



MASTER UNIVERSITARIO DE ENFERMERIA
OFTALMOLOGICA.

TRABAJO DE FIN DE MASTER.

“USO DE LA RETINOGRAFÍA DE CAMPO AMPLIO
EN DETECCIÓN DE PATOLOGÍAS RETINIANAS EN
COMPARACIÓN CON OTRAS PRUEBAS DE
EXPLORACIÓN DE FONDO DE OJO”

Revisión bibliográfica.

AUTORA: Inmaculada de Lourdes Bohórquez Patrón

TUTOR: José Alberto de Lázaro Yagüe

COTUTOR: Pablo Arlanzón Lope

CURSO: 2023-2024

Índice

Resumen y Abstract.....	4-5
1.Introducción.....	6
1.1 Diferentes tipos de exploración de fondo de ojo.....	6
1.2 Oftalmoscopia directa e indirecta.....	7
1.3 Exploración con lente de 90.....	9
1.4 Aparición de los retinógrafos y su posterior evolución al campo amplio	10
1.5 Problemática que se puede tener con los retinógrafos clásicos (poco campo de visión hasta 45-50 grados.....	13
1.6 Problemática que se puede tener con la exploración tradicional (escasez de oftalmólogos).....	14
2.Justificación.....	15
3.Hipótesis.....	16
4.PICOT.....	16
5.Objetivos.....	17
6.Materiales y métodos.....	18
6.1Criterios de inclusión y exclusión.....	18
6.2Diseño.....	20
7.Desarrollo del tema.....	21
7.1 Resultados y Discusión.....	21
8.Conclusiones.....	32
9.Bibliografía.....	33
10.Anexos.....	37

Resumen

La imagen de campo amplio se ha popularizado en los últimos años como una forma novedosa de visualizar grandes extensiones de retina. Se realizó una revisión sistemática, usando el método PRISMA para analizar el uso de la retinografía de campo amplio a la hora de detectar patología de fondo de ojo. Por lo tanto, el objetivo fue comparar la sensibilidad y especificidad de la retinografía de campo amplio con otras pruebas de exploración de fondo de ojo en la detección de patologías retinianas. Se encontraron 100 artículos que cumplían las ecuaciones de búsqueda mientras que tras un análisis detenido se seleccionaron 20 artículos. Los autores señalan que el uso de imágenes de campo amplio permite la visualización de la retina periférica hasta 200 grados y muestra buena correlación con otros métodos tradicionales de toma de imágenes o con la exploración oftalmológica. La novedad radica en la documentación de lesiones periféricas retinianas que antes era muy complejo de visualizar con los modos de imagen previos. Además, permite el uso de técnicas de inteligencia artificial para el análisis de las mismas.

Palabras clave: Retinografía, campo amplio, imagen oftalmológica

Abstract

Wide-field imaging has become popular in recent years as a novel way to visualize large areas of retina. A systematic review was performed using the PRISMA method to analyze the use of wide-field retinography when detecting fundus pathology. Therefore, the objective was to compare the sensitivity and specificity of wide-field retinography with other fundus examination tests in the detection of retinal pathologies. One hundred articles were found that met the search equations while after careful analysis 20 articles were selected. The authors point out that the use of wide-field images allows visualization of the peripheral retina up to 200 degrees and shows good correlation with other traditional imaging methods or with ophthalmological examination. The novelty lies in the documentation of peripheral retinal lesions that were previously very complex to visualize with previous imaging modes. In addition, it allows the use of artificial intelligence techniques for their analysis.

Keywords: Wide field, retinography, ophthalmic imaging

1. Introducción

Los diagnósticos poco exactos y oportunos de las enfermedades del fondo de ojo conducen a complicaciones que amenazan la visión e incluso aumentan el riesgo de sufrir ceguera. Por ello, la detección de enfermedades del fondo de ojo mediante varias técnicas entre ellas la Retinografía de campo amplio, es el método más adecuado ya que, millones de personas en todo el mundo padecen enfermedades del fondo de ojo, entre otras, la retinopatía diabética (RD), oclusión de la venosa de la retina (OVR), degeneración macular asociada a la edad (DMAE), desprendimiento de retina (DR), neuropatía óptica y tumores del fondo de ojo. Por lo tanto, sin un diagnóstico preciso y un tratamiento adecuado a tiempo, estas enfermedades causan visión borrosa irreversible, metamorfopsia, defectos del campo visual o incluso ceguera, lo que disminuye la calidad de vida y agrava la carga económica en seguros y tratamientos en los pacientes (1).

1.1 Diferentes tipos de exploración de fondo de ojo

La retina es una capa de células nerviosas ubicada en el interior del ojo que recubren la pared posterior. Es la capa más interna de la pared del ojo. Está en contacto inmediato con la cavidad vítrea por un lado y con la coroides (de la capa uveal) por el otro (23).

Las capas celulares de la retina son el epitelio pigmentario, que es adyacente a la coroides, absorbe la luz para reducir la reflexión de la luz en la retina, la capa de fotorreceptores que contiene segmentos externos fotosensibles de bastones y conos, la capa nuclear externa, la cual contiene cuerpos celulares de los bastones y conos, la capa plexiforme externa, que contiene sinapsis entre axones de fotorreceptores y dendritas de neuronas intermedias, la capa nuclear interna que contiene cuerpos celulares de neuronas intermedias y células de Müller, la capa plexiforme interna contiene sinapsis entre neuronas intermedias y células ganglionares del tracto óptico, la capa de células ganglionares contiene cuerpos celulares de células ganglionares, así como la capa de fibras nerviosas ópticas que contiene axones de células ganglionares. Las capas de membrana separan los fotorreceptores de sus cuerpos celulares y la retina del cuerpo vítreo (23).

Seguidamente se puede observar las diferentes capas de la retina en la figura 1.

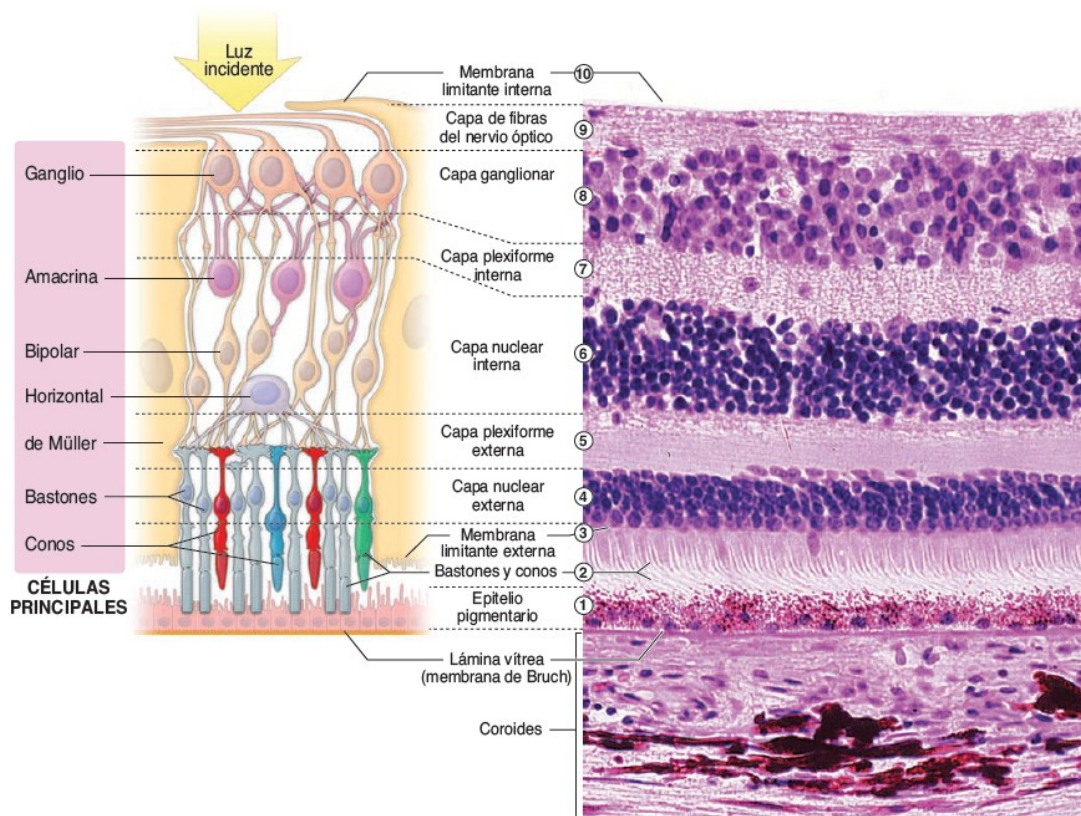


Figura 1.

Capas de la retina

Nota: <https://quizlet.com/237940864/capas-de-la-retina-diagram/>

Estas células detectan la luz y envían señales al cerebro para que podamos ver. El examen del fondo de ojo puede descubrir procesos patológicos de otro modo invisibles, los ejemplos son abundantes, e incluyen el reconocimiento de endocarditis, candidemia diseminada, la infección por citomegalovirus (CMV) en un paciente infectado por VIH, y ser capaz de estadificar tanto la diabetes como la hipertensión (5).

1.2 Oftalmoscopia directa e indirecta

Los sistemas de visión indirecta, incluidos el oftalmoscopio binocular indirecto y la biomicroscopía con lámpara de hendidura a través de una lente

indirecta, se han convertido en el tratamiento estándar de los desprendimientos de retina. La comparación con la oftalmoscopia directa ilustra las capacidades de los sistemas indirectos. Las diferencias clínicas sustanciales entre ambos métodos tanto directo como indirecto, se deben a las diferencias en las características ópticas. El oftalmoscopio directo ofrece un aumento de 14X frente a los 3X del indirecto utilizando la lente habitual de +20 dioptrías. Sin embargo, esto no significa que el dispositivo directo tenga la misma ventaja en resolución. La resolución es una función de la proximidad entre dos puntos que pueden distinguirse como separados cuando se observan a través de un sistema óptico. Por ello, la oftalmoscopia directa proporciona una imagen vertical no invertida, de aproximadamente 15 aumentos, mientras que la oftalmoscopia indirecta produce una imagen invertida, aumentada entre 2 y 5 veces (6).

Seguidamente se muestran las figuras de los aparatos de oftalmoscopia directa e indirecta.



Figura 2.

Oftalmoscopio binocular indirecto

Nota: <https://gx2.es/producto/binocular-indirecto-io-%CE%B1-halogeno/>



Figura 3.

Biomicroscopio o lámpara de hendidura

Nota: <https://www.pardell.es/lampara-hendidura.html>

1.3 Exploración con lente de 90

La lámpara de hendidura es un biomicroscopio. Emite un haz de luz que puede variar en altura y anchura. Permite visualizar el segmento anterior del ojo. Con lentes auxiliares, el examinador también puede ver el segmento posterior. Estas lentes son sencillas, asequibles y portátiles. Aunque los dispositivos de gama alta, como las cámaras de fondo de ojo y la tomografía de coherencia óptica, han revolucionado la forma en que los médicos detectan las enfermedades oculares, nunca podrán sustituir a estas lentes portátiles. Existen diferentes lentes para utilizar con la lámpara de hendidura. Son lentes de gran aumento o gran angular que se utilizan para visualizar con gran detalle o cartografiar una gran superficie en una sola vista. La imagen formada es virtual y erecta (como con la lente central de Goldmann) o real e invertida (como con la lente +90D) (7).

1.4 Aparición de los retinógrafos y su posterior evolución al campo amplio

La Retinografía es una técnica utilizada en oftalmología para obtener imágenes de la retina. Aunque no se puede determinar con exactitud la fecha exacta en que se comenzó a utilizar esta técnica, se sabe que la toma de imágenes mediante Retinografía se comenzó a utilizar a partir de la década de 1960, cuando se desarrollaron nuevas tecnologías para capturar imágenes de alta resolución de la retina. Desde entonces, la Retinografía se ha convertido en una herramienta fundamental en el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades oculares (8).

El desarrollo de las imágenes retinianas de campo ultraancho ha acelerado la comprensión de las enfermedades retinianas comunes. A medida que se sigue validando la importancia diagnóstica y pronóstica de la patología en la periferia de la retina, la capacidad de visualizar y evaluar estas características de forma eficaz y sencilla para el paciente será cada vez más importante. El interés actual en las imágenes de campo ultraancho incluye el desarrollo de biomarcadores potenciales de la progresión de la enfermedad e indicadores del desarrollo preclínico de la enfermedad. Por ello, existen estudios que revisan los sistemas actuales de obtención de imágenes de campo ultraancho y los avances recientes en sus aplicaciones a la práctica clínica, con especial atención a la retinopatía diabética, la oclusión venosa retiniana, la uveítis y la retina pediátrica (8).

La mayor limitación de los sistemas de imagen actuales es la incapacidad de obtener imágenes de toda la retina con una sola adquisición. Lo ideal sería que la Retinografía de campo amplio permitiera cuantificar las patologías periféricas y analizar posteriormente los cambios de estas patologías a lo largo del tiempo. Sin embargo, la representación de una imagen tridimensional en una superficie plana bidimensional presenta dificultades inherentes. Un ejemplo común para ilustrar este efecto es la representación del mundo en un mapa plano, denominada proyección de Mercator (8).

Aunque este tipo de proyección es útil para la navegación marítima, la proyección Mercator distorsiona enormemente el tamaño de las masas de tierra

más cercanas a los polos (por ejemplo, el efecto Groenlandia en los mapamundis). Del mismo modo, en las imágenes retinianas, esta distorsión da lugar a zonas de no linealidad, de modo que una línea trazada cerca del polo posterior será muy diferente en tamaño real de una trazada en la periferia, aunque parezcan tener la misma longitud en un monitor plano (8).

Recientemente, expertos en imagen retiniana formalizaron una definición de los términos basada en puntos de referencia anatómicos. Por ello, de acuerdo a su consenso, las imágenes de campo amplio se definieron como una imagen de captura única, centrada en la fovea, que captura características anatómicas retinianas más allá del polo posterior, pero posterior a la ampolla de la vena vortex, en los cuatro cuadrantes (8).

1.4.1 Retinografías en película fotográfica

Los programas de cribado de la Retinografía utilizan cámaras de fondo de ojo validadas, midriáticas o no midriáticas, para la obtención de imágenes de la retina, y calificadores de imágenes formados identifican la Retinografía remisible. En los últimos años están ganando popularidad las cámaras de fondo de ojo basadas en teléfonos inteligentes y las cámaras de fondo de ojo manuales, que son económicas, portátiles y fáciles de manejar en lugares remotos. Las imágenes captadas con estos dispositivos de bajo coste pueden enviarse inmediatamente a oftalmólogos cualificados para que clasifiquen el diagnóstico. El reciente aumento del número de programas de telemedicina basados en la obtención de imágenes con cámaras digitales de fondo de ojo y la interpretación a distancia ha facilitado una mayor cobertura poblacional del cribado de la Retinografía y la derivación oportuna a los oftalmólogos de las personas diagnosticadas, en peligro por la visión. La obtención de imágenes retinianas de buena calidad y un diagnóstico preciso son esenciales para reducir las derivaciones inadecuadas (24).

1.4.2 Retinografía digital

La imagen digital permite una revisión fácil e inmediata de las imágenes, así como opciones de ampliación y la posibilidad de mejorar y manipular las imágenes. Ofrece la posibilidad de realizar nuevos análisis de imagen y, con la conectividad a Internet, es factible realizar modelos de diagnóstico de RD a

distancia, asistidos por sistemas o automatizados por IA. La PPC es una herramienta eficaz para demostrar los signos clínicos de la RD y para mostrar y educar al paciente sobre su estado de RD. También es útil para supervisar la mejora o progresión del RD a lo largo del tiempo.

Las cámaras de fondo de ojo utilizadas en el cribado de RD pueden ser cámaras convencionales de sobremesa (midriática y NM), cámaras de mano, cámaras de fondo de ojo basadas en smartphone y cámaras de fondo de ojo de campo ultraancho (UWF) (24).

1.4.3 Retinografos midriáticos vs no midriáticos vs portátiles

Las cámaras de fondo de ojo convencionales clásicas utilizan aumentos de $\times 2,5$ con un campo de visión (FOV) de 30° (Zeiss FF, Carl Zeiss Meditec, Dublín, CA, EE.UU.). Al tomar imágenes estereoscópicas del fondo de ojo de varios campos, es posible abarcar una región más amplia de la retina, incluidos el disco óptico, la mácula, las arcadas vasculares y la región temporal a la mácula, pudiendo abarcar hasta 75° de FOV. Esto constituyó la base del sistema de clasificación ETDRS, en el que se desarrolló una escala de gravedad de la RD de 13 niveles. Con múltiples imágenes estereoscópicas, el oftalmólogo o el graduador certificado tiene que evaluar cada campo y, a continuación, sintetizar para proporcionar un grado de gravedad de RD global para cada ojo. Esta limitación puede superarse combinando las imágenes en un montaje. Sin embargo, un fondo de ojo montado puede presentar artefactos o sombras en los bordes. La sensibilidad y especificidad para la detección de RD mediante la gradación fotográfica del fondo de ojo ETDRS es superior al examen oftalmoscópico directo e indirecto realizado por oftalmólogos. Sin embargo, requiere una costosa cámara midriática de fondo de ojo de sobremesa, fotógrafos y graduadores de retina certificados y formados, y requiere mucha mano de obra con un tiempo de respuesta más largo (24).

1.4.4 Retinografía estereoscópica y tamaño de imagen

Se ha observado que la fotografía retiniana con CFMN es más sensible que la oftalmoscopia directa en la detección de RD. Otros estudios han demostrado que la CFP NM es al menos tan eficaz como la oftalmoscopia directa en el cribado de RD y que las imágenes monocromáticas NM de campo

único de 45° están altamente correlacionadas ($\kappa = 0,97$, $p = 0,0001$) con las imágenes midriáticas estereoscópicas de 7 campos estándar. Otro estudio que comparó imágenes NM de campo único frente a imágenes NM de 3 campos con el patrón oro de 7 campos concluyendo que las imágenes retinianas NM de 3 campos tenían una sensibilidad y especificidad del 82% y 92%, respectivamente. El metaanálisis determinó que la fotografía de campo único con NMFC puede servir como herramienta de cribado de la RD para identificar a las personas con STDR para su derivación (24).

1.4.5 Retinografía de campo amplio

En los últimos años, la imagen de la Retinografía de campo amplio (UWF), permite una visión sin precedentes del polo posterior. Las imágenes UWF pueden proporcionar hasta 100-200° FOV de la retina, lo que permite la evaluación simultánea de la retina periférica y central. La cámara de fondo de ojo UWF utiliza un oftalmoscopio láser de barrido confocal (CSLO) con un espejo elipsoidal para ver 200° de retina, lo que supone el 82% de la retina en comparación con las cámaras de fondo de ojo normales, que ven 30-50° de retina. El oftalmoscopio CSLO utiliza una luz láser y forma una imagen mediante un barrido detallado de todo el campo y la posterior captura de la luz reflejada a través de un pequeño orificio confocal. Entre sus ventajas se incluyen la mejora de la calidad de la imagen, la comodidad del paciente, la capacidad de obtener imágenes tridimensionales y vídeo y la obtención de imágenes eficaces de pacientes que no dilatan bien. Por lo tanto, el advenimiento de la imagen UWF utilizando cámaras más nuevas como la cámara Pomerantzeff, Retcam (Clarity Medical Systems, Inc., Pleasanton, CA, USA), ZEISS Clarus 500 (Zeiss, Carl Zeiss Meditech, Inc., Dublín, EE.UU.), la cámara Optos Optomap/Daytona Plus (Optos PLC, Dunfermline, Reino Unido) y la lente Staurenghi (Ocular Staurenghi 230 SLO Retina Lens, Ocular Instruments Inc, Bellevue, WA, EE.UU.) han supuesto un cambio radical en la forma de ver el fondo del ojo (24).

1.5 Limitaciones de los retinógrafos clásicos

El principal problema con los retinógrafos clásicos es su limitado campo de visión, que puede ser de tan solo 45-50 grados. Esto puede dificultar la

visualización de la totalidad de la retina, lo que a su vez puede afectar la precisión del diagnóstico y tratamiento de enfermedades oculares.

Otra de las dificultades es la de poder capturar imágenes detalladas, debido al limitado campo de visión, puesto que, los retinógrafos clásicos pueden tener dificultades para capturar imágenes detalladas de áreas específicas de la retina. Esto puede ser especialmente problemático en casos en los que se necesita una imagen de alta resolución para un diagnóstico preciso. Igualmente, puede tener limitaciones en el seguimiento de enfermedades oculares, ya que, los retinógrafos clásicos con un campo de visión limitado pueden no ser capaces de capturar cambios sutiles en la retina que pueden indicar la progresión de una enfermedad ocular, como la retinopatía diabética. Esto puede dificultar el seguimiento y la gestión de estas enfermedades a lo largo del tiempo (11).

En relación con el tiempo de examen prolongado, se tiene que, debido a las limitaciones en el campo de visión, los profesionales de la salud visual pueden necesitar realizar múltiples escaneos con un retinógrafo clásico para obtener una imagen completa de la retina. Esto puede llevar a un tiempo de examen prolongado, lo que puede resultar incómodo para el paciente y también puede aumentar los costos de atención médica (11).

Por ello, los retinografos clásicos con un campo de visión limitado pueden presentar varios desafíos en la visualización y captura de imágenes detalladas de la retina, lo que puede afectar la precisión del diagnóstico y tratamiento de enfermedades oculares. En este sentido, es importante considerar el uso de retinografos más avanzados con un campo de visión más amplio para una mejor evaluación de la retina (11).

1.6 Limitaciones de la exploración de fondo de ojo por oftalmólogo

A medida que se avanza desde un modelo de atención específico para cada enfermedad hacia una atención oftalmológica integral (AOI), se hace necesario un enfoque más holístico e integrado que implique al sistema sanitario. Debe abarcar no sólo el tratamiento, sino también la prevención, la promoción y la rehabilitación de la ceguera incurable. Aunque ya existen algunos modelos, la mayoría de los sistemas sanitarios siguen enfrentándose a

los retos de la implantación de la AOI, principalmente debido a barreras políticas, económicas y logísticas. La escasez de recursos humanos oftalmológicos, la falta de conocimientos educativos, la escasez de fondos, el acceso limitado a instrumental y modalidades de tratamiento, la escasa divulgación, la falta de transporte y el miedo a la cirugía representan las principales barreras para su difusión a gran escala.

En la mayoría de los países de ingresos bajos y medios, los servicios de atención oftalmológica primaria son defectuosos y están insuficientemente integrados en la atención primaria y los sistemas nacionales de salud. Igualmente, los factores sociales, económicos y demográficos como la edad, el sexo, el lugar de residencia, los ingresos personales, la etnia, el estatus político y el estado de salud también reducen las posibilidades de éxito de cualquier intervención. Por ello, se hace necesario estudiar los problemas y el camino a seguir para abordarlos mediante el fortalecimiento del sistema sanitario, así como el aprovechamiento de las innovaciones tecnológicas para facilitar una mayor atención (10).

2. Justificación

Las imágenes de fondo de ojo de campo ultra amplio (FOCUA) proporcionan una visualización completa de componentes oculares cruciales, como el disco óptico, la fovea y la mácula. Esta visión en profundidad facilita a los oftalmólogos el diagnóstico preciso de enfermedades y la recomendación de tratamientos adecuados. Por ello, la aplicación de varios modelos de aprendizaje profundo para detectar enfermedades oculares utilizando la Retinografía de campo amplio, permite desarrollar un sistema automatizado que procesa y mejora un conjunto de datos de imágenes. Este enfoque implica la mejora del brillo y el contraste, seguida de la aplicación de la extracción de características, el aumento de datos y la clasificación de imágenes, integrados con redes neuronales convolucionales (2).

Tras años de investigación constante, las imágenes de la retina se han convertido en el pilar de la gestión clínica y la atención de los pacientes con enfermedades retinianas y sistémicas (3). La investigación constante sobre las

imágenes de la retina ha permitido mejorar la calidad de visualización de la fisiopatología retiniana, lo que ha dado lugar a un diagnóstico precoz y más preciso y a un mejor tratamiento de varias anomalías corio-retinianas. La Retinografía de campo amplio, la fotografía del fondo del ojo, la tomografía de coherencia óptica (OCT) y sus variantes se han convertido en las modalidades de imagen retiniana más prevalentes. Esta sección presenta una visión general de estas dos modalidades, destacando su idoneidad en diversas operaciones de diagnóstico de enfermedades retinianas (3).

Por lo tanto, la Retinografía de campo amplio es el examen oftalmológico no invasivo que, permite obtener una imagen detallada de la retina en su totalidad. Se realiza utilizando un equipo especializado que captura las imágenes de alta resolución de la retina, lo que permite al oftalmólogo detectar problemas o enfermedades oculares en sus etapas tempranas (3).

Este tipo de examen es útil para diagnosticar y monitorear diferentes enfermedades oculares, como la retinopatía diabética, el edema macular, la degeneración macular, entre otras. Además, la Retinografía de campo amplio es especialmente útil en pacientes con enfermedades sistémicas como la diabetes, ya que estos pacientes pueden presentar complicaciones oculares que requieren un diagnóstico precoz. Por tanto, la Retinografía de campo amplio es una herramienta importante en el diagnóstico y monitoreo de enfermedades oculares, aportando una evaluación detallada de la retina en su totalidad (3).

3. Hipótesis

La Retinografía de campo Amplio es más efectiva en la detección de patologías retinianas en comparación con otras pruebas de exploración de fondo de ojo.

4. PICOT, breve descripción del estudio

En la evaluación de la efectividad de la Retinografía de campo amplio en la detección de patologías retinianas en comparación con otras pruebas de

exploración de fondo de ojo, se realizó una revisión sistemática de la literatura científica. Tomando en consideración los aspectos del acrónimo:

P: Estudios que comparen el uso de la Retinografía de campo amplio para la detección de patología retiniana.

I: Revisión bibliográfica

R: Se muestran en su apartado.

T: Revisión bibliográfica realizada entre los meses de marzo a mayo 2024.

Los estudios incluidos en la revisión compararon la Retinografía de campo amplio con pruebas como la oftalmoscopia indirecta, la tomografía de coherencia óptica (OCT) y la angiografía fluoresceínica (AF).

Además, la Retinografía de campo amplio permitió una evaluación más completa de la retina en comparación con la TCO, lo que resultó en una mayor detección de lesiones vasculares y edema macular. En comparación con la angiografía fluoresceínica, la Retinografía de campo amplio mostró una menor invasividad y mayor comodidad para el paciente (3)

En este sentido, la Retinografía de campo amplio se posiciona como una técnica efectiva en la detección de patologías retinianas en comparación con otras pruebas de exploración de fondo de ojo. Su alta sensibilidad, facilidad de uso y menor invasividad la convierten en una herramienta valiosa en el diagnóstico y seguimiento de enfermedades oculares (3)

5. Objetivos

5.1 Primarios

- Comparar la sensibilidad y especificidad de la Retinografía de campo amplio con otras pruebas de exploración de fondo de ojo en la detección de patologías retinianas.
- Determinar la utilidad clínica de la Retinografía de campo amplio en la monitorización y seguimiento de pacientes con patologías retinianas.

5.2 Secundarios

- Realizar un análisis para explorar posibles diferencias en la eficacia de la Retinografía de campo amplio según la patología retiniana evaluada.
- Construir un cuerpo de conclusiones y recomendaciones basadas en la evidencia obtenida de la revisión sistemática.

6. Materiales y Métodos

Se realizó una revisión bibliográfica de la literatura en los buscadores frecuentes de artículos de los últimos cinco años que se relacionan con el tema, Google académico, ERIC, Dialnet, Medline/Pubmed, Redalyc, Science Direct, Springer, Scielo, Elsevier, usando como descriptores el título del trabajo, uso de la Retinografía de campo amplio en la detección de patologías retinianas en comparación con otras pruebas de exploración de fondo de ojos, con énfasis en las más recientes y completas de los últimos 5 años y ampliando la búsqueda cuando fuera necesario a los últimos 10 años. Igualmente, se realizó una búsqueda en google académico con las tres palabras clave (sensibilidad y especificidad de la Retinografía de campo amplio con otras pruebas de exploración de fondo de ojo en la detección de patologías retinianas). Luego, como culminación del estado del arte del problema de investigación se presenta una tabla resumen de los aportes de cada uno de los autores al estudio. Se amplía el espectro del tiempo de los artículos, dependiendo de la necesidad de contar con información relevante relacionada con el tema.

6.1 Criterios de inclusión y exclusión

En el proceso de la selección de los artículos se incluyeron estudios de los últimos 6 años, artículos que tuvieran el contenido completo relacionado con el

tema, artículos que incluyeran el uso de la Retinografía de campo amplio en la visualización del fondo de ojo, tanto en inglés como en español.

Con el modelo PRISMA se llevó a cabo una búsqueda sistemática en diferentes bases de datos y fuentes de información relevantes. Esta búsqueda se realizó de manera exhaustiva y siguiendo un protocolo predefinido para asegurar la inclusión de todos los estudios relevantes.

En el uso del método PRISMA, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

-Antes de comenzar la revisión, se consideró importante establecer claramente el objetivo del estudio el cual es comparar la sensibilidad y especificidad de la Retinografía de campo amplio con otras pruebas de exploración de fondo de ojo en la detección de patologías retinianas.

-Utilizando bases de datos especializadas en Oftalmología y utilizando palabras clave relevantes, tales como Retinografía de campo amplio, se identificaron los estudios previos que inicialmente compararon la Retinografía con otras pruebas de exploración de fondo de ojo.

-Se revisaron los estudios identificados y se seleccionaron aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión, por ejemplo, estudios que compararon la Retinografía con otras pruebas tales como la angiografía fluoresceínica de campo ultra ancho.

-Se extrajeron los datos relevantes de los estudios seleccionados y se organizaron de manera sistemática. Por ejemplo, se registró información sobre, la visión general de las modalidades de imagen prevalentes, el diseño del estudio, el tamaño de la muestra, los resultados obtenidos, entre otros.

-Se evaluó la calidad de los estudios, utilizando el método PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para ponderar la calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión. Este método proporcionó una lista de verificación para garantizar la transparencia y la calidad en la presentación de la información. Con base en la lista se descartaron los artículos de inteligencia artificial y de algoritmos, quedando la

revisión con los estudios de campo de la imagen de fondo de ojo de campo amplio (UFI) para el diagnóstico de enfermedades oculares.

-Luego, se realizó un análisis y síntesis de los datos obtenidos de los estudios incluidos en la revisión, identificando patrones y tendencias en los resultados de la comparación de la Retinografía con otros procedimientos. Posteriormente, a partir de la síntesis de los resultados, se establecieron las conclusiones basadas en la evidencia disponible y se hicieron las recomendaciones para la práctica clínica, la investigación futura u otras aplicaciones relevantes en el campo.

6.2 Diseño

En el diseño de la revisión se utilizó el método PRISMA (4). Con este diseño se establece que es fundamental definir una pregunta de investigación precisa y clara antes de comenzar la búsqueda de artículos. Esta pregunta tiene que ser relevante para el tema de estudio y permitir la identificación de criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos. En este caso la pregunta de investigación es si ¿la sensibilidad y especificidad de la Retinografía de campo amplio permite un mejor diagnóstico con respecto a otras pruebas de exploración de fondo de ojo en la detección de patologías retinianas.

Se establecieron unos criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos en función de la pregunta de investigación y los objetivos del estudio. Estos criterios se consideran claros, y aplicados de manera sistemática para garantizar la replicabilidad del proceso. Se tomaron como criterios, la selección de los artículos de los últimos 5 años tanto en español como en inglés, en revistas indizadas listadas en bases de datos de consulta mundial, con un alto factor de impacto, se seleccionaron artículos de más de 5 años si se consideraron de interés para el estudio (4).

Para evitar artículos de fuentes no creíbles se introdujo como criterio de inclusión un parámetro de búsqueda, relacionado con el diseño de la investigación, el tamaño de la muestra, los métodos de recopilación de datos,

el análisis estadístico y la relevancia de los estudios, para el campo de la Oftalmología. De los artículos encontrados en la plataforma, varios fueron descartados por no seguir el tema de esta investigación. Igualmente, se tomó como otro criterio de inclusión artículos utilizados, que se correlacionaban directamente con los resultados esperados (4).

Igualmente se indican los estudios que salieron utilizando las ecuaciones de búsquedas y los que se dejaron una vez que se realizó la revisión.

-Número de estudios eliminados en revisión sistemática: 50

-Estudios excluidos en revisión bibliográfica: 10

-Criterios de exclusión en revisión de literatura: Artículos de opinión.

-Número de artículos descartados en investigación científica: 10

-Filtros aplicados en revisión de estudios: Short Notes.

7. Desarrollo del Tema

7.1 Resultados y discusión

En la revisión bibliográfica, se encontraron algunas limitaciones tales como la disponibilidad de información debido a que, la cantidad de estudios y publicaciones sobre Retinografía de campo amplio puede ser limitada, lo que puede dificultar la realización de una revisión bibliográfica exhaustiva. De igual manera, algunos estudios sobre Retinografía de campo amplio pueden tener limitaciones en sus metodologías o diseño experimental, lo que puede afectar la validez de los resultados y la interpretación de los hallazgos.

Así mismo, existe la posibilidad de que los estudios con resultados positivos tengan más probabilidades de ser publicados que aquellos con resultados negativos, lo que puede sesgar la revisión bibliográfica. Igualmente, los Diferentes autores pueden tener criterios diferentes para definir la Retinografía de campo amplio, lo que puede dificultar la comparación de estudios y la síntesis de la información.

Así mismo, la revisión bibliográfica puede estar limitada por la disponibilidad de estudios en un solo idioma, lo que puede resultar en la

exclusión de información relevante. También, debido a la complejidad y variedad de estudios sobre Retinografía de campo amplio, puede ser difícil llegar a un consenso sobre la interpretación de los resultados y su relevancia clínica. De igual manera, la selección de estudios para incluir en la revisión bibliográfica puede estar influenciada por factores personales o institucionales, lo que puede sesgar los resultados y conclusiones de la revisión.

Se encontraron 100 artículos que cumplían las ecuaciones de búsqueda mientras que tras un análisis detenido se seleccionaron 20 artículos.

En la tabla 1 se puede observar un resumen de los resultados.

Las variables que fueron abstraídas de los estudios revisados fueron: Enfermedades de fondo de ojo mediante angiografía, sistema automatizado para el proceso y mejora de imágenes en el diagnóstico de las enfermedades de la retina, modalidades de imagen prevalentes, imágenes de campo amplio oftalmoscopio laser de barrido focal (CSLO) y de imágenes de campo ultraancho (SLO), ultra imagen retiniana de campo amplio, fotografías de fondo de ojo de campo amplio vs la oftalmoscopia, comparación de imágenes de campo ultra amplio e imágenes estándar, calidad de las imágenes de fondo de ojo en color de campo ultra amplio, imágenes de campo ultraancho para detección de enfermedades comunes de fondo de ojo, identificación de la degeneración periférica de la retina mediante imágenes de fondo de ojo de campo ultra amplio.

En las modalidades de imagen prevalentes, Muchuchuti y Viriri, señalan que, las enfermedades más frecuentes de fondo de ojo, son la retinopatía diabética (RD), la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), el glaucoma y las enfermedades cardiovasculares. Por lo que, Si no se detectan a tiempo, estas enfermedades pueden conducir a una pérdida irreversible de la visión, lo que supone una pesada carga para las personas, las familias y las ya sobrecargadas economías, sobre todo en los países subdesarrollados. Por ello, la fundoscopia y la tomografía de coherencia óptica (OCT) han surgido como las modalidades no invasivas de imagen retiniana más prevalentes (3).

El análisis manual de las imágenes retinianas, de acuerdo con estos autores, es tedioso, requiere mucho tiempo y es propenso a la evaluación

subjetiva. Además, los oftalmólogos que deben interpretar las imágenes escasean, y más aún en los países subdesarrollados. Los retos citados de la detección manual de anomalías retinianas han dado lugar a la aparición de la clasificación y segmentación automática de enfermedades (3).

Por lo tanto, los autores señalan que, para detectar la presencia o ausencia de cada una de las enfermedades de la retina, los oftalmólogos experimentados utilizan imágenes de la retina captadas mediante cámaras de fondo de ojo o tomografía de coherencia óptica (OCT). Este proceso manual, requiere mucho tiempo, es tedioso y subjetivo, lo que dificulta la reproducibilidad de tales diagnósticos. El acceso a especialistas médicos y a infraestructuras es limitado en los países subdesarrollados, especialmente en el campo (3).

Ello deja margen para la detección automática de enfermedades de la retina, siempre que la precisión de la detección iguale o supere la de los expertos humanos y sea aceptable para las Asociaciones de Alimentos y Medicamentos (FDA) de los países anfitriones. La detección automática y la clasificación de las enfermedades de la retina también podrían ser útiles como tecnología de asistencia para aliviar la carga de los pocos oftalmólogos que hay en el mundo (3).

Kumar y colaboradores estudiaron las imágenes de campo amplio oftalmoscopio laser de barrido focal (CSLO) y de imágenes de campo ultraancho (SLO). Reportando que, la alineación de los puntos de referencia vasculares entre dos modalidades de imagen es importante para colocalizar con precisión diferentes patologías retinianas, especialmente en la periferia de la retina. Se utilizaron estas dos modalidades de imagen, ya que las imágenes de gran angular también son cada vez más populares, puesto que también pueden observarse lesiones retinianas o coroideas periféricas que pueden justificar una evaluación adicional (4).

La visualización de las lesiones retinianas o coroideas puede ser diferente utilizando distintas modalidades de imagen. Se encontró también que, la luz infrarroja de las imágenes de multicolor coroideas (MC) subestiman la extensión de las lesiones coroideas en un 33%. Una innovación del presente

estudio es que, se puede alinear y superponer con precisión imágenes de distintos tipos de cámaras de imagen gran angular para evaluar lesiones fuera del polo posterior de la retina. Esto será útil cuando se utilicen distintos instrumentos con especificaciones diferentes (4).

Domalpally y colaboradores en la variable de la ultra imagen retiniana de campo amplio. Señalan que estas imágenes de campo ultraancho han aportado nuevas observaciones en la población normal, así como en ojos con trastornos retinianos, incluidas enfermedades vasculares, enfermedades degenerativas, uveítis, degeneración macular asociada a la edad, tumores retinianos y coroideos y distrofias retinianas hereditarias. Las imágenes de campo ultra ancho con sus características angiográficas también pueden ser útiles en la clasificación precisa de los hemangioblastomas capilares retinianos. También ayudan a identificar y documentar lesiones no neoplásicas como las coriorretinopatías exudativo-hemorrágicas que se sabe que simulan tumores (12).

En las fotografías de fondo de ojo de campo amplio vs la oftalmoscopia. La imagen del fondo de ojo con angiografía fluoresceínica de campo ancho (UWF) podría ser una alternativa a la oftalmoscopia, ya que permite clasificar con precisión las principales enfermedades de la retina, ampliando la gama de trastornos que pueden diagnosticarse con tele oftalmología. Aunque el clínico debe ser consciente de la posibilidad de que una minoría de las lesiones más periféricas no se visualicen por completo, podría considerarse una modalidad diagnóstica de primera línea, en el contexto de un examen oftalmológico completo (13).

A pesar de ser el patrón oro actual para el examen de la periferia retiniana, la oftalmoscopia indirecta, así como la biomicroscopía del fondo de ojo central para los trastornos maculares, requieren un contacto estrecho con el paciente y necesitan un tiempo adecuado de evaluación. El amplio uso de las cámaras de fondo de ojo de campo ultraancho (CFOCU) ha ayudado a superar en parte estos obstáculos, permitiendo al clínico analizar las imágenes del fondo de ojo incluso a distancia, es decir, en un lugar distinto de la clínica, para reducir el tiempo de evaluación para el paciente y el clínico realizar el cribado

de trastornos retinianos, como la retinopatía diabética, y las lesiones retinianas periféricas (13).

Por lo tanto, las imágenes de fondo de ojo pueden considerarse de campo amplio cuando cubren un campo de retina igual o superior a 100°, mostrando, en una sola toma, las características retinianas anteriores a las ampollas venosas en los cuatro cuadrantes. Por el contrario, el término campo amplio debe utilizarse para las imágenes que muestran características retinianas más allá del polo posterior pero posteriores a la ampolla venosa del vórtice, en los cuatro cuadrantes (13).

Stino y colaboradores hicieron una comparación de imágenes de campo ultra amplio e imágenes estándar. Encontrando una concordancia moderada en la escala de gravedad del Estudio de Retinopatía Diabética de Tratamiento Precoz (ETDRS), entre las imágenes estándar de 7 campos e imágenes de campo ultraancho (ICU), lo que indica precaución al intercambiar datos de los 2 métodos. Ambos métodos mostraron una buena reproducibilidad para el resultado del ensayo clínico del cambio de 2 pasos. Igualmente, la escala ETDRS global proporciona una puntuación completa para incorporar los cambios periféricos a la escala. Aún no se han determinado las implicaciones de la escala global en la tasa de progresión (14).

El estudio sobre la retinopatía diabética (RD), según los autores, estableció un protocolo de obtención de imágenes de 7 campos con la opción de capturar un campo periférico adicional si los nuevos vasos retinianos más graves se encontraban fuera de los 7 campos. La evolución de los protocolos de obtención de imágenes muestra la limitación de los sistemas de cámaras para captar la retina periférica a principios de la década de los 70. El desarrollo de cámaras de campo amplio aumentó la visión de la retina de 30° a 45° y 60°, por lo que, ayudó a reducir el número de imágenes necesarias para obtener imágenes de la región de 7 campos (14).

El protocolo de imagen de 4 campos amplios se volvió a utilizar en el año 2000 y se demostró que era equivalente a la imagen de 7 campos en la evaluación del RD. Con el tiempo, los protocolos de imagen de 7 campos y de 4 campos amplios siguieron siendo el patrón de referencia para la evaluación

del RD mediante la escala de gravedad del Estudio de Retinopatía Diabética de Tratamiento Temprano (ETDRS) (14).

Respecto a la calidad de las imágenes de fondo de ojo en color de campo ultra amplio. Con el Optos se obtuvieron como máximo dos imágenes, la mejor de las cuales se utilizó para la clasificación. La imagen Clarus final consta de dos imágenes separadas (nasal y temporal), lo que da un total de 4 imágenes tomadas por paciente, de las que se utilizaron las mejores para el análisis. La secuencia de adquisición de imágenes con el Optos y el dispositivo Clarus se alternó entre las adquisiciones (15).

Hasta la fecha se dispone de modalidades de imagen avanzadas que permiten visualizar hasta zonas periféricas lejanas de la retina. Los dispositivos de imagen de campo amplio (DICA) tienen un campo de visión (CV) de 60°-100° y permiten visualizar la periferia media. Los dispositivos de imagen de campo ultraancho (DICU) tienen un campo de visión de hasta 220°, representan un área de más de 3 veces el tamaño del 7SF e incluyen la visualización de la periferia lejana (15).

El software Optos Advance™ permite la documentación y el seguimiento, así como el análisis, incluidas herramientas de medición. Además, pueden combinarse varias imágenes en un montaje de 220° que visualiza el 97% de la retina. Otro nuevo dispositivo disponible comercialmente es el Zeiss Clarus 700 (Carl Zeiss Meditec AG, Oberkochen, GER). Existen, además, diferentes modalidades de imagen de campo amplio, y en este modo se captura una sola imagen de 133° en menos de 0,2 s. En el modo campo amplio se combinan dos imágenes para crear un montaje de 200° (15).

Sun y colaboradores analizando las imágenes de campo ultraancho para detección de enfermedades comunes de fondo de ojo. Enfatizan que, a partir del estudio comparativo del rendimiento del modelo de aprendizaje profundo, se obtuvo un alto rendimiento en los tres conjuntos de pruebas utilizando el modelo de clasificación multi enfermedad con imágenes de campo ancho, con un tamaño de muestra pequeño y una inferencia rápida del modelo. El rendimiento del modelo de inteligencia artificial fue comparable al de un médico con 2-5 años de experiencia en enfermedades del fondo de ojo en un hospital

terciario de referencia. Se espera que el modelo se utilice como ayuda eficaz para el cribado de enfermedades del fondo de ojo (16).

Referente a la identificación de la degeneración periférica de la retina mediante imágenes de fondo de ojo de campo ultra amplio. Tan y otros autores, en su estudio no clasificó la degeneración reticular y las roturas de retina de forma independiente, lo que puede dificultar su aplicación clínica. En la práctica clínica, la degeneración reticular y las roturas de retina son lesiones con implicaciones y riesgos muy diferentes para el desarrollo de la degeneración de la retina (17).

Yi-Wen y colaboradores, en la variable detección de la degeneración periférica de la retina temprana. El marco basado en aprendizaje profundo de dos etapas mejoró la eficiencia del aprendizaje automático para imágenes de fondo de ojo con alta resolución y hubo muchos factores de interferencia al maximizar la retención de información válida y comprimir el tamaño del archivo de imagen (18).

Cabe destacar que, la llegada de las imágenes del fondo de ojo de campo ultra amplio (UWF), por sus siglas en inglés, ha hecho posible observar casi todo el fondo de ojo a través de una pupila no midriática con una vista de 200°, incluido el polo posterior y las regiones periféricas. Puesto que, con guía de la posición del ojo, se puede observar casi todas las afecciones de la retina (18).

La tecnología de fotografía de fondo de ojo UWF, mejora la eficiencia del examen del fondo de ojo en más de un 30% en comparación con el modo de examen tradicional. Por lo tanto, la fotografía UWF se ha convertido en una herramienta necesaria para el examen del fondo de ojo. Según un estudio anterior, la degeneración periférica de la retina (incluida la degeneración en caracol, la degeneración en red y la degeneración microquística), el blanco sin presión y el penacho vitreoretiniano son las enfermedades periféricas de la retina más comunes observadas (18).

Los estudios han demostrado que estos signos no conllevan un alto riesgo de eventos clínicos como desprendimiento de retina o hemorragia vítrea, y generalmente se recomiendan exámenes periódicos en el trabajo clínico, a

excepción de la degeneración reticular, que se relaciona directamente con el desprendimiento de retina en un 20% (18).

En la detección de lesiones retinianas periféricas con imágenes de fondo de ojo de campo ultra ancho. El clasificador multietiqueta tuvo un rendimiento significativamente mejor en la detección del penacho quístico de retina que el clasificador binario (AUROC= 0,9781 frente a 0,6112, $P < 0,001$). El modelo mostró un rendimiento comparable al de los expertos humanos. Este nuevo modelo DL de clasificador multietiqueta es capaz de detectar de forma automática, precisa y precoz lesiones retinianas periféricas clínicamente significativas con varios tamaños de muestra. Puede aplicarse en el cribado de la retina periférica en clínicas (18).

De igual manera, Li y colaboradores señalan que, el desprendimiento de retina regmatógeno (DRR) es una enfermedad que pone en peligro la visión y que afecta a entre 10 y 20 personas por cada 100.000 al año en diferentes poblaciones. La aparición del DRR está asociada a la edad, la cirugía de cataratas y la miopía. También se asocia a complicaciones retinianas graves, entre las que se incluyen el penacho quístico de retina (PQR), la degeneración reticular y las roturas retinianas. El PQR es una pequeña lesión elevada de color blanco calcáreo con fuertes adherencias vítreo retinianas, que representa el 36% de los desgarros traccionales vítreo retinianos postorales en autopsias y el 5%-10% de los DRR (21).

La degeneración de la red es caracterizada por el adelgazamiento de la retina y atrofia, con un predominio de 6%-8%, y asociada con el 78% de roturas retinianas en el vitreous detachment posterior. Por ello, la rotura retiniana, es un defecto neuro sensorial de la retina del lino-grueso secundario generalmente al vitreous posterior y separación, que la tarifa de la detección de las roturas retinianas iniciales en centros del ojo era 21.7% (gama =8.2%-47.6%) por un meta-analysis (21).

Los desgarros de retina se presentan en el 26,5% de los pacientes diagnosticados de desprendimiento de retina periférico, y son responsables de hasta el 64% de los fracasos clínicos de la cirugía de desprendimiento de retina. Tanto los desgarros de retina como la degeneración de la red son

factores de riesgo de desprendimiento de retina. Los ensayos clínicos investigaron si las intervenciones de adhesión mediante fotocoagulación con láser o crioterapia en roturas de retina asintomáticas y degeneración de la red podrían prevenir el desprendimiento de retina (21).

De igual manera, en esta variable detección temprana, de la degeneración periférica de la retina. Se utilizaron más de mil imágenes de fondo de ojo UWF para desarrollar el modelo de aprendizaje profundo. Los resultados del estudio comparativo revelaron que el marco propuesto logró un rendimiento competitivo en comparación con las líneas de base existentes, al tiempo que demostró un tiempo de inferencia significativamente más rápido. Los modelos de clasificación desarrollados alcanzaron un promedio de 0,879 en seis casos diferentes de retina en el conjunto de datos de validación externa (22).

Seguidamente se presenta una tabla con los resultados producto de los criterios de búsqueda con la palabra clave en la toma de decisiones clínicas.

Los resultados se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Aportes de los autores revisados

Autor y Año	Título	Fuente	Objetivo	Variable	Tipo de Estudio	Aporte al estudio
Nguyen et al.,	Diagnóstico de enfermedades de la retina mediante aprendizaje profundo en imágenes de fondo de ojo de campo ultraancho.	MDPI	Desarrollar un sistema automatizado que procesa y mejora un conjunto de datos de imágenes. Incluye la mejora del brillo y el contraste, seguida de la aplicación de la extracción de características, el aumento de datos y la clasificación de imágenes, integrados con redes neuronales convolucionales.	Sistema automatizado para el proceso y mejora de imágenes en el diagnóstico de las enfermedades de la retina.	Mejora del brillo y el contraste, seguida de la extracción de característica, aumento de datos y la clasificación de imágenes.	Los resultados demostraron el potencial de la utilización de modelos de aprendizaje profundo en el campo de ojo de campo amplio (UFI) para el diagnóstico de enfermedades oculares. La elevada puntuación de área bajo la curva (AUC) obtenida con el aprendizaje profundo es especialmente destacable, ya que es un claro indicador de la capacidad del modelo para distinguir entre condiciones sanas y enfermas.
Muchuchuti, S., Viriri S.	Detección de enfermedades	MDPI	Revisar las patologías	Modalidades de imagen	Revisión	Las enfermedades más prevalentes son la

de la retina mediante técnicas de aprendizaje profundo: una revisión completa.

retinianas más comunes, ofrece una visión general de las modalidades de imagen prevalentes y presenta una evaluación crítica de la investigación actual en aprendizaje profundo para la detección y clasificación del glaucoma, la retinopatía diabética, la degeneración macular asociada a la edad y múltiples enfermedades retinianas.

prevalentes. sistemática.

retinopatía diabética (RD), la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), el glaucoma y las enfermedades cardiovasculares. Si no se detectan a tiempo, estas enfermedades pueden conducir a una pérdida irreversible de la visión, lo que supone una pesada carga para las personas, las familias y las ya sobrecargadas economías, sobre todo en los países subdesarrollados. La fundoscopia y la tomografía de coherencia óptica (OCT) han surgido como las modalidades no invasivas de imagen retiniana más prevalentes.

Kumar et al.,	Ultra -Imagen retiniana de campo amplio: una perspectiva clínica más amplia.	PubMed Central	Hacer una revisión bibliográfica de la ultra imagen retiniana de campo amplio. Para describir la utilidad de las imágenes de campo ultraancho en diversos trastornos de la retina.	La ultra imagen retiniana de campo amplio.	Revisión sistemática	Las imágenes de campo ultraancho han aportado nuevas observaciones en la población normal, así como en ojos con trastornos retinianos, incluidas enfermedades vasculares, enfermedades degenerativas, uveítis, degeneración macular asociada a la edad, tumores retinianos y coroideos y distrofias retinianas hereditarias. Las imágenes de campo ultra ancho con sus características angiográficas también pueden ser útiles en la clasificación precisa de los hemangioblastomas capilares retinianos.
Midena et al.,	Comparación de la fotografía de fondo de ojo de campo amplio con la oftalmoscopia en el diagnóstico y la clasificación de las principales enfermedades de la retina.	Scientific Report	Comparar fotografías de fondo de ojo de campo amplio con la oftalmoscopia en la detección de enfermedades de la retina.	Fotografías de fondo de ojo de campo amplio vs la oftalmoscopia.	Investigación clínica.	La imagen del fondo de ojo con angiografía fluoresceínica de campo ancho (UWF) podría ser una alternativa a la oftalmoscopia, ya que permite clasificar con precisión las principales enfermedades de la retina, ampliando la gama de trastornos que pueden diagnosticarse con tele oftalmología. Aunque el clínico debe

ser consciente de la posibilidad de que una minoría de las lesiones más periféricas no se visualicen por completo, podría considerarse una modalidad diagnóstica de primera línea, en el contexto de un examen oftalmológico completo.

Domalpally A, Barrett N, Reimers J, Blodi B.	Comparación de imágenes de campo ultra amplio e imágenes estándar en la evaluación de la escala de gravedad de la retinopatía diabética del tratamiento temprano.	Elsevier	Comparar los niveles de gravedad del Estudio de Retinopatía Diabética de Tratamiento Temprano (ETDRS) entre las imágenes estándar de 7 campos y las imágenes de campo ultraancho (UWF)	Comparación de imágenes de campo ultra amplio e imágenes estándar.	Estudio transversal.	Se encontró una concordancia moderada en la escala de gravedad de RD ETDRS entre las imágenes estándar de 7 campos y UWF, lo que indica precaución al intercambiar datos de los 2 métodos. Ambos métodos mostraron una buena reproducibilidad para el resultado del ensayo clínico del cambio de 2 pasos.
Stino, H., Riessland, S., Sedova, A. et al.,	Comparación de dos dispositivos de imágenes de fondo de ojo en color de campo ultra amplio para la visualización de la periferia de la retina y las lesiones microvasculares en pacientes con retinopatía diabética temprana.	Scientific Report	Evaluar la calidad de la imagen por un evaluador de la estructura vascular y calificar la calidad cuando la nitidez central era reducida y/o se apreciaban artefactos como sombras o destellos en el centro de la imagen.	Calidad de las imágenes de fondo de ojo en color de campo ultra amplio.	Serie de casos prospectiva, observacional y transversal.	Con el Optos se obtuvieron como máximo dos imágenes, la mejor de las cuales se utilizó para la clasificación. La imagen Clarus final consta de dos imágenes separadas (nasal y temporal), lo que da un total de 4 imágenes tomadas por paciente, de las que se utilizaron las mejores para el análisis. La secuencia de adquisición de imágenes con el Optos y el dispositivo Clarus se alternó entre las adquisiciones.
Sun, G., Wang, X., Xu, L. et al.	Aprendizaje profundo para la detección de múltiples enfermedades del fondo de ojo mediante imágenes de campo ultraancho.	Springer	Diseñar y evaluar un modelo de aprendizaje profundo basado en imágenes de campo ultraancho (UWFI) que pueda detectar varias enfermedades comunes del fondo de ojo.	Imágenes de campo ultraancho para detección de enfermedades comunes de fondo de ojo.	Estudio comparativo del rendimiento del modelo de aprendizaje profundo	Se obtuvo un alto rendimiento en los tres conjuntos de pruebas utilizando el modelo de clasificación multi enfermedad con imágenes de campo ancho, con un tamaño de muestra pequeño y una inferencia rápida del modelo.
Tan, T., Ting D., Wong, T., Sim, D.	Aprendizaje profundo para la identificación de la degeneración periférica de la retina mediante imágenes de	PubMed Central	Identificar la degeneración periférica de la retina mediante imágenes de fondo de ojo de campo ultra	Identificación de la degeneración periférica de la retina	Revisión sistemática.	Como bien señalan los autores, su estudio no clasificó la degeneración reticular y las roturas de retina de forma independiente, lo que puede dificultar su

	fondo de ojo de campo ultra amplio: ¿es suficiente para la traducción clínica?		amplio.	mediante imágenes de fondo de ojo de campo ultra amplio.		aplicación clínica. En la práctica clínica, la degeneración reticular y las roturas de retina son lesiones con implicaciones y riesgos muy diferentes para el desarrollo de la degeneración de la retina.
Yi-Wen et al., (2023).	Detección automática de lesiones retinianas periféricas a partir de imágenes de fondo de ojo de campo ultraancho mediante aprendizaje profundo.	Research gate.	Establecer un algoritmo de aprendizaje profundo (DL) basado en múltiples etiquetas para la detección y categorización automática de lesiones retinianas periféricas clínicamente significativas utilizando imágenes de fondo de ojo de campo ultra ancho.	Detección de lesiones retinianas periféricas con imágenes de fondo de ojo de campo ultra ancho.	Desarrollo de un clasificador multietiqueta para detectar el desprendimiento de retina regmatógeno, el penacho quístico de retina, la degeneración reticular y las roturas retinianas.	El clasificador multietiqueta tuvo un rendimiento significativamente mejor en la detección del penacho quístico de retina que el clasificador binario (AUROC= 0,9781 frente a 0,6112, P < 0,001). El modelo mostró un rendimiento comparable al de los expertos humanos.
Li, Z., Guo, C., Nie, D. et al.	Aprendizaje profundo para detectar desprendimiento de retina y discernir el estado macular mediante imágenes de fondo de ojo de campo ultra amplio.	Communication biology.	Desarrollar un sistema de aprendizaje profundo en cascada basado en las imágenes de fondo de ojo de campo ultra amplio para la detección automatizada de desprendimientos de retina y el discernimiento de desprendimientos de retina maculares on/off.	Desprendimiento Retina.	Investigación clínica.	El sistema AP puede proporcionar automáticamente orientación a los pacientes sobre la postura preoperatoria adecuada para reducir la progresión del desprendimiento de retina y la urgencia de la reparación del desprendimiento de retina.

Nota: Elaboración propia

8. Conclusiones

Se realizó una revisión sistemática usando el método PRISMA para analizar el uso de la Retinografía de campo amplio en la detección de patologías retinianas en comparación con otras pruebas de exploración de fondo de ojo.

Por lo tanto, se concluye que, la periferia de la retina se ve afectada en diversos trastornos retinianos y coroides. Hasta ahora, las cámaras de fondo de ojo tradicionales sólo captaban 30-50° de retina y la retina periférica permanecía sin documentar. La documentación es importante no sólo para la gestión, el control y el seguimiento de las enfermedades de la retina, sino que también desempeña un papel insustituible en la enseñanza de la medicina, la educación de los pacientes y el asesoramiento. El papel de la documentación en la era moderna de la medicina legal y la telemedicina es aún más importante.

Además, se concluye que, la cuantificación sigue siendo un problema importante. El estudio de la retinopatía diabética (RD) hizo el primer intento de capturar más área retiniana, realizando un montaje de 7 campos estándar de 30 grados, con lo que se podían capturar hasta 75 grados de retina. Sin embargo, las técnicas de montaje dependen de la buena cooperación del paciente, de la estabilidad de la fijación y requieren mucho tiempo. Además, los fenómenos ópticos periféricos y los artefactos afectan a la obtención de imágenes.

Desde entonces se han desarrollado varios sistemas de captación de imágenes de campo amplio,. Sin embargo, muchos de ellos implican el contacto directo con el paciente y son engorrosos e incómodos también para el técnico de captura. Sin embargo, recientemente, existen otros equipos que no requiere contacto y proporcionan imágenes de campo amplio en color real de hasta 133°. También se han introducido recientemente opciones de imagen multimodal con una visión de 163°.

De igual manera se concluye que, el sistema de obtención de imágenes de campo ultraancho (UWF), permite capturar 200 grados de retina (aproximadamente el 82% de la superficie retiniana) en una sola captura. Proporciona imágenes sin contacto y de alta resolución de la retina con rapidez, incluso a través de una pupila pequeña, utilizando un espejo elipsoidal y tecnología de punto virtual. Este equipo se basa en el oftalmoscopio láser de barrido confocal y utiliza láser rojo (633 nm) y verde (532 nm) para las

imágenes en color, láser azul (488 nm) para la angiografía con fluoresceína del fondo de ojo (FFO), láser verde para la autofluorescencia del fondo de ojo (AFFO) y láser infrarrojo (802 nm) para la angiografía con verde de indocianina (AVI).

No hay una definición exacta de imagen de campo amplio o ultraamplio. Por ello, en esta materia se ha establecido que el término campo amplio debe utilizarse para las imágenes que muestran las características de la retina más allá del polo posterior, pero posterior a la ampolla de la vena vortex en los cuatro cuadrantes, mientras que UWF debe restringirse a las imágenes en una sola captura que muestran las características de la retina anterior a la ampolla de la vena vortex en los cuatro cuadrantes. En consecuencia, una imagen que puede detallar de ora a ora en 360 grados, se denomina panretiniana. Aunque las técnicas de montaje con estos equipos, pueden producir imágenes panretinianas, ningún dispositivo hasta ahora puede capturar tal imagen en un solo clic.

9. Bibliografía

1. Wang, X., Li, H., Zheng, H. et al. Automatic Detection of 30 Fundus Diseases Using Ultra-Widefield Fluorescein Angiography with Deep Experts Aggregation. *Ophthalmol Ther* 13, 1125–1144 (2024). <https://doi.org/10.1007/s40123-024-00900-7>. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40123-024-00900-7>
2. Nguyen TD, Le D-T, Bum J, Kim S, Song SJ, Choo H. Retinal Disease Diagnosis Using Deep Learning on Ultra-Wide-Field Fundus Images. *Diagnostics*. 2024; 14(1):105. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14010105>
3. Muchuchuti S, Viriri S. Retinal Disease Detection Using Deep Learning Techniques: A Comprehensive Review. *Journal of Imaging*. 2023; 9(4):84. <https://doi.org/10.3390/jimaging9040084>
4. Kalaw, F., Cavichini, M., Zhang, J. et al. Ultra-wide field and new wide field composite retinal image registration with AI-enabled pipeline and 3D distortion

- correction algorithm. *Eye* 38, 1189–1195 (2024).
<https://doi.org/10.1038/s41433-023-02868-3>
5. Standord Medicine 25. Fundoscopic / Ophthalmoscopic Exam (2023).
<https://stanfordmedicine25.stanford.edu/the25/fundoscopical.html>
6. Young, S. Binocular Indirect Ophthalmoscopy. (2023).
https://eyewiki.aao.org/Binocular_Indirect_Ophthalmoscopy
7. Gupta A, Singh P, Tripathy K. Auxiliary Lenses for Slit-Lamp Examination of the Retina. [Updated 2023 Aug 25]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK587346/>
8. Patel, S., Shi, A., Wibbelsman, T., & Klufas, M. (2020). Ultra-widefield retinal imaging: an update on recent advances. *Therapeutic Advances in Ophthalmology*. 12. 251584141989949. 10.1177/2515841419899495.
9. Cicinelli, M., Marmamula, S., & Khanna, R. Comprehensive eye care - Issues, challenges, and way forward. *Indian J Ophthalmol*. 2020 Feb;68(2):316-323. doi: 10.4103/ijo.IJO_17_19. PMID: 31957719; PMCID: PMC7003576.
10. Cicinelli, M., Marmamula, S., Khanna, R. Comprehensive eye care - Issues, challenges, and way forward. *Indian J Ophthalmol*. 2020 Feb;68(2):316-323. doi: 10.4103/ijo.IJO_17_19. PMID: 31957719; PMCID: PMC7003576.
11. Gwénola, D., Fajnkuchen, F., Amari, F., Bodaghi, B., & Giocanti-Aurégan, A. Comparison between Ultra-Widefield and 7-Standard Field Angiography for Proliferative Sickle Cell Retinopathy Screening, Follow-up and Classification. *Journal of Ophthalmology & Clinical Research*, 2019, DOI:10.24966/OCR-8887/100060. <https://www.heraldopenaccess.us/openaccess/comparison-between-ultra-widefield-and-7-standard-field-angiography-for-proliferative-sickle-cell-retinopathy-screening-follow-up-and-classification>
12. Kumar, V., Surve, A., Kumawat, D., Takkar, B., Azad, S., Chawla, R., Shroff, D., Arora, A., Singh, R., Venkatesh, P. Ultra-wide field retinal imaging: A wider clinical perspective. *Indian J Ophthalmol*. 2021

13. Midená, E., Marchione, G., Di Giorgio, S. et al. Ultra-wide-field fundus photography compared to ophthalmoscopy in diagnosing and classifying major retinal diseases. *Sci Rep* 12, 19287 (2022).
14. Domalpally A, Barrett N, Reimers J, Blodi B. Comparison of Ultra-Widefield Imaging and Standard Imaging in Assessment of Early Treatment Diabetic Retinopathy Severity Scale. *Ophthalmol Sci*. 2021 May 26;1(2):100029. doi: 10.1016/j.xops.2021.
15. Stino, H., Riessland, S., Sedova, A. et al. Comparison of two ultra-widefield color-fundus imaging devices for visualization of retinal periphery and microvascular lesions in patients with early diabetic retinopathy. *Sci Rep* 12, 17449 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21319-9>
16. Sun, G., Wang, X., Xu, L. et al. Deep Learning for the Detection of Multiple Fundus Diseases Using Ultra-widefield Images. *Ophthalmol Ther* 12, 895–907 (2023). <https://doi.org/10.1007/s40123-022-00627-3>
17. Tan, T., Ting, D., Wong, T., Sim, D. Deep learning for identification of peripheral retinal degeneration using ultra-wide-field fundus images: is it sufficient for clinical translation? *Ann Transl Med*. 2020 May;8(10):611. doi: 10.21037/atm.2020.03.142. PMID: 32566548; PMCID: PMC7290643.
18. Tengyun, W., Lie, J., Xuefei, F., Bin, W., Zongyuan, G., Yong, L. Deep Learning Detection of Early Retinal Peripheral Degeneration From Ultra-Widefield Fundus Photographs of Asymptomatic Young Adult (17–19 Years) Candidates to Airforce Cadets.
19. Yi-Wen, T., Jie, J., Jian-Wei, L., Ji, W., Yun, W., Zibo, L., Zhanchi, H., Jian-Feng, Y., Tsz Kin, N., Mingzhi, Z., Chi, P., Ling-Ping, C., Automatic Detection of Peripheral Retinal Lesions from Ultrawide-Field Fundus Images Using Deep Learning, *Asia-Pacific Journal of Ophthalmology*, Volume 12, Issue 3, 2023, Pages 284-292
20. Wu, T., Ju, L., Fu, X., Wang, B., Ge, Z., Liu, Y. Deep Learning Detection of Early Retinal Peripheral Degeneration from Ultra-Widefield Fundus Photographs of Asymptomatic Young Adult (17-19 Years) Candidates to

Airforce Cadets. *Transl Vis Sci Technol.* 2024 Feb 1;13(2):1. doi: 10.1167/tvst.13.2.1. PMID: 38300623; PMCID: PMC10851781.

21. Li, Z., Guo, C., Nie, D. et al. Deep learning for detecting retinal detachment and discerning macular status using ultra-widefield fundus images. *Commun Biol* 3, 15 (2020).

22. Christ, M., Habra, O., Monnin, K., Vallotton, K., Sznitman, R., Wolf, S., Zinkernagel, M., Marquez, N. Deep Learning-Based Automated Detection of Retinal Breaks and Detachments on Fundus Photography *Translational Vision Science & Technology* April 2024, Vol.13, 1.

23. Yale, *Histology, Retina* (2023).

https://medcell.org/histology/sensory_systems_lab/retina.php#:~:text=The%20cellular%20layers%20of%20the,contains%20cell%20bodies%20of%20the

24. Rajalakshmi, R., Prathiba, V., Arulmalar, S., Usha, M. Review of retinal cameras for global coverage of diabetic retinopathy screening. *Eye (Lond)*. 2021 Jan;35(1):162-172. doi: 10.1038/s41433-020-01262-7. Epub 2020 Nov 9. PMID: 33168977; PMCID: PMC7852572.

10. Anexos

Tabla 1. Estudios Seleccionados

Autores y Año	Tipo de fuente
1. Wang, X., Li, H., Zheng, H. et al. Automatic Detection of 30 Fundus Diseases Using Ultra-Widefield Fluorescein Angiography with Deep Experts Aggregation. <i>Ophthalmol Ther</i> 13, 1125–1144 (2024)	Springer
2. Nguyen TD, Le D-T, Bum J, Kim S, Song SJ, Choo H. Retinal Disease Diagnosis Using Deep Learning on Ultra-Wide-Field Fundus Images. <i>Diagnostics</i> . 2024; 14(1):105.	MDPI
3. Muchuchuti S, Viriri S. Retinal Disease Detection Using Deep Learning Techniques: A Comprehensive Review. <i>Journal of Imaging</i> . 2023; 9(4):84	MDPI
4. Kalaw, F., Cavichini, M., Zhang, J. et al. Ultra-wide field and new wide field composite retinal image registration with AI-enabled pipeline and 3D distortion correction algorithm. <i>Eye</i> 38, 1189–1195 (2024).	Eye
5. Page, M., McKenzie, J., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., Mulrow, C., et al., (2020). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. <i>BMJ</i> 2021;372: n71. doi: 10.1136/bmj.n71. For more information, visit: http://www.prisma-statement.org	British Medical Journal (BMJ)
6. Kumar, V., Surve, A., Kumawat, D., Takkar, B., Azad, S., Chawla, R., Shroff, D., Arora, A., Singh, R., Venkatesh, P. Ultra-wide field retinal imaging: A wider clinical perspective. <i>Indian J Ophthalmol</i> . 2021	PubMed Central
7. Midená, E., Marchione, G., Di Giorgio, S. et al. Ultra-wide-field fundus photography compared to ophthalmoscopy in diagnosing and classifying major retinal diseases. <i>Sci Rep</i> 12, 19287 (2022).	Scientific Reports
8. Domalpally A, Barrett N, Reimers J, Blodi B. Comparison of Ultra-Widefield Imaging and Standard Imaging in Assessment of Early Treatment Diabetic Retinopathy Severity Scale. <i>Ophthalmol Sci</i> . 2021 May 26;1(2):100029. doi: 10.1016/j.xops.2021.	PubMed Central
9. Stino, H., Riessland, S., Sedova, A. et al. Comparison of two ultra-widefield color-fundus imaging devices for visualization of retinal periphery and microvascular lesions in patients with early diabetic retinopathy. <i>Sci Rep</i> 12, 17449 (2022).	Scientific Reports

https://doi.org/10.1038/s41598-022-21319-9	
10. Sun, G., Wang, X., Xu, L. et al. Deep Learning for the Detection of Multiple Fundus Diseases Using Ultra-widefield Images. <i>Ophthalmol Ther</i> 12, 895–907 (2023). https://doi.org/10.1007/s40123-022-00627-3	Springer
11. Tan TE, Ting DSW, Wong TY, Sim DA. Deep learning for identification of peripheral retinal degeneration using ultra-wide-field fundus images: is it sufficient for clinical translation? <i>Ann Transl Med.</i> 2020 May;8(10):611. doi: 10.21037/atm.2020.03.142. PMID: 32566548; PMCID: PMC7290643.	PubMed Central
12. Tengyun, W., Lie, J., Xuefei, F., Bin, W., Zongyuan, G., Yong, L. Deep Learning Detection of Early Retinal Peripheral Degeneration From Ultra-Widefield Fundus Photographs of Asymptomatic Young Adult (17–19 Years) Candidates to Airforce Cadets.	Translational Vision Science & Technology
13. Yi-Wen, T., Jie, J., Jian-Wei, L., Ji, W., Yun, W., Zibo, L., Zhanchi, H., Jian-Feng, Y., Tsz Kin, N., Mingzhi, Z., Chi, P., Ling-Ping, C., Automatic Detection of Peripheral Retinal Lesions from Ultrawide-Field Fundus Images Using Deep Learning, Asia-Pacific Journal of Ophthalmology, Volume 12, Issue 3, 2023, Pages 284-292	Elsevier
14. Wu, T., Ju, L., Fu, X., Wang, B., Ge, Z., Liu, Y. Deep Learning Detection of Early Retinal Peripheral Degeneration from Ultra-Widefield Fundus Photographs of Asymptomatic Young Adult (17-19 Years) Candidates to Airforce Cadets. <i>Transl Vis Sci Technol.</i> 2024 Feb 1;13(2):1. doi: 10.1167/tvst.13.2.1. PMID: 38300623; PMCID: PMC10851781.	PubMed Central
15. Li, Z., Guo, C., Nie, D. et al. Deep learning for detecting retinal detachment and discerning macular status using ultra-widefield fundus images. <i>Commun Biol</i> 3, 15 (2020).	Communications biology
16. Christ, M., Habra, O., Monnin, K., Vallotton, K., Sznitman, R., Wolf, S., Zinkernagel, M., Marquez, N. Deep Learning-Based Automated Detection of Retinal Breaks and Detachments on Fundus Photography <i>Translational Vision Science & Technology</i> April 2024, Vol.13, 1.	
17. Abitbol, E., Miere, A., Excoffier, J., et al Deep learning-based classification of retinal vascular diseases using ultra-widefield colour fundus photographs <i>BMJ Open Ophthalmology</i> 2022;7:e000924. doi: 10.1136/bmjophth-2021-	BMJ Open Ophthalmology

000924	
18. Parra-Mora, E., Cazañas-Gordón, A., and da Silva Cruz, L. "Detection of Peripheral Retinal Breaks in Ultra-widefield Images Using Deep Learning," 2021 Telecoms Conference (ConfTELE), Leiria, Portugal, 2021, pp. 1-5,	Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)
19. Miao, J., Yu, J., Zou, W., Su, N., Peng, Z., Wu, X., Huang, J., Fang, Y., Yuan, S., Xie, P., Huang, K., Chen, Q., Hu, Z., and Liu, Q. (2022) Deep Learning Models for Segmenting Non-Perfusion Area of Color Fundus Photographs in Patients with Branch Retinal Vein Occlusion. Front. Med. 9:794045. doi: 10.3389/fmed.2022.794045	Frontiers

Fuente: Elaboración propia

