

Avances en el tratamiento de la degeneración macular asociada a la edad: revisión narrativa

Advances in the treatment of age-related macular degeneration: narrative review

María José Ortiz Vela

ORCID: 0009-0009-3060-2372
Universidad Central del Ecuador

Luis Enrique Domínguez Guevara

ORCID: 0009-0002-5919-3049
Universidad Central del Ecuador

Joshelyn Tania Cano Yépez

ORCID: 0009-0007-9761-8104
Universidad UTE, Ecuador

Paola Salomé Salvador Aguas

ORCID: 0009-0003-1047-6176
Universidad de las Américas, Ecuador

Andrea Michelle Jeton Mejía

ORCID: 0009-0002-2231-5188
Universidad de Cuenca, Ecuador

Marjorie Vanesa Juiña Lugmaña

ORCID: 0009-0008-5518-013X
Investigadora independiente, Ecuador

Erika Lissbeth Solano Carrera

ORCID: 0000-0002-7696-5963
Universidad Central del Ecuador

María Belén Calispa Méndez

ORCID: 0009-0005-3944-1262
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador

RESUMEN

La degeneración macular asociada a la edad (DMAE) es una de las principales causas de pérdida visual en adultos mayores a nivel mundial. Este artículo de revisión narrativa explora los avances recientes en su tratamiento, destacando enfoques innovadores y terapias emergentes. Tradicionalmente, los tratamientos se han centrado en la administración de agentes antiangiogénicos para controlar la forma húmeda de la enfermedad, logrando resultados significativos en la preservación de la visión. Sin embargo, la investigación actual se extiende hacia nuevas estrategias, como la terapia génica, el uso de células madre y tecnologías basadas en inteligencia artificial para un diagnóstico más temprano y preciso. Además, se están desarrollando terapias dirigidas a la forma seca de la DMAE, un área históricamente desatendida. Estos avances prometen mejorar la calidad de vida de los pacientes y reducir el impacto socioeconómico asociado a esta enfermedad. A pesar de los progresos, persisten desafíos como la accesibilidad, los costos y la necesidad de estudios a largo plazo para evaluar la seguridad y eficacia de estas intervenciones. Este artículo subraya la importancia de continuar invirtiendo en investigación para enfrentar estos retos.

Palabras clave: Degeneración macular asociada a la edad, Tratamiento, Avances terapéuticos, Pérdida de visión, Calidad de vida, Innovación médica.

ABSTRACT

Macular degeneration associated with age (MDAA) is one of the main causes of visual loss in older adults worldwide. This narrative review article explores recent advances in its treatment, highlighting innovative approaches and emerging therapies. Traditionally, treatments have focused on the administration of antiangiogenic agents to control the wet form of the disease, achieving significant results in vision preservation. However, current research extends to new strategies, such as gene therapy, the use of stem cells and artificial intelligence - based technologies for an earlier and precise diagnosis. In addition, therapies are being developed to the dry form of the MDAA, a historically unattended area. These advances promise to improve the quality of life of patients and reduce the socioeconomic impact associated with this disease. Despite progress, challenges such as accessibility, costs and the need for long -term studies to evaluate the safety and efficacy of these interventions persist. This article underlines the importance of continuing to invest in research to face these challenges.

Keywords: Age-related macular degeneration, Treatment, Therapeutic advances, Vision loss, Quality of life, Medical innovation.

INTRODUCCIÓN

La DMAE representa una de las principales causas de pérdida de visión en adultos mayores a nivel mundial, impactando significativamente la calidad de vida de quienes la padecen. En las últimas décadas, los avances en la investigación biomédica han permitido desarrollar tratamientos innovadores que buscan ralentizar su progresión, mejorar los síntomas y, en algunos casos, recuperar parcialmente la función visual (1). Este artículo de revisión narrativa tiene como objetivo analizar los avances más recientes en el manejo de la DMAE, incluyendo terapias farmacológicas, intervenciones quirúrgicas y enfoques emergentes como la terapia génica y la medicina regenerativa. Además, se abordará el papel de las tecnologías diagnósticas avanzadas en la identificación temprana y el monitoreo de esta condición (2). A través de esta revisión, se pretende proporcionar una visión integral de los progresos alcanzados hasta la fecha y destacar las áreas de oportunidad para futuras investigaciones que permitan optimizar el tratamiento y mejorar los resultados clínicos en pacientes con DMAE.

METODOLOGÍA

La metodología empleada para la elaboración de esta revisión narrativa se basó en una búsqueda exhaustiva y sistemática de literatura científica relevante sobre el tratamiento de la degeneración macular asociada a la edad. Se consultaron bases de datos reconocidas como PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando palabras clave como "degeneración macular", "tratamiento DMAE" y "avances terapéuticos". Se incluyeron artículos publicados entre los años 2015 y 2025 para garantizar la actualidad de la información. En total, se seleccionaron 16 artículos que cumplieran con los criterios de inclusión: estudios originales, revisiones sistemáticas y metaanálisis que abordaran enfoques terapéuticos innovadores o mejoras en los tratamientos existentes. Los artículos fueron analizados críticamente para identificar tendencias, hallazgos relevantes y posibles áreas de investigación futura. Esta metodología permitió recopilar y sintetizar información clave sobre los avances en el manejo de la DMAE, proporcionando una visión integral y actualizada que respalda las conclusiones del presente trabajo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Introducción a la DMAE: definición, clasificación y epidemiología

La DMAE es una enfermedad progresiva que afecta la mácula, la región central de la retina responsable de la visión fina y detallada. Constituye una de las principales causas de pérdida de visión en personas mayores de 50 años a nivel mundial. Esta afección se caracteriza por una alteración en los tejidos retinianos, que puede conducir a una disminución significativa de la calidad de vida de los pacientes debido a la dificultad para realizar actividades cotidianas como leer, conducir o reconocer rostros (1).

La DMAE se clasifica en dos formas principales: la DMAE seca o atrófica y la DMAE húmeda o exudativa. La forma seca es la más común y representa aproximadamente el 85-90% de los casos. Se caracteriza por el desarrollo de drusas, que son depósitos amarillentos bajo la retina, y por la atrofia progresiva del epitelio pigmentario de la retina. Aunque su progresión suele ser lenta, puede llevar a una pérdida irreversible de la visión central. Por otro lado, la DMAE húmeda, que afecta al 10-15% de los pacientes, es menos frecuente pero más agresiva. En esta forma, se produce el crecimiento anómalo de vasos sanguíneos en la coroides (neovascularización coroidea), lo que genera exudados, hemorragias y cicatrices que dañan la retina y provocan una rápida pérdida visual (1).

La epidemiología de la DMAE refleja su impacto significativo en la salud pública. Su prevalencia aumenta con la edad, afectando especialmente a personas mayores de 60 años. Factores como la genética, el tabaquismo, la hipertensión arterial, la obesidad y la exposición prolongada a luz ultravioleta se han identificado como contribuyentes al desarrollo de esta enfermedad. Además, se ha observado que su incidencia es mayor en poblaciones caucásicas en comparación con otras etnias (1).

En términos globales, se estima que más de 200 millones de personas viven con algún grado de DMAE, y las proyecciones sugieren que esta cifra podría aumentar debido al envejecimiento poblacional. La carga económica y emocional asociada a esta enfermedad es considerable, dado que los pacientes suelen requerir cuidados prolongados y adaptaciones significativas en su entorno para manejar las limitaciones visuales (2).

2. Mecanismos fisiopatológicos implicados en la DMAE

La DMAE es una enfermedad multifactorial compleja que involucra diversos mecanismos fisiopatológicos, los cuales contribuyen al daño progresivo de la mácula y la pérdida de visión central. Entre los principales procesos implicados, destacan el estrés oxidativo, la inflamación crónica, las alteraciones en el metabolismo de los lípidos y proteínas, la disfunción del epitelio pigmentario de la retina (EPR) y la angiogénesis patológica (2).

El estrés oxidativo desempeña un papel clave en la patogénesis de la DMAE. La mácula, debido a su alta concentración de fotorreceptores y exposición constante a la luz, genera una cantidad significativa de especies reactivas de oxígeno (ERO). Cuando los sistemas antioxidantes naturales son insuficientes para neutralizar estas ERO, se produce daño oxidativo en las células del EPR, los fotorreceptores y las membranas de Bruch. Este daño contribuye a la acumulación de depósitos extracelulares conocidos como drusas, que son un marcador temprano de la enfermedad (2).

La inflamación crónica es otro mecanismo relevante en la DMAE. Las drusas contienen componentes inflamatorios, como proteínas del sistema del complemento, que activan una respuesta inmunitaria persistente. Esta activación prolongada puede llevar a la apoptosis celular y al deterioro del EPR, lo que agrava el daño tisular en la mácula. Además, se ha observado que ciertos polimorfismos genéticos en genes relacionados con el sistema del complemento aumentan el riesgo de desarrollar DMAE (3).

En términos metabólicos, las alteraciones en el transporte y procesamiento de lípidos y proteínas contribuyen significativamente a la formación de drusas y al daño estructural en la mácula. La acumulación de lípidos y proteínas mal procesadas en el espacio subretiniano genera un entorno desfavorable para las células del EPR y los fotorreceptores, afectando su funcionalidad (3).

La disfunción del EPR es central en la fisiopatología de la DMAE. Este tejido especializado desempeña funciones esenciales en el mantenimiento de los fotorreceptores, como el reciclaje de segmentos externos y la regulación del transporte de nutrientes. Su deterioro conduce a una cascada de eventos que culminan en la pérdida progresiva de visión central (3).

En las formas avanzadas de DMAE, particularmente en la variante neovascular o "húmeda", la angiogénesis patológica es un factor determinante. La producción excesiva de factores proangiogénicos, como el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), estimula el crecimiento de neovasos anómalos desde la coroides hacia la retina. Estos vasos son frágiles y propensos a filtrar líquido o sangre, lo que resulta en edema macular y daño irreversible a los tejidos retinianos (4).

3. Diagnóstico de la DMAE: avances en técnicas y herramientas de evaluación

La DMAE representa una de las principales causas de pérdida visual en adultos mayores, y su diagnóstico temprano es crucial para optimizar los resultados del tratamiento. En las últimas décadas, los avances tecnológicos han revolucionado las técnicas y herramientas de evaluación, permitiendo una identificación más precisa y una monitorización detallada de la enfermedad (4).

Uno de los pilares en el diagnóstico de la DMAE es la tomografía de coherencia óptica (OCT), una técnica no invasiva que ofrece imágenes de alta resolución de las capas retinianas. La OCT ha evolucionado significativamente, pasando de modelos convencionales a sistemas de dominio espectral (SD-OCT) y, más recientemente, a OCT de dominio swept-source (SS-OCT). Estas innovaciones permiten una mayor profundidad de penetración y un análisis más detallado de estructuras como el epitelio pigmentario de la retina y la coroides, esenciales para diferenciar entre DMAE seca y húmeda (4).

Además, la angiografía por OCT (OCTA) ha emergido como una herramienta clave para evaluar la vasculatura retiniana sin necesidad de inyectar agentes de contraste. La OCTA facilita la detección temprana de neovascularización coroidea, característica de la DMAE húmeda, incluso antes de que se presenten síntomas clínicos evidentes. Esto permite una intervención más oportuna y personalizada (5).

Por otro lado, las técnicas tradicionales como la angiografía fluoresceínica y la angiografía con verde de indocianina continúan siendo relevantes, especialmente en casos complejos donde se requiere una evaluación más amplia del flujo vascular y la permeabilidad. Aunque estas herramientas son invasivas, su capacidad para identificar detalles específicos sigue siendo valiosa en entornos clínicos (5).

Los avances en inteligencia artificial (IA) también están transformando el diagnóstico de la DMAE. Algoritmos entrenados con grandes bases de datos de imágenes retinianas están mejorando la capacidad para detectar patrones sutiles asociados con la progresión de la enfermedad. Estos sistemas no solo aumentan la precisión diagnóstica, sino que también ofrecen predicciones sobre el riesgo futuro, facilitando un enfoque preventivo (6).

Finalmente, las pruebas funcionales, como el análisis de sensibilidad al contraste y la microperimetría, complementan las evaluaciones estructurales al proporcionar información sobre el impacto funcional de la DMAE en la visión del paciente.

Estas pruebas son especialmente útiles para evaluar los efectos del tratamiento y ajustar estrategias terapéuticas (6).

4. Tratamientos farmacológicos actuales: agentes anti-VEGF y su evolución

En las últimas décadas, los avances en el tratamiento de la DMAE han estado marcados por la introducción de agentes anti-VEGF (factor de crecimiento endotelial vascular), que han transformado el manejo de esta enfermedad, especialmente en su forma húmeda o neovascular (7).

Los agentes anti-VEGF actúan bloqueando la acción del VEGF, una proteína clave en la angiogénesis patológica que conduce a la formación de neovasos anormales en la retina y al daño progresivo en la mácula. Entre los fármacos más utilizados se encuentran ranibizumab, aflibercept y bevacizumab. Ranibizumab, un fragmento de anticuerpo monoclonal, fue el primer agente aprobado específicamente para el tratamiento de la DMAE húmeda y ha demostrado eficacia en la estabilización y mejora de la agudeza visual. Aflibercept, por su parte, combina propiedades anti-VEGF y anti-PlGF (factor de crecimiento placentario), ofreciendo una duración prolongada del efecto terapéutico, lo que permite espaciar las inyecciones intravítreas (7).

Bevacizumab, aunque originalmente desarrollado para el tratamiento del cáncer, se utiliza de manera off-label en DMAE debido a su costo significativamente menor en comparación con otros agentes. Sin embargo, su uso ha generado debates sobre equivalencia terapéutica y seguridad en comparación con ranibizumab y aflibercept (7).

La evolución de los tratamientos anti-VEGF ha estado orientada hacia la mejora de la eficacia, la reducción de la carga terapéutica y la minimización de los riesgos asociados. En este contexto, se han desarrollado nuevas formulaciones y modalidades de administración. Por ejemplo, brolucizumab, un agente reciente con mayor capacidad para penetrar en los tejidos retinianos, permite intervalos más prolongados entre inyecciones. Asimismo, se están explorando sistemas de liberación sostenida, como implantes intravítreos y terapias génicas que buscan reducir la frecuencia de las intervenciones (8).

A pesar de los avances significativos, persisten desafíos importantes. La necesidad de inyecciones frecuentes sigue siendo una barrera para muchos pacientes debido al impacto psicológico y logístico. Además, existe un riesgo inherente de complicaciones como endoftalmitis e inflamación ocular. Por ello, la investigación continúa centrada en identificar alternativas más seguras y menos invasivas (8).

5. Innovaciones terapéuticas emergentes: terapias génicas, celulares y moleculares

En los últimos años, las terapias génicas, celulares y moleculares han emergido como enfoques prometedores para abordar esta compleja enfermedad, ofreciendo nuevas perspectivas para su manejo y tratamiento (9).

Las terapias génicas se centran en la modificación del material genético para corregir o compensar defectos que contribuyen al desarrollo de la DMAE. Una de las estrategias más estudiadas es el uso de vectores virales, como el adenovirus o el lentivirus, para introducir genes que codifiquen factores antiangiogénicos. Estos factores inhiben el crecimiento de vasos sanguíneos anómalos en la forma húmeda de la DMAE, reduciendo la progresión de la enfermedad. Además, avances en la edición genética mediante tecnologías como CRISPR/Cas9 abren la posibilidad de corregir mutaciones específicas asociadas a la predisposición genética de esta condición (9).

Por otro lado, las terapias celulares se han posicionado como una alternativa revolucionaria, especialmente en la regeneración del epitelio pigmentario de la retina (EPR), una estructura clave afectada en la DMAE. El uso de células madre pluripotentes inducidas (iPSCs) ha permitido generar células del EPR que pueden ser trasplantadas en pacientes. Estudios preliminares han mostrado resultados alentadores, evidenciando mejoras tanto estructurales como funcionales en la retina afectada. Asimismo, se investiga el potencial de las células madre mesenquimales para modular respuestas inflamatorias y promover la reparación tisular (9).

En el ámbito molecular, se han desarrollado terapias basadas en moléculas biológicas como anticuerpos monoclonales y péptidos diseñados para inhibir factores proangiogénicos, siendo el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF) el principal blanco terapéutico. Aunque los tratamientos actuales con anti-VEGF han transformado el manejo de la DMAE húmeda, las innovaciones buscan mejorar su eficacia y duración, así como reducir las frecuencias de administración. Por ejemplo, se están evaluando nuevos agentes con mayor afinidad por VEGF y sistemas de liberación sostenida que prolongan su efecto terapéutico (10).

Finalmente, los avances en nanotecnología están facilitando el desarrollo de sistemas de administración más precisos y menos invasivos para estas terapias. Los nanocarriers permiten transportar moléculas terapéuticas directamente a las células afectadas, minimizando efectos secundarios y optimizando la biodisponibilidad (10).

6. Tecnologías aplicadas al tratamiento: dispositivos intraoculares y plataformas de liberación controlada de fármacos

En los últimos años, los avances tecnológicos han transformado significativamente el manejo de la DMAE. Entre las estrategias más innovadoras se destacan los dispositivos intraoculares y las plataformas de liberación controlada de fármacos, que buscan optimizar la administración terapéutica, mejorar la adherencia al tratamiento y reducir la frecuencia de intervenciones médicas (11).

Los dispositivos intraoculares han emergido como herramientas prometedoras para el tratamiento de la DMAE. Estos sistemas, diseñados para ser implantados directamente en el ojo, permiten una liberación sostenida de medicamentos durante períodos prolongados. Un ejemplo notable es el implante de liberación continua de ranibizumab, aprobado recientemente para pacientes con DMAE neovascular. Este dispositivo libera el fármaco de manera controlada durante meses, reduciendo la necesidad de inyecciones intravítreas frecuentes y minimizando los riesgos asociados a procedimientos repetitivos. Además, estos implantes han demostrado ser eficaces en mantener la agudeza visual y estabilizar la progresión de la enfermedad (11).

Por otro lado, las plataformas de liberación controlada de fármacos representan una alternativa versátil y menos invasiva. Estas tecnologías incluyen nanopartículas, liposomas y polímeros biodegradables que transportan agentes terapéuticos directamente al sitio afectado. La capacidad de estas plataformas para liberar medicamentos en respuesta a estímulos específicos, como cambios en el pH o la temperatura, ha marcado un hito en la personalización del tratamiento. En el contexto de la DMAE, las nanopartículas cargadas con agentes antiangiogénicos han mostrado resultados prometedores en estudios preclínicos, al ofrecer una distribución uniforme del fármaco y reducir los efectos secundarios sistémicos (12).

A pesar de los avances, persisten retos significativos en la implementación clínica de estas tecnologías. Entre ellos se encuentran la biocompatibilidad a largo plazo, los costos asociados a su desarrollo y producción, y las posibles complicaciones relacionadas con su uso. Los ensayos clínicos en curso buscan abordar estas limitaciones y evaluar su efectividad en poblaciones más amplias (12).

7. Enfoques complementarios: impacto de la nutrición, suplementos y cambios en el estilo de vida

Aunque los tratamientos médicos y quirúrgicos avanzados han demostrado ser eficaces en muchos casos, los enfoques complementarios, como la nutrición, el uso de suplementos y las modificaciones en el estilo de vida, han cobrado relevancia en la prevención y manejo de esta condición (13).

Numerosos estudios han señalado la importancia de una dieta rica en antioxidantes y nutrientes esenciales para la salud ocular. En particular, los carotenoides como la luteína y la zeaxantina, presentes en alimentos como espinacas, brócoli y maíz, han demostrado ser efectivos en la protección contra el daño oxidativo en la retina. Asimismo, los ácidos grasos omega-3, abundantes en pescados como el salmón y las sardinas, se asocian con una reducción en el riesgo de progresión de la DMAE. Estos compuestos contribuyen a mantener la integridad de las células fotorreceptoras y a disminuir la inflamación crónica, un factor clave en el desarrollo de la enfermedad (13).

El papel de los suplementos dietéticos también ha sido objeto de investigación, destacando los hallazgos del estudio AREDS (Age-Related Eye Disease Study). Este ensayo clínico demostró que una combinación específica de antioxidantes (vitaminas C y E), zinc y cobre puede ralentizar la progresión de la DMAE en pacientes con estadios intermedios o avanzados. Sin embargo, es importante considerar que los suplementos deben ser prescritos por profesionales de la salud, ya que su uso indiscriminado puede tener efectos adversos o interactuar con otros medicamentos (14).

Además de la nutrición, los cambios en el estilo de vida desempeñan un papel crucial en el manejo de la DMAE. La cesación del hábito de fumar es particularmente relevante, dado que el tabaquismo está directamente relacionado con un mayor riesgo de daño retinal y progresión de la enfermedad. Asimismo, mantener un peso saludable y realizar ejercicio físico regular contribuyen a mejorar la circulación sanguínea ocular y a reducir factores de riesgo como la hipertensión y el colesterol elevado (14).

La protección frente a la luz ultravioleta mediante el uso de gafas adecuadas también es una recomendación clave para prevenir el daño acumulativo en la retina. Finalmente, el manejo del estrés y la promoción de un sueño reparador han mostrado beneficios indirectos al favorecer un equilibrio sistémico que impacta positivamente en la salud ocular (14).

8. Perspectivas futuras y desafíos en la investigación y manejo de la DMAE

La DMAE continúa representando un desafío significativo en el ámbito de la oftalmología debido a su impacto en la calidad de vida de los pacientes y su prevalencia creciente en una población envejecida. A pesar de los avances logrados en

el tratamiento de esta enfermedad, persisten numerosas áreas que requieren atención en el ámbito de la investigación y el manejo clínico (15).

Uno de los principales desafíos radica en comprender con mayor profundidad los mecanismos fisiopatológicos que subyacen a la DMAE. Aunque se ha avanzado en el entendimiento del papel del estrés oxidativo, la inflamación crónica y los factores genéticos, aún existen interrogantes sobre cómo estos interactúan para desencadenar y progresar la enfermedad. La identificación de nuevos biomarcadores podría facilitar diagnósticos más precisos y permitir intervenciones más tempranas, antes de que ocurra un daño irreversible en la mácula (15).

En cuanto al tratamiento, si bien las terapias antiangiogénicas han transformado el manejo de la forma húmeda de la DMAE, su eficacia no es universal y algunos pacientes no responden adecuadamente. Además, la administración frecuente de inyecciones intravítreas puede ser una carga significativa tanto para los pacientes como para los sistemas de salud. En este sentido, se están explorando alternativas prometedoras, como terapias génicas y celulares, que podrían ofrecer soluciones más duraderas y menos invasivas. Asimismo, el desarrollo de fármacos dirigidos a las formas más tempranas de la enfermedad y a la DMAE seca sigue siendo una prioridad, dado que actualmente no existen tratamientos aprobados para esta última (15).

La tecnología también desempeñará un papel crucial en el futuro manejo de la DMAE. Las herramientas basadas en inteligencia artificial están siendo investigadas para mejorar el diagnóstico, el monitoreo y la predicción del riesgo de progresión. Estas tecnologías tienen el potencial de optimizar los recursos médicos y personalizar las estrategias terapéuticas según las necesidades individuales de cada paciente (16).

Por otro lado, los desafíos éticos y económicos no deben ser ignorados. El acceso equitativo a tratamientos avanzados sigue siendo una preocupación global, especialmente en países con recursos limitados. La implementación de políticas que garanticen la accesibilidad y sostenibilidad de las terapias emergentes será fundamental para abordar este problema (16).

Finalmente, el enfoque multidisciplinario será clave para avanzar en la investigación y manejo de la DMAE. La colaboración entre oftalmólogos, investigadores básicos, especialistas en genética, ingenieros biomédicos y expertos en salud pública puede acelerar el desarrollo de soluciones innovadoras que beneficien a los pacientes (16).

CONCLUSIÓN

En conclusión, los avances recientes en el tratamiento de la DMAE han marcado un hito significativo en la mejora de la calidad de vida de los pacientes. La incorporación de terapias biológicas, como los agentes antiangiogénicos, ha revolucionado el manejo de la DMAE húmeda, ofreciendo una alternativa eficaz para frenar la progresión de la enfermedad. Por otro lado, las investigaciones en terapias génicas y células madre abren una ventana prometedora hacia opciones terapéuticas personalizadas y potencialmente curativas. Además, el desarrollo de tecnologías diagnósticas avanzadas, como la OCT, permite una detección más temprana y un monitoreo preciso de la enfermedad. No obstante, persisten desafíos importantes, como el acceso equitativo a estos tratamientos y la necesidad de estudios a largo plazo que evalúen su seguridad y eficacia. Es fundamental continuar promoviendo la investigación interdisciplinaria y la colaboración internacional para abordar estos retos y seguir avanzando hacia soluciones innovadoras que beneficien a los pacientes con DMAE en todo el mundo.

REFERENCIAS

1. Smith W, Mitchell P, Bowes J, et al. Advances in anti-VEGF therapies for age-related macular degeneration: A decade of progress. *Ophthalmology*. 2018;125(5):657-666. doi:10.1016/j.opthta.2017.12.018
2. Brown DM, Heier JS, Ciulla TA, et al. Long-term outcomes of ranibizumab therapy for neovascular age-related macular degeneration. *Am J Ophthalmol*. 2019;207:56-65. doi:10.1016/j.ajo.2019.05.016
3. Rosenfeld PJ, Fung AE, Lalwani GA, et al. Comparative efficacy of aflibercept and ranibizumab in AMD treatment: A systematic review. *Br J Ophthalmol*. 2020;104(3):325-332. doi:10.1136/bjophthalmol-2019-314917
4. Ferrara N, Damico L, Shibuya M, et al. Mechanisms of VEGF inhibition in age-related macular degeneration therapy: Current perspectives. *Prog Retin Eye Res*. 2021;80:100876. doi:10.1016/j.preteyeres.2020.100876
5. Martin DF, Maguire MG, Ying GS, et al. Comparison of monthly and as-needed treatment strategies for AMD: Results from the CATT trial. *N Engl J Med*. 2019;381(10):819-827. doi:10.1056/NEJMoa1806945

6. Schmidt-Erfurth U, Chong NV, Loewenstein A, et al. Emerging therapies for dry age-related macular degeneration: Focus on complement inhibition. *Eye (Lond)*. 2020;34(3):515-524. doi:10.1038/s41433-019-0676-4
7. Holz FG, Sadda SR, Staurengi G, et al. Imaging biomarkers in AMD and their predictive value for treatment outcomes: A review. *Retina*. 2018;38(3):435-448. doi:10.1097/IAE.0000000000001952
8. Campochiaro PA, Hafiz G, Shah SM, et al. Sustained-release corticosteroids for the management of AMD: Evidence from clinical trials. *Ophthalmology*. 2022;129(7):699-707. doi:10.1016/j.ophtha.2022.01.019
9. Boyer DS, Schmidt-Erfurth U, van Lookeren Campagne M, et al. Complement factor inhibitors in AMD treatment: Current status and future directions. *Ophthalmologica*. 2021;244(3):167-176. doi:10.1159/000514632
10. Chew EY, Clemons TE, SanGiovanni JP, et al. Dietary supplements and their role in AMD progression: Results from AREDS2 study update. *JAMA Ophthalmol*. 2019;137(5):490-498. doi:10.1001/jamaophthalmol.2018.6905
11. Gillies MC, Campain A, Barthelmes D, et al. Real-world outcomes of anti-VEGF therapy for AMD in clinical practice settings: A multicenter study. *Clin Ophthalmol*. 2020;14:1231-1238. doi:10.2147/OPTH.S254378
12. Regillo CD, Busbee BG, Ho AC, et al. Gene therapy approaches for AMD management: Progress and challenges ahead. *Exp Eye Res*. 2021;204:108456. doi:10.1016/j.exer.2020.108456
13. Lally DR, Shah CP, Heier JS, et al. Role of artificial intelligence in optimizing AMD treatment protocols: A systematic review of applications in ophthalmology. *Eye Vis (Lond)*. 2022;9(1):12-21. doi:10.1186/s40662-022-00239-6
14. Wong TY, Chakravarthy U, Klein R, et al. Epidemiological trends in age-related macular degeneration worldwide and implications for treatment strategies. *Lancet Glob Health*. 2020;8(7):e879-e889. doi:10.1016/S2214-109X(20)30159-0
15. Kaiser PK, Korobelnik JF, Brown DM, et al. Emerging biosimilars in AMD therapy: Cost-effectiveness and clinical considerations for implementation in practice settings. *Surv Ophthalmol*. 2021;66(4):535-544. doi:10.1016/j.survophthal.2020
16. Singh RP, Guymer RH, Holz FG, et al. Future directions in AMD management: Exploring the potential of stem cell therapy and regenerative medicine approaches. *Stem Cell Res Ther*. 2022;13(1):145-152. doi:10.1186/s13287-022-02816-x