base de datos biomédica PubMed y en Cochrane, en todos los casos con las palabras clave en inglés.

Se utilizó el operador booleano “AND” para relacionar las palabras clave en los buscadores, asociando “myopia” con “glaucoma” en la primera búsqueda y “OCT” con “myopia”, así como “glaucoma” con “BMO-MRW” y “myopia” con “BMO-MRW”, tanto en Pubmed como en Cochrane.

No se estableció ninguna restricción en las fechas de publicación de los artículos, ya que el protocolo BMO-MRW del SD-OCT Spectralis es un instrumento que se ha desarrollado muy recientemente y por ello todos los estudios que se han realizado sobre él también lo son. Por ello, tampoco se han especificado factores como la edad, género o la raza del paciente.

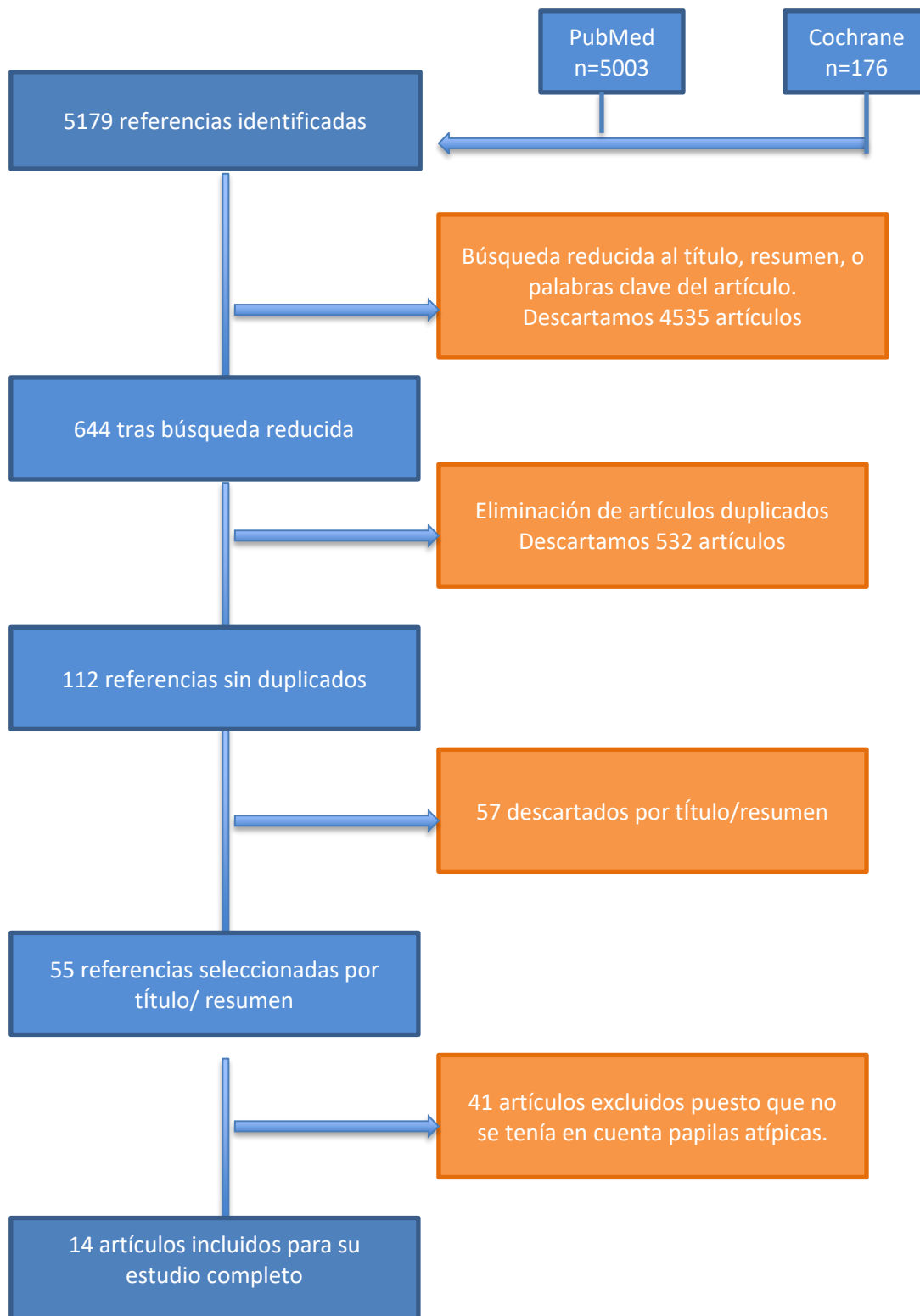
7.2. CRITERIOS DE INCLUSIÓN/EXCLUSIÓN

Todos los artículos incluidos están revisados individualmente para determinar su validez para este estudio:

- Se han incluido los artículos en los que se comparara el OCT de CFNR peripapilar clásico frente al protocolo de análisis del anillo, conocido como BMO-MRW en los pacientes con miopía y glaucoma.
- Se han excluido los artículos en los que los pacientes no presentaran miopía o presentaran otras patologías retinianas o generales con repercusión en el fondo de ojo, y aquellos que incluyeran pacientes con una papila óptica normal.

7.3. EXTRACCION DE DATOS

Se encontraron 5179 artículos relacionados con los temas propuestos, de los cuales se seleccionaron finalmente 14. Para su selección se centró la búsqueda de las palabras clave en el título, resumen o palabras clave del artículo y se realizó un filtrado para asegurarse que las pruebas estaban realizadas en humanos y los artículos escritos en inglés o español. A partir de ahí se hizo una selección más precisa estudiando los títulos y resúmenes de los artículos y, en caso de que fuera necesario, el texto completo. Todo esto se puede ver de forma más gráfica en el siguiente diagrama de flujo (Figura 9).



METODOLOGÍA DE BÚSQUEDA

1. GLAUCOMA "AND" MYOPIA
2. OCT "AND" BMO
3. OCT "AND" MYOPIA
4. BMO "AND" GLAUCOMA
5. BMO "AND" MYOPIA

8. RESULTADOS

Se encontraron finalmente 14 artículos, de los cuales 4 relacionan la miopía con el glaucoma y los otros 10 el protocolo BMO-MRW con la miopía y el glaucoma.

En estas tablas se muestran los diferentes estudios, algunos enfocados a relacionar la miopía y el glaucoma (Tabla 1) y otros estudian el protocolo de OCT BMO-MRW con la miopía y el glaucoma (Tabla 2).

ESTUDIO	PARTICIPANTES	OBJETIVO	RESULTADOS
JONAS J.B. ET AL.¹⁹	519 ojos (262 individuos) con una edad media de 66,0 +/- 14,3 años (rango:13-89 años) y una longitud axial media de 29 +/- 2,2 mm (rango: 23,2 – 35,3 mm)	Examinar la prevalencia de la neuropatía óptica glaucomatosa (GON) en un grupo de pacientes desde la miopía media a altamente miopes.	El aumento del alargamiento axial se asocia con una mayor prevalencia de GON (prevalencia media: 28,1% en una población de estudio de miopía media a alta)
MARCUS M.W. ET AL.²⁰	Trece estudios con 48161 individuos (revisión)	Determinar la asociación entre miopía y el GPAA.	Las personas con miopía tienen un mayor riesgo de desarrollar GPAA.
IGLESIAS A.L. ET AL.²¹	Metaanálisis de dos estudios: el ANZRAG que comprende 798 casos con controles de 1992; y el RS, un estudio con 11.097 participantes	Determinar las correlaciones genéticas entre la miopía común y el GPAA.	No se encuentra evidencia para apoyar una superposición genética entre la miopía y el GPAA. Los resultados sugieren que la comorbilidad de estas enfermedades no está influenciada por variantes genéticas comunes.
Chansangpetch S. ET AL.²²	66 ojos con GPAA (33 miopía, 33 no miopía) y 66 ojos sanos (33 miopía, 33 no miopía).	Se evalúa el impacto de la miopía en las propiedades biomecánicas de la córnea en pacientes con GPAA y pacientes sin glaucoma.	Las diferencias en los parámetros biomecánicos corneales sugieren que la miopía se correlaciona con una rigidez ocular significativamente menor.

Tabla 1. Artículos que relacionan glaucoma y miopía. Abreviaturas: GON (por sus siglas en inglés) neuropatía óptica glaucomatosa. ANZRAG: Registro de Glaucoma Avanzado de Australia y Nueva Zelanda. RS: Estudio de Rotterdam. GPAA: Glaucoma Primario de ángulo abierto.

ESTUDIO	PARTICIPANTES	OBJETIVO	RESULTADO
ZHENG F. ET AL ²³	500 ojos de 315 participantes: 212 ojos con miopía alta (LA \geq 26 mm) de 80 pacientes con glaucoma y 60 individuos sanos; y 288 ojos con miopía no alta (LA, <26 mm) de 96 pacientes con glaucoma y 88 individuos sanos.	Determinar la localización de la referencia anatómica de la apertura de la membrana de Bruch (BMO) en pacientes con glaucoma y sanos con y sin miopía alta; e investigar los factores que contribuyen a que la BMO no se pueda identificar correctamente.	Una proporción significativa de ojos miopes altos tienen BMO indiscernible en los meridianos temporal, superotemporal e inferotemporal del disco óptico, lo que puede comprometer la medición del borde neurorretiniano en la evaluación diagnóstica del glaucoma.
SASTRE IBAÑEZ M. ET AL ²⁴	65 sujetos sanos, 37 con errores de refracción esféricos en el rango de -3 a -6 D y 28 con menos de -3 D.	Evaluar si el nuevo software de análisis del borde neurorretiniano (BMO-MRW) con SD-OCT muestra ventajas sobre el análisis del grosor de la CFNR peripapilar en pacientes con miopía moderada.	El análisis de anillo basado en mediciones de BMO-MRW muestra una tasa más baja de falsos positivos en comparación con el grosor de la CFNR peripapilar al estudiar ojos miopes moderados sanos, con lo que sería aconsejable tener esto en cuenta al analizar .
PARK D.Y. ET AL ²⁵	Se analizaron 24 ojos sanos y 136 ojos con glaucoma normotensivo.	Se evaluó la aplicabilidad de la regla ISNT** utilizando el protocolo BMO-MRW en ojos sanos y en ojos con glaucoma normotensivo, frente a las retinografías de disco óptico convencionales.	La aplicación de la regla ISNT usando BMO-MRW muestra superioridad en la distinción entre discos ópticos sanos y glaucomatosos en comparación con las fotografías de discos.
HYUN-KYUNG CHO ET AL ²⁶	106 ojos (de 106 sujetos) que muestran una clasificación normal de BMO-MRW pero un examen de CFNR anormal	Investigar las características clínicas de los pacientes que muestran discrepancias entre el protocolo BMO-MRW y el protocolo de análisis de la CFNR. También se inspeccionó la correlación con el campo visual.	La diferente distribución de los espesores de la CFNR peripapilar que presentan los discos ópticos en miopes, o las papilas grandes, dando lugar a clasificaciones anormales; pueden mostrar una clasificación normal de BMO-MRW. Estas discrepancias entre clasificaciones deben considerarse en el glaucoma temprano.

Philip Enders ET AL¹⁰	207 ojos de 207 participantes, incluidos 89 controles y 97 pacientes con glaucoma y 21 con hipertensión ocular (HTO), con un tamaño de disco <1,63 mm ² (pequeño) o > 2,43 mm ² (grande).	Evaluar el poder de diagnóstico del nuevo parámetro BMO-MRA en la SD-OCT para la detección de glaucoma en comparación con el BMO-MRW y la CFNR peripapilar en discos ópticos grandes y pequeños	Las mediciones del área mínima del anillo neuroretiniano (BMO-MRA) ofrecen ventajas en comparación con los parámetros unidimensionales que evalúan el borde neuroretiniano mediante SD-OCT (como el BMO-MRW). En ojos no glaucomatosos, los valores de BMO-MRA parecen comparables para la gama completa de tamaños de disco. El BMO-MRA supera a otros parámetros en el poder diagnóstico para el glaucoma.
RIZWAN MALIK ET AL²⁷	Pacientes miopes con glaucoma (n=56) y controles normales miopes (n=74).	Determinar si la evaluación del borde neuroretiniano basada en la BMO-MRW, en lugar de la evaluación convencional basada en el margen del disco óptico o en el grosor de la CFNR, muestra una mayor precisión diagnóstica en pacientes miopes con glaucoma.	El BMO-MRW es más sensible que la evaluación convencional del margen del disco óptico y es similar a la evaluación del grosor de la CFNR para la identificación de glaucoma en los ojos miopes y ofrece una valiosa herramienta de diagnóstico para pacientes con glaucoma con discos ópticos miopes.
Reznicek L ET AL²⁸	30 ojos derechos glaucomatosos de 30 pacientes y se compararon con 36 ojos derechos sanos de 36 individuos en el grupo de control.	Evaluar y comparar parámetros basados en la OCT, como BMO-MRW y el grosor de la CFNR en pacientes con glaucoma con defectos del campo visual, y correlacionar los resultados.	En un entorno clínico, el grosor de la CFNR y de la BMO-MRW se correlacionan de manera similar con la sensibilidad global del campo visual en pacientes con glaucoma. El parámetro BMO-MRW muestra correlaciones más altas con los resultados de la perimetría en pacientes miopes con glaucoma.

REBOLLEDA G ET AL²⁹	50 ojos sanos de 30 participantes con disco óptico inclinado	Investigar y comparar la clasificación diagnóstica de falsos positivos de BMO-MRW y grosor de la CFNR en ojos sanos con disco óptico inclinado.	El análisis BMO-MRW de OCT proporciona una especificidad significativamente mayor que la CFNR en el disco inclinado independientemente del error de refracción.
ZHENG F. ET AL³⁰	340 ojos de 137 pacientes con glaucoma y 87 individuos sanos, todos con LA ≤ 26 mm.	Se investigó las sensibilidades y especificidades de los diferentes criterios de diagnóstico basados en los informes de clasificación de OCT para la detección de glaucoma.	La CFNR superotemporal y / o inferotemporal por debajo del quinto percentil produce un mejor rendimiento diagnóstico para la detección de glaucoma con sensibilidades más altas que el parámetro BMO-MRW en ojos sin miopía alta.
ROBERT KROMER ET AL³¹	162 ojos de 81 pacientes sanos	Se propone un método para corregir el parámetro BMO-MRW utilizando el tamaño del disco óptico para una mayor precisión en las comparaciones interindividuales en futuros estudios.	Se demuestra la dependencia de BMO-MRW con el tamaño del nervio óptico. Además, se muestra la superioridad de BMO-MRW corregido utilizando el tamaño del disco proporcionado automáticamente para futuros estudios.

Tabla 2. Relacionando el parámetro BMO-MRW, miopía y glaucoma. Abreviaturas: BMO-MRA: apertura de la membrana de Bruch-mínima área del anillo. SD-OCT: tomografía de coherencia óptica de dominio espectral. LA: longitud axial. SD-OCT: tomografía de coherencia óptica de dominio espectral. BMO-MRW: apertura de la membrana de Bruch-mínima anchura del anillo. CFNR: capa de fibras nerviosas retiniana. HTO: hipertensión ocular

***La regla ISNT es una manera fácil de recordar cómo se supone que debe verse el nervio óptico en un ojo normal. Normalmente, el borde neuro-retiniano es más grueso en su parte Inferior, seguido de la zona superior, nasal, y más delgado en la parte Temporal. Una alteración en esta disposición nos debería hacer sospechar la presencia de glaucoma²⁵*

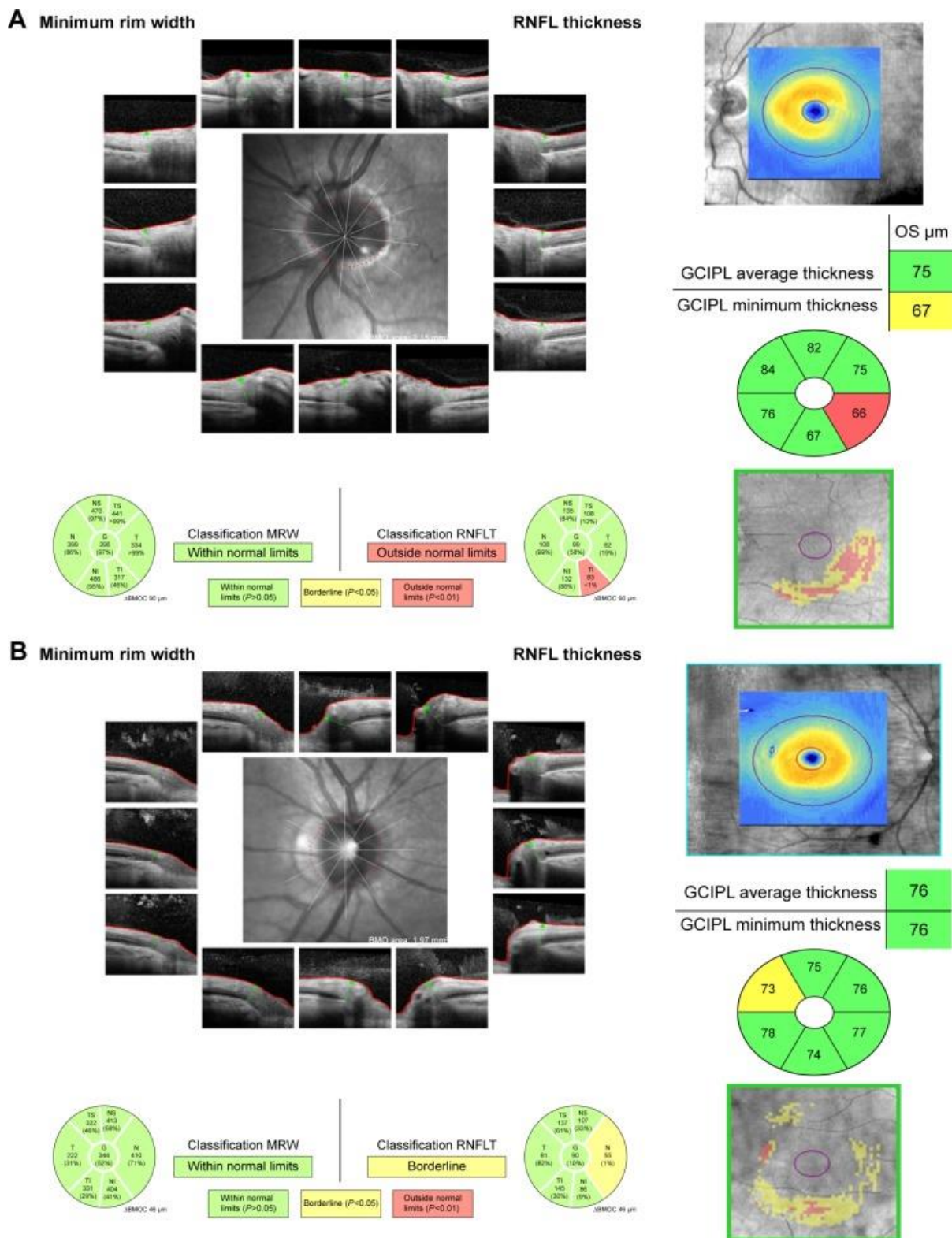


Figura 11. REBOLLEDA ET AL²⁹ Ejemplos (A y B) de resultados obtenidos con OCT en dos ojos de pacientes miopes sanos. En el estudio de la mínima anchura del anillo neurorretiniano (BMO-MRW) en ambos casos el resultados es normal. Sin embargo, el estudio del espesor de la capa de fibras nerviosas de la retina (CFNR o RNFL por sus siglas en inglés) y de la capa de células ganglionares junto con la limitante interna (GCIPL por sus siglas en inglés) se obtiene un resultado "patológico" (falso positivo). Se trata de papilas de inserción algo oblicua y con zonas de atrofia peripapilar donde es frecuente encontrar estos errores.²⁹

9. DISCUSION

Tras la revisión de los artículos anteriormente citados (Tabla 1), podemos observar que la miopía y el glaucoma están relacionados^{19,20}. El aumento la longitud axial se asocia con una mayor prevalencia de glaucoma, es decir, las personas con miopía tienen un mayor riesgo de desarrollar GPAA. Sin embargo, no se encuentra evidencia para apoyar una predisposición genética común entre la miopía y el GPAA.²¹

Por otro lado, según los artículos de la Tabla 2, el SD-OCT Spectralis permite una mejor visualización del nervio óptico profundo y su salida a través del canal escleral. La terminación (o apertura) de la membrana de Bruch (BMO), en la mayoría de los casos, es una referencia anatómica fácilmente identificable mediante OCT. Además de eso, los axones que componen el nervio óptico, tienen que salir del ojo pasando por la BMO, por lo que es la elección lógica como plano desde el cual medir el borde neurorretiniano.^{23,24,26}

Al medir la distancia mínima entre la BMO y la membrana limitante interna, mediante el protocolo BMO-MRW, podemos tener una mejor evaluación de la cantidad de anillo neurorretiniano, especialmente en los nervios ópticos inclinados con una inserción oblicua, de tamaños extremos, o con grandes zonas de atrofia peripapilar; situaciones que son habituales en individuos miopes.^{33,35} Se ha propuesto además, que una corrección del parámetro BMO-MRW en función del tamaño del nervio óptico podría mejorar su capacidad diagnóstica.³¹

El BMO-MRW se ha posicionado como un nuevo parámetro para la evaluación del disco óptico en el glaucoma y se está investigando activamente. Los estudios afirman que el protocolo BMO-MRW proporciona una alta precisión diagnóstica en el glaucoma y, para algunos autores, supera las mediciones de la CFNR peripapilar mediante OCT, especialmente en discos ópticos miopes donde son habituales los falsos positivos de la OCT de CFNR.^{27,29}

Una alternativa potencial al parámetro BMO-MRW podría ser el área del anillo calculada mediante OCT (BMO-MRA). Este parámetro que también se obtiene mediante el SD-OCT Spectralis describe la superficie mínima abarcada entre la BMO y la membrana limitante interna calculada como un trapecioide (ver Figura 6 previa); y podría superar al parámetro BMO-MRW cuando no está corregido por el tamaño del disco.³⁰

Algunas de las limitaciones que se encuentran en la evaluación del anillo neurorretiniano mediante el BMO-MRW son la dificultad de discernir la localización exacta de la BMO especialmente en las zonas temporales del disco óptico miope, y la conveniencia de ajustar el valor de BMO-MRW al tamaño del disco.^{30,31} Pese a ello, en general, se puede decir que el parámetro BMO-MRW muestra una superioridad (o al menos una igualdad para algunos autores) en cuanto a la capacidad diagnóstica frente

a la CFNR peripapilar, en el estudio de glaucoma en pacientes miopes con papilas atípicas; además de correlacionarse mejor que la CFNR con los valores de sensibilidad del campo visual.³⁹ Por otro lado, en papilas normales, no se evidencia una superioridad de BMO-MRW frente al protocolo de CFNR clásico.³⁰

10. CONCLUSIONES

- El nuevo protocolo de la SD-OCT Spectralis de análisis de la mínima anchura del anillo neurorretiniano (BMO-MRW) ofrece ventajas frente al protocolo de análisis de CFNR peripapilar, en papilas atípicas miópicas.
- Es habitual encontrar falsos positivos cuando evaluamos un paciente miope sano mediante el protocolo de OCT de CFNR peripapilar convencional, especialmente cuanto mayor es la miopía. Es también frecuente encontrar en el paciente miope sano, una exploración con BMO-MRW normal, y una exploración de CFNR peripapilar alterada (falso positivo).
- El parámetro BMO-MRW corregido por el tamaño, o el parámetro BMO-MRA; son los parámetros de OCT que presentan mayor capacidad diagnóstica en el estudio de glaucoma en pacientes miopes con papilas atípicas.
- La distribución diferente de la CFNR en el paciente miope, junto con las alteraciones morfológicas del disco óptico miópico; dificultan la evaluación mediante OCT, con lo que es necesario seguir investigando nuevos métodos que mejoren la rentabilidad diagnóstica y eviten los errores.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Bowling B. Kanski Oftalmología clínica un enfoque sistemático. 8a ed. Barcelona: Elsevier, 2016.
2. Admira Visión. Semana Mundial del Glaucoma 2018 #wggw2018. Barcelona, 12 de marzo 2018. Disponible en: <https://www.admiravision.es/es/responsabilidadsocial/wggw2018#.W3QWcV4zbIV>.
3. Martín Herranz R, Vecilla Antolínez G. Manual de Optometría. Madrid: Médica Panamericana, 2010.
4. Centro Oftalmológico Barraquer. Glaucoma. Barcelona, fecha desconocida. Disponible en: <https://www.barraquer.com/que-tratamos/glaucoma/>
5. BrightFocus Foundation. Signos y Síntomas del Glaucoma. Clarksburg (EEUU), fecha desconocida. Disponible en: <https://www.brightfocus.org/espanol/tipos-de-glaucoma/signos-y-sintomas>
6. Sociedad Española de Oftalmología. Diagnóstico de Glaucoma. Madrid, fecha desconocida. Disponible en: <https://www.oftalmoseo.com/patologias-frecuentes-2/diagnostico-de-glaucoma/>
7. RAHHAL clinica oftalmologica. Mácula ocular: qué es y qué función desempeña [Internet]. 2019. Disponible en: <https://www.rahhal.com/blog/macula-ocular-que-es-y-que-funcion-desempena/>
8. Quispe Fuentes JE, García López A, Ortega Santana JF. Correlación entre parámetros estructurales del nervio óptico: distancia mínima al borde BMO–MRW y promedio de capa de fibras nerviosas RNFL medido por tomografía de coherencia óptica en pacientes con daño campimétrico por glaucoma. Rev Mex Oftalmol. 2017;91(4):203–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mexoft.2016.05.001>
9. Artes PH. Effective Perimetry Zeiss Visual Field Primer, 4th Edition. Heijl, Bengtsson & Patella, 2012).
10. Enders P, Adler W, Schaub F, Hermann MM, Dietlein T, Cursiefen C, et al. Novel Bruch's Membrane Opening Minimum Rim Area Equalizes Disc Size Dependency and Offers High Diagnostic Power for Glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016;57(15):6596—603. Disponible en: <https://doi.org/10.1167/iovs.16-20561>

11. Furlan W, García Monreal J, Muñoz Escrivá L. Fundamentos de optometría: Refracción ocular. 2a ed. Valencia: Publicacions Universitat de València, 2009.
12. Clínica Oftalmológica Providencia. Tratamientos, Glaucoma. Santiago (Chile), fecha desconocida. Disponible en: <https://cop.cl/tratamiento/glaucoma/>
13. Clínica Rementeria. Glaucoma: tratamientos. Madrid, fecha desconocida. Disponible en: <http://www.clinicarementeria.es/tratamientos/glaucoma>
14. Tan NYQ, Sng CCA, Ang M. Myopic optic disc changes and its role in glaucoma. Current Opinion in Ophthalmology. 2019;30 89–96.
15. Triviño I Marcela, Solanes Federica, Salgado A Cristian. Neuritis óptica atípica en un adulto joven: un desafío diagnóstico. Rev. chil. neuro-psiquiatr. 2014 ; 52(2): 81-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92272014000200003>.
16. Rauscher FM, Sekhon N, Feuer WJ, Budenz DL. Myopia affects retinal nerve fiber layer measurements as determined by optical coherence tomography. J Glaucoma. 2009 ;18(7):501–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e318193c2be>
17. Law SK, Tamboli DA, Giaconi J, Caprioli J. Characterization of retinal nerve fiber layer in nonglaucomatous eyes with tilted discs. Arch Ophthalmol. 2010;128: 141–2. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/archophthalmol.2009.340>
18. Guo Y, Sung MS, Park SW. Assessment of superficial retinal microvascular density in healthy myopia. Int Ophthalmol. 2019 ;39(8):1861–70. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10792-018-1014-z>
19. Jonas JB, Weber P, Nagaoka N, Ohno-Matsui K. Glaucoma in high myopia and parapapillary delta zone. PLoS One. 2017;12(4). Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175120>
20. Marcus MW, De Vries MM, Junoy Montolio FG, Jansonius NM. Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: A systematic review and meta-analysis. Ophthalmology. 2011;118(10):1989-94.e2. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.03.012>
21. Iglesias AI, Ong JS, Khawaja AP, Gharahkhani P, Tedja MS, Verhoeven VJM, et al. Determining possible shared genetic architecture between myopia and primary open-angle glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2019;60(8):3142–9. Disponible en: <https://doi.org/10.1167/iovs.18-26231>

22. Chansangpetch S, Panpruk R, Manassakorn A, Tantisevi V, Rojanapongpun P, Hurst CP, et al. Impact of myopia on corneal biomechanics in glaucoma and nonglaucoma patients. *Investig Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(12):4990–6. Disponible en <https://doi.org/10.1167/iovs.17-22219>
23. Zheng F, Yu M, Leung CKS. Diagnostic criteria for detection of retinal nerve fibre layer thickness and neuroretinal rim width abnormalities in glaucoma. *Br J Ophthalmol*. 2020;104(2):270–5. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313581>
24. Sastre-Ibañez M, Martinez-de-la-Casa JM, Rebolleda G, Cifuentes-Canorea P, Nieves-Moreno M, Morales-Fernandez L, et al. Utility of Bruch membrane opening-based optic nerve head parameters in myopic subjects. *Eur J Ophthalmol*. 2018;28(1):42–6. Disponible en: <https://doi.org/10.5301/ejo.5001022>
25. Park DY, Lee EJ, Han JC, Kee C. Applicability of ISNT Rule Using BMO-MRW to Differentiate between Healthy and Glaucomatous Eyes. *J Glaucoma*. 2018;27(7):610–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000970>
26. Cho, Kee. Characteristics of Patients Showing Discrepancy Between Bruch's Membrane Opening-Minimum Rim Width and Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer Thickness. *J Clin Med*. 2019;8(9):1362. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm8091362>
27. Malik R, Belliveau AC, Sharpe GP, Shuba LM, Chauhan BC, Nicolela MT. Diagnostic Accuracy of Optical Coherence Tomography and Scanning Laser Tomography for Identifying Glaucoma in Myopic Eyes. *Ophthalmology* [Internet]. 2016;123(6):1181–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.01.052>.
28. Reznicek L, Burzer S, Laubichler A, Nasser A, Lohmann CP, Feucht N, et al. Structure-function relationship comparison between retinal nerve fibre layer and Bruch's membrane opening-minimum rim width in glaucoma. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(10):1534–8. Disponible en: <https://doi.org/10.18240/ijo.2017.10.09>
29. Rebolleda G, Casado A, Oblanca N, Muñoz-Negrete FJ. The new Bruch's membrane opening - minimum rim width classification improves optical coherence tomography specificity in tilted discs. *Clin Ophthalmol*. 2016;10:2417–25. Disponible en: <https://doi.org/10.2147/OPTH.S120237>
30. Zheng F, Wu Z, Leung CKS. Detection of Bruch's Membrane Opening in Healthy Individuals and Glaucoma Patients with and without High Myopia. *Ophthalmology*. 2018;125(10):1537–46.

31. Kromer R, Spitzer MS. Bruch's Membrane Opening Minimum Rim Width Measurement with SD-OCT: A Method to Correct for the Opening Size of Bruch's Membrane. Costagliola C, editor. J Ophthalmol. 2017;2017:8963267. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2017/8963267>