

*Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila
Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola*

Tesis para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Oftalmología

Título:

*Efectividad del teléfono inteligente para el diagnóstico y fotodocumentación
de enfermedades del segmento posterior del ojo*

Autora: Dra. Roxana Moreno González

Ciego de Ávila
2021

*Universidad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila
Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola*

Tesis para optar por el título de Especialista de Primer Grado en Oftalmología

Título:

*Efectividad del teléfono inteligente para el diagnóstico y fotodocumentación
de enfermedades del segmento posterior del ojo*

Autora: Dra. Roxana Moreno González
Aspirante a Especialista de Primer Grado en Oftalmología

Tutora: Dra. Leticia Verona Ugando.
Especialista de Segundo Grado en Oftalmología.
Máster en Longevidad satisfactoria.
Profesor auxiliar.
Investigador agregado.

Asesor: Dr. Maikel Roque Morgado
Especialista de Primer Grado en MGI
Especialista de Primer Grado en Bioestadística
Máster en Atención integral al niño
Profesor asistente.

Ciego de Ávila
2021

DEDICATORIA

A mi hermano, por el cariño y el apoyo que me ha regalado en esta importante etapa de mi vida.

A mi padre, por impulsarme a ser galeno y enseñarme cuán hermoso y enaltecedor resulta el poder ayudar a un ser humano.

A mi madre, por la dedicación y el esmero.

A mi esposo, por la idea, el impulso, el amor y la complicidad eterna.

A mis abuelos, por la humildad y el cariño desmedido.

A mi tío Omar, porque aunque no logró verme graduada, su infinito amor me ha acompañado siempre.

Al profe Aldo Sigler, donde quiera que esté, por la confianza y el entusiasmo con que asumió esta investigación.

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores, por iniciarme en este fascinante mundo de la oftalmología, por el amor por lo que hacen (a veces contando con tan poco), por permitir que mis manos regalaran a muchas personas la oportunidad de ver nuevamente la luz, por el esmero y el tan bien recibido cariño.

A mi familia, por ser el pilar fundamental de mi vida.

A mi tutora, por su guía y sus consejos.

A mis compañeros de especialidad, por la oportunidad de compartir esta travesía.

A mis pacientes, por la confianza.

A mi país, por la oportunidad de lograr el sueño.

RESUMEN

Introducción: Existen varias enfermedades que afectan el segmento posterior del ojo y pueden diagnosticarse mediante oftalmoscopia directa o indirecta. También se utilizan equipos especializados para fotografiar este segmento. Entre los avances tecnológicos que han revolucionado este proceder, se encuentran los teléfonos inteligentes.

Objetivo: Evaluar la efectividad del teléfono inteligente para el diagnóstico y fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo.

Método: Se realizó un estudio correlacional analítico transversal en pacientes atendidos en el Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila. El universo lo conformaron 136 ojos de 68 pacientes a los que se les realizó fotodocumentación con el teléfono, y evaluación por oftalmoscopia binocular indirecta. Del universo se tomó una muestra de 81 ojos, mediante un muestreo no probabilístico intencional.

Resultados: El teléfono logró determinar los 17 casos con fondo de ojo normal y el resto de las alteraciones del segmento posterior, excepto un ojo con drusen del nervio óptico y una minoría de ojos con retinopatías diabética e hipertensiva. Para estas dos últimas enfermedades mostró 83% de sensibilidad y 100% de especificidad diagnóstica.

Conclusiones: El teléfono inteligente contribuyó al diagnóstico de enfermedades del segmento posterior de los ojos en la población estudiada, con una excelente efectividad en la mayoría de los casos. Las imágenes fotodocumentadas mostraron buena calidad.

Palabras clave: EFECTIVIDAD, TELÉFONO INTELIGENTE, SEGMENTO POSTERIOR DEL OJO.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Problema.....	2
1.2 Justificación.....	2
2. OBJETIVOS	3
3. MARCO TEÓRICO	4
3.1 Uso del teléfono inteligente como medio de fotodocumentación en la medicina y la oftalmología	4
3.2 Oftalmoscopia indirecta con TI	7
3.3 Hipótesis.....	8
4. MATERIALES Y MÉTODOS	8
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1 Aportes de la investigación	26
6. CONCLUSIONES	27
7. RECOMENDACIONES	28
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
9. ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

El ojo humano está formado por un segmento anterior y otro posterior; este último está integrado por la hialoides, el humor vítreo, la retina, la coroides, la esclera y el nervio óptico.⁽¹⁾ Son varias las enfermedades que, incluso desde edades tempranas, pueden afectar el segmento posterior,⁽²⁾ muchas de las cuales son causas importantes de ceguera, como por ejemplo la retinopatía diabética (RD), la degeneración macular asociada a la edad (DMAE) y el glaucoma.

Estas enfermedades del segmento posterior se diagnostican con el examen del fondo de ojo (FO), a través de la oftalmoscopia directa o mediante oftalmoscopia binocular indirecta (OBI). Además, se utilizan equipos especializados que permiten tomar y almacenar fotografías de este segmento.⁽³⁾

Con el propósito de documentar las imágenes del FO, se ha transitado por varias etapas de desarrollo tecnológico, hasta el surgimiento de la cámara de FO, la cual permite grabar, compartir imágenes y registrar evidencias de la presencia, la severidad y los cambios morfológicos de enfermedades del segmento posterior del ojo.⁽⁴⁾ Sin embargo, debido a su alto costo, difícil transportación por lo voluminoso de su equipamiento y la escasez de personal adiestrado, su uso generalizado resulta limitado o inaccesible para la mayoría de los países en desarrollo.^(5,6)

Entre los avances tecnológicos significativos que han revolucionado la fotografía del FO, resalta el uso de *smartphones* o teléfonos inteligentes (TI),⁽⁵⁾ que han favorecido la detección y fotodocumentación de enfermedades oftalmológicas de forma efectiva y asequible.⁽⁷⁾ Adicionalmente, las mejoras en las telecomunicaciones permiten que los TI compartan las imágenes obtenidas, lo cual facilita la realización de interconsultas especializadas a distancia⁽⁷⁾ y constituye una de las expresiones más novedosas en telesalud o telemedicina (en inglés, *e-medicine*).⁽⁸⁾

En el Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila, no se dispone de medios para fotodocumentar imágenes diagnósticas de pacientes con enfermedades del segmento posterior del ojo; y existe evidencia^(4,6) de que el TI ha demostrado similar efectividad diagnóstica que otros medios de fotodocumentación convencionales, particularmente la cámara de FO. Esta situación llevó al planteamiento del siguiente problema científico:

1.1. Problema

Se desconoce la efectividad del TI para el diagnóstico y fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo, en pacientes atendidos en consulta de vítreo-retina del Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila.

1.2 Justificación

Atendiendo a que el Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila, no cuenta con medios de fotodocumentación de imágenes para el diagnóstico de enfermedades del segmento posterior del ojo, se hace necesario evaluar la utilización del TI como alternativa económica, confortable, de fácil transportación y manejo.

Además, este dispositivo presenta efectividad diagnóstica similar a otros medios convencionales de fotodocumentación y podría facilitar la creación de galerías de imágenes para el diagnóstico y evolución postoperatoria del paciente, bajo criterios objetivos, comparables y contrastables.

La fotodocumentación con TI constituye una técnica novedosa a escala global, segura, sin efectos adversos demostrados hasta el momento, y de alta factibilidad por su bajo costo y sencilla utilización por parte del oftalmólogo entrenado.^(6,7)

2. OBJETIVOS

General

Evaluar la efectividad del TI para el diagnóstico y fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo, en pacientes atendidos en el Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila.

Específicos

1. Determinar la capacidad discriminatoria del TI frente a la OBI en los hallazgos del segmento posterior de los pacientes estudiados.
2. Identificar la capacidad del TI para fotodocumentar los hallazgos encontrados en el segmento posterior de los ojos del estudio.
3. Evaluar indicadores de efectividad diagnóstica de las enfermedades del segmento posterior del ojo mediante su fotodocumentación con el TI.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Uso del teléfono inteligente como medio de fotodocumentación en la medicina y la oftalmología

Los primeros en publicar fotografías de la retina fueron Jackman y Webster en 1886. El siguiente gran adelanto se le atribuye a Carl Zeiss en 1926 con la creación de la cámara de FO, que permitió avances significativos en este campo. La invención del tubo de flash electrónico hizo posible que la luz se dirigiera a través de la pupila, y en 1953 Hansell y Beeson lo conectaron con éxito a dicha cámara.⁽⁵⁾

La primera cámara digital fue inventada por Steven Sasson en Eastman Kodak, en 1975, y el cambio posterior de análogo a digital revolucionó el mantenimiento de registros médicos. Con la evolución de los sistemas de cámara y el transcurso de los años, se han obtenido imágenes más nítidas, opciones de campo amplio no midriáticas⁽⁵⁾ y, más recientemente, mayor portabilidad, con el advenimiento de cámaras digitales portátiles de retina y los TI.^(9,10)

La tecnología utilizada por los TI no solo permite captar y almacenar imágenes, sino también su envío a diferentes sitios para el intercambio de información médica, con el fin de mejorar el estado de salud del paciente, lo que se conoce como telemedicina.⁽¹¹⁾ Otros la definen como la asociación de los conocimientos médicos con las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones, para brindar una mejor atención de salud a distancia.⁽¹²⁾ Los programas de telemedicina se han utilizado tradicionalmente para proveer atención médica a lugares de acceso limitado, como los países en desarrollo.

La teleoftalmología es una rama de la telemedicina que ofrece atención oftalmológica a distancia, y cuyas imágenes son transferidas posteriormente, a través de la tecnología de telecomunicaciones, a especialistas oculares remotos.⁽¹¹⁾

El TI, es un dispositivo electrónico multifuncional con una avanzada capacidad de conexión y de procesamiento de datos. Está disponible desde 1993, cuando la empresa multinacional estadounidense IBM introdujo por primera vez *The Simon*.⁽¹³⁾ Cada TI permite realizar y recibir llamadas telefónicas y mensajes, así como posee una funcionalidad vanguardista mediante el uso de aplicaciones, navegación en la red, envío y recepción de correo electrónico, realización y procesamiento de fotos, videos y documentos.⁽¹⁴⁻¹⁶⁾

Grandes avances en el mercado de los TI han sido la introducción del iPhone de Apple en 2007, y la posterior creación del sistema operativo Android.⁽¹³⁾

Los adelantos tecnológicos siempre han tenido un gran impacto en la medicina. Grabar fotos o videos de las enfermedades resulta muy importante en la actuación médica.^(15,17) Las aplicaciones convierten a los TI en herramientas útiles en campos como la medicina basada en evidencia, la comunicación clínica móvil, la educación de pacientes, el autocontrol de enfermedades por parte del paciente y el monitoreo a distancia.⁽¹⁸⁾ La implementación de los TI con fines científicos también ha demostrado su utilidad en animales; es el caso de estudios retinianos *in vivo* en conejos.⁽¹⁹⁾

En la especialidad de oftalmología, los TI tienen una gran funcionalidad y un alto potencial para el futuro, debido a que algunos modelos están equipados con cámaras de alta resolución, y se utilizan cada vez más para la obtención de imágenes del segmento anterior y posterior.⁽²⁰⁻²³⁾ Por tanto, constituyen un método prometedor para el diagnóstico y seguimiento de afecciones oftalmológicas como glaucoma, catarata, enfermedades orbitarias, conjuntivales, retinianas, coroideas y óculo-tiroideas.⁽²³⁾ También se ha tenido éxito, mediante este método, en la fotodocumentación de procedimientos quirúrgicos a través del microscopio.⁽²⁰⁾

La disponibilidad cada vez mayor de los TI y su fácil transportación permiten que este medio de fotodocumentación sea aplicado también en las salas de emergencia o en los campamentos de asistencia médica, durante situaciones de desastre.⁽¹⁸⁾

Tal impacto ha alcanzado el empleo de los TI que se afirma que, sin lugar a dudas, estarán a la vanguardia del tamizaje de RD en los próximos años,⁽¹³⁾ y podrán ser utilizados por el propio paciente de forma eventual para realizar un autoexamen físico de la retina mediante el concepto de una *selfie de retina*, por medio de la fotografía del segmento posterior.⁽²⁴⁾

Los principios ópticos de la obtención de la imagen del segmento posterior con un TI se asemejan al examen del FO con la OBI. En este último método, el haz de luz se dirige hacia la retina del paciente y los rayos reflejados se condensan para obtener una imagen aérea real utilizando una lente de mano de +15 a +30 dioptrías (D). El examinador ve la imagen aérea invertida real que se encuentra a una distancia de 2 a 4 cm de la lente de mano, según sea la potencia de la lente. En el caso del TI, la linterna de la cámara reemplaza la fuente de luz indirecta del oftalmoscopio y la cámara del teléfono que graba la imagen aérea reemplaza el ojo del observador.⁽¹⁸⁾

Las cámaras de FO convencionales también se diseñan basándose en los mismos principios ópticos; la película de la cámara o el conjunto de sensores digitales se encuentran donde se forma la imagen aérea.⁽¹⁸⁾

La calidad de las imágenes de fondo tomadas por el TI podría ser comparable a la de las cámaras de FO⁽¹⁸⁾. Sin embargo, en un estudio realizado en la India, en el cual se comparó la fotografía de fondo del TI, la fotografía de fondo no midriática y la fotografía de fondos midriáticos, se encontraron limitaciones en la calidad de las imágenes de fondo tomadas por el TI al no detectar afecciones como la neovascularización fina o el edema macular, cuando la imagen estaba comprometida. Esta reducción en la calidad de las imágenes pudiera estar relacionada a comorbilidades de la enfermedad retiniana avanzada, como la catarata y la disminución de la dilatación fisiológica.⁽²⁵⁾

Por otra parte, médicos del Hospital Oftalmológico Wills, en Filadelfia, Estados Unidos de Norteamérica, demostraron recientemente que las imágenes obtenidas

por TI se acercaban a la calidad de las fotografías de la cámara de fondo tradicional y las superaban en algunos casos.⁽²⁶⁾ En la Universidad de Tsukuba, en Japón, un teléfono de marca iPhone se utilizó con éxito para la obtención de imágenes durante la realización de angiografía fluoresceínica.⁽²⁷⁾

La fotografía del segmento posterior del ojo con TI es una técnica segura.^(18,19) La linterna de la cámara del iPhone 4 es diez veces menos luminosa que la luz del oftalmoscopio indirecto convencional. Además, los niveles de la fuente de luz del TI son 150 veces inferiores al límite establecido por la Organización Internacional de Normalización para ocasionar daño térmico ocular y están 240 veces por debajo de esos límites para el riesgo fotoquímico. Aunque la intensidad de la luz y la energía no se han medido para otros modelos de TI, se sugiere que pueden estar muy por debajo de los márgenes de riesgo.⁽²⁸⁾

3.2 Oftalmoscopía indirecta con TI

La oftalmoscopía indirecta efectuada con TI es una técnica fácil de aprender por los oftalmólogos; se basa en los mismos principios ópticos y técnicas de oftalmoscopía indirecta estándar. Alcanza la visualización del fondo sosteniendo una lente de +20 D (o equivalente) en una mano y un TI en la otra. Este sistema funciona debido a que la mayoría de los TI colocan la fuente de luz casi de forma coaxial con la cámara del dispositivo.⁽²⁴⁾

En experiencias reportadas durante un proyecto humanitario en África, Furdova A. *et al*, utilizaron una distancia aproximada de 5 cm desde el ojo investigado a la lente y una distancia de la lente al TI de 25 a 30 cm, en habitación oscura y estando el paciente en midriasis medicamentosa. Las imágenes no se editaron de ninguna manera, como girado, volteado o invertido; y no se modificaron en su nitidez o contraste. Con el uso de la lente Volk esférica de 20 D y un TI con cámara de 4,2

megapíxeles y flash LED, la calidad de la documentación es suficiente para realizar un examen estándar del FO.⁽⁶⁾

El teléfono registra el examen como un video. El uso de aplicaciones como *Filmic Pro*, disponibles en el mercado, permiten el control independiente del enfoque, la exposición y la intensidad de la luz durante la filmación del video.⁽¹⁹⁾ Luego, se puede realizar una captura de pantalla del video grabado y guardar la imagen fija. Las imágenes captadas pueden ser usadas, a partir de ese momento, para el diagnóstico y evolución de diversas enfermedades del segmento posterior del ojo.⁽²⁴⁾

El procedimiento de captura de imágenes con una lente de oftalmoscopia indirecta y un TI es fácil de aprender por los proveedores de atención ocular, es bien tolerado por los pacientes y captura imágenes de alta calidad de los hallazgos oculares.⁽²²⁾

3.3 Hipótesis

El TI pudiera ser un medio efectivo para el diagnóstico y fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo, en pacientes atendidos en el Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio correlacional analítico transversal para evaluar la efectividad del TI para el diagnóstico y fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo, en pacientes atendidos en consulta de vítreo-retina del Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola de Ciego de Ávila, de julio de 2018 a marzo de 2020.

Universo y muestra

El universo de estudio estuvo conformado por 136 ojos de 68 pacientes atendidos en la consulta de vítreo-retina pertenecientes a la institución antes declarada, a los que se les realizó fotodocumentación por TI (en lo adelante FDTI) y examen por oftalmoscopia binocular indirecta (OBI), siendo utilizado este último para la evaluación como prueba diagnóstica definitiva (prueba *Gold standard* o prueba de Oro) de su afección.

De este universo se tomó una muestra de 81 ojos de los pacientes que cumplieron con los criterios del estudio (muestreo no probabilístico, intencional), como se refiere a continuación:

Criterio de inclusión

- Pacientes que dieron su conformidad a participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado (Anexo 1).

Criterios de exclusión

- Pacientes con opacidad de córnea, humor acuoso o cristalino.
- Pacientes que no lograron midriasis medicamentosa.

Métodos de obtención de la información

Se confeccionó un formulario de recolección de datos (Anexo 2) para registrar la información obtenida de las historias clínicas, así como los hallazgos del segmento posterior del ojo y método empleado para el diagnóstico. Se creó un archivo digital en una carpeta del sistema operativo Windows 10 con las imágenes obtenidas con el TI, identificadas por casos. Se elaboró además una base de datos con la utilización del programa Microsoft Excel 2013.

Principales variables de medición de respuesta

Variables de significado pronóstico relacionadas con el paciente				
Variables	Tipo	Operacionalización		Indicador
		Escala de clasificación	Descripción	
FO normal	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la ausencia de lesiones	Número y porcentaje según categoría
Retinopatía diabética	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Retinopatía Hipertensiva (RH)	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Corioretinopatía serosa central	Cualitativa nominal	Sí No	Según la presencia o	Número y porcentaje según

(CSC)	dicotómica		no de signos de la enfermedad	categoría
Hemovítreo	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Retinosis pigmentaria	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Nevus coroideo	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Trabeculares	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Agujero macular	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Toxoplasmosis ocular	Cualitativa nominal	Sí No	Según la presencia o	Número y porcentaje según

	dicotómica		no de signos de la enfermedad	categoría
Oclusión venosa central de la retina (OVCR)	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Oclusión arterial central de la retina (OACR)	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Papiledema	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Miopía degenerativa	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Hiperplasia del epitelio pigmentario	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Desprendimiento del vítreo posterior	Cualitativa nominal	Sí No	Según la presencia o	Número y porcentaje según

(DVP)	dicotómica		no de signos de la enfermedad	categoría
Desprendimiento de retina (DR)	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Atrofia del epitelio pigmentario	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Drusen del nervio óptico	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Fondo de ojo miópico	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Degeneración macular asociada a la edad	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría
Atrofia óptica	Cualitativa nominal	Sí No	Según la presencia o	Número y porcentaje según

	dicotómica		no de signos de la enfermedad	categoría
Membrana neovascular coroidea (MNC)	Cualitativa nominal dicotómica	Sí No	Según la presencia o no de signos de la enfermedad	Número y porcentaje según categoría

Metodología utilizada para la fotodocumentación con TI

A cada paciente se le realizó interrogatorio y examen físico oftalmológico. Posteriormente, se tomaron las imágenes del segmento posterior del ojo mediante el teléfono Lenovo K33b36, en combinación con una lente Volk esférica de +20 D. La distancia utilizada de la lente al ojo investigado fue de aproximadamente 5 cm, y de la lente al teléfono 15 a 20 cm con ayuda del adaptador *Ophthalmic Docs Fundus* (*oDocs Fundus*), un dispositivo disponible en el mercado⁽²⁹⁾ y adquirido a propósito de la investigación (Anexo 3). Este adaptador facilitó la realización del procedimiento, aunque no resulta imprescindible.

Se colocó a los pacientes en posición de decúbito supino, con el local de consulta a oscuras; la única fuente de luz empleada fue el flash LED del propio TI. (Anexo 4) El proceso de documentación fotográfica se realizó en midriasis con colirio de Fenilefrina al 10% más Tropicamida al 1%.

El teléfono registró el examen como un video, utilizando para ello la aplicación predeterminada de la cámara. Después, en una computadora portátil ASUS GL752V, se realizaron capturas de pantalla del video grabado y se guardaron las imágenes fijas, las cuales fueron recortadas utilizando la herramienta “recortar” de Microsoft Power Point 2013.

En el caso de las degeneraciones retinianas denominadas trabeculares, es importante señalar que su fotodocumentación se tornó más compleja. Se requirió de un ayudante para realizar la indentación, debido a que son lesiones que aparecen en la periferia de la retina y añaden cierta dificultad para manipular el indentador y la lente con la misma mano, pues con la otra se sujeta el TI.

En cuanto al DVP, el diagnóstico se hizo a partir del video grabado por el TI y no por las imágenes fijas. La estructura anular correspondiente al anillo de Weiss (cuando es un DVP completo), al encontrarse flotando en el gel vítreo, puede observarse o no en una imagen que no esté en movimiento, en dependencia de la dirección del ojo al ser captada.

Métodos de procesamiento de la información y técnicas utilizadas

Para evaluar la efectividad del TI para el diagnóstico y fotodocumentación del segmento posterior del ojo, se procedió a realizar el análisis de los datos y se compararon los resultados de la aplicación de la FDTI con los resultados de la OBI, de uso difundido y eficacia reconocida, utilizada como “criterio de verdad”. Los indicadores evaluados fueron sensibilidad, especificidad y valores predictivos. También se utilizó la estadística descriptiva basada en frecuencias absolutas y relativas.

Según Vizcaino-Salazar,⁽³⁰⁾ la exactitud diagnóstica de una prueba suele expresarse en términos de sensibilidad y especificidad diagnósticas. Cuando se utiliza una prueba de condición dicotómica (cuyos resultados se pueden interpretar solo directamente como positivos o negativos), la sensibilidad diagnóstica es reconocida como la probabilidad de la prueba de identificar correctamente a todos los individuos enfermos (fracción de verdaderos positivos), y la especificidad diagnóstica se refiere a la probabilidad de identificar correctamente a todos los individuos sanos (fracción de verdaderos negativos). De esta manera, se establecieron cuatro categorías (excluyentes):

- la prueba identifica correctamente (prueba positiva) al sujeto enfermo, lo que se conoce como verdadero positivo (VP);
- la prueba no identifica correctamente (prueba negativa) al sujeto enfermo, lo que se conoce como falso negativo (FN);
- la prueba identifica correctamente al sujeto sano, lo que se conoce como verdadero negativo (VN);
- la prueba no identifica correctamente al sujeto sano, lo que se conoce como falso positivo (FP).

Los datos obtenidos se representaron en una tabla de contingencia, teniendo en cuenta los resultados de la prueba y su estado respecto a la enfermedad. De esta se determinaron los diferentes cálculos necesarios para estimar su efectividad diagnóstica.

Modelo de categorías y organización de datos para evaluar la efectividad diagnóstica

Hallazgos (FDTI)	Hallazgos (OBI)		Total
	Presente	Ausente	
Positivo	<i>Verdadero Positivo</i> (VP)	<i>Falso Positivo</i> (FP)	<i>Total de positivos</i>
Negativo	<i>Falso Negativo</i> (FN)	<i>Verdadero Negativo</i> (VN)	<i>Total de negativos</i>
Total	<i>Total de enfermos</i>	<i>Total de sanos</i>	<i>N</i>

La *sensibilidad* se calculó como la proporción (porcentaje) de pacientes que tienen la enfermedad y tengan una prueba positiva:⁽³⁰⁾

$$\text{Sensibilidad} = \frac{\text{Verdaderos Positivos}}{\text{Total de enfermos}}$$

La especificidad se calculó como la proporción (porcentaje) de pacientes que no tienen la enfermedad y tengan un resultado negativo:

$$\text{Especificidad} = \frac{\text{Verdaderos Negativos}}{\text{Total de sanos}}$$

Independientemente de la sensibilidad de cualquier prueba, esta no puede clasificar sujetos sin una probabilidad de error. El índice utilizado para estimar este error es el valor predictivo positivo (VPP) o, su contraparte, el valor predictivo negativo (VPN).

El VPP es la proporción de casos clasificados como positivos por la prueba que realmente son positivos, y se calculó:

$$\text{Valor Predictivo Positivo} = \frac{\text{Verdaderos Positivos}}{\text{Total de Positivos}}$$

El VPN es la proporción de casos clasificados como negativos por la prueba que realmente son negativos, y se calculó:

$$\text{Valor Predictivo Negativo} = \frac{\text{Verdaderos Negativos}}{\text{Total de Negativos}}$$

El índice de validez es la proporción de casos clasificados correctamente por la prueba diagnóstica y se calculó:

$$\text{Índice de validez} = \frac{\text{Verdaderos Positivos} + \text{Verdaderos Negativos}}{\text{Total de pacientes}}$$

Se consideró efectivo el TI para el diagnóstico fotodocumental de enfermedades del segmento posterior del ojo cuando la sensibilidad y la especificidad superaron el valor de 0,75.

La efectividad se consideró como aceptable con valores mayores a 0,75 hasta 0,80, buena cuando los valores oscilaron entre 0,81 y 0,89 y excelente con valores superiores a 0,90.

Aspectos éticos

Para la realización de este estudio se tuvieron en cuenta los principios éticos que rigen las investigaciones biomédicas (Declaración de Helsinki) y que se aplican en Cuba (Respeto a las autonomías, Beneficencia, No maleficencia y Justicia). El proyecto de investigación fue presentado, revisado y aprobado por el Comité de ética del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola. Para la inclusión de los pacientes en el estudio, resultó obligatorio la obtención del consentimiento informado por escrito. (Anexo 1).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectividad del teléfono inteligente para el diagnóstico y fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo

Tabla 1. Capacidad discriminatoria del TI frente a la OBI en los hallazgos del segmento posterior del ojo.

Hallazgos del segmento posterior del ojo	OBI	TI	
		Número	%
Fondo de ojo normal	17	17	100
Retinopatía diabética	18	15	83,3
Retinopatía hipertensiva	6	5	83,3
Fondo de ojo miópico	11	11	100
Miopía degenerativa	10	10	100
Desprendimiento del vítreo posterior	7	7	100
Toxoplasmosis ocular	6	6	100
Degeneración macular asociada a la edad	5	5	100
Agujero macular	3	3	100
Corioretinopatía serosa central	2	2	100
Oclusión venosa central de la retina	2	2	100
Hemovítreo	2	2	100
Retinosis pigmentaria	2	2	100
Trabeculares	2	2	100
Atrofia óptica	2	2	100
Desprendimiento de retina	2	2	100
Papiledema	2	2	100
Atrofia del epitelio pigmentario	1	1	100
Hiperplasia del epitelio pigmentario	1	1	100
Nevus coroideo	1	1	100
Oclusión arterial central de la retina	1	1	100
Membrana neovascular coroidea	1	1	100
Drusen del nervio óptico	1	0	0

Fuente: Formulario de recolección de datos.

Nota: Los porcentajes están calculados en base al total de cada hallazgo.

En los 17 ojos que presentaron un FO normal, el resultado fue corroborado por el TI. En cuanto a la RD, de 18 ojos identificados por la OBI, en 15 se logró determinar la enfermedad por el TI, para un 83,3 %, lo cual se corresponde con el estudio de Ryan ME *et al*,⁽²⁵⁾ donde de un total de 600 ojos con RD, el TI fue capaz de determinar adecuadamente los hallazgos correspondiente a esta enfermedad en 508, para un 84,7%. En el caso de la RH, seis ojos presentaron este diagnóstico por la OBI, de los cuales, el TI identificó cinco, para un 83,3 %.

Solo un ojo del estudio presentó drusen del nervio óptico, lo cual no fue posible determinarse debido a que las imágenes tomadas por el TI mostraban exceso de luminosidad y escasa nitidez en el área de la papila óptica, por tanto, no se constató capacidad discriminatoria en este diagnóstico. Pudo haber influido en este resultado la baja casuística.

El resto de los hallazgos del TI en los ojos estudiados, se correspondieron en su totalidad con la OBI.

Tabla 2. Distribución de hallazgos fotodocumentales obtenidos por el TI.

Hallazgos fotodocumentales obtenidos por el TI	Número	%
Fondo de ojo normal	17	21,0
Fondo de ojo con alteraciones	59	72,8
– Retinopatía diabética	15	18,5
– Fondo de ojo miópico	11	13,6
– Miopía degenerativa	10	12,3
– Desprendimiento del vítreo posterior	7	8,6
– Toxoplasmosis ocular	6	7,4
– Retinopatía hipertensiva	5	6,2
– Degeneración macular asociada a la edad	5	6,2
– Agujero macular	3	3,7
– Corioretinopatía serosa central	2	2,5

– Oclusión venosa central de la retina	2	2,5
– Hemovítreo	2	2,5
– Retinosis pigmentaria	2	2,5
– Trabeculares	2	2,5
– Atrofia óptica	2	2,5
– Desprendimiento de retina	2	2,5
– Papiledema	2	2,5
– Atrofia del epitelio pigmentario	1	1,2
– Hiperplasia del epitelio pigmentario	1	1,2
– Nevus coroideo	1	1,2
– Oclusión arterial central de la retina	1	1,2
– Membrana neovascular coroidea	1	1,2

n=81

De los 81 ojos examinados, el TI logró fotodocumentar 76, para un 93,8%, de los cuales el 21,0 % fueron identificados como normales por el método utilizado. En el 72,8% de los ojos estudiados se detectaron alteraciones. La RD resultó ser la enfermedad más fotodocumentada, con un 18,5 %, seguido del FO miópico con un 13,6 % y la miopía degenerativa con un 12,3 %.

En las bases de datos internacionales consultadas predominan las presentaciones de casos o revisiones bibliográficas que abordan las alteraciones en el segmento posterior del ojo fotodocumentadas con un TI. No se encontraron estudios que empleen esta modalidad de diagnóstico y fotodocumentación en muestras de pacientes con variedad de diagnósticos, por lo general se centran en uno de ellos como es el caso de la RD^(25,31-35) y la RH⁽³⁶⁾.

La mayoría de los estudios consultados en la literatura que realizan fotodocumentación con TI o hacen referencia a otras investigaciones sobre el tema, concentran sus esfuerzos en la RD.^(25,31-35) Esto pudiera deberse a la importancia por la que se aboga, a nivel internacional, de favorecer el desarrollo de programas y

alternativas para el tamizaje de esta enfermedad, por encontrarse entre las primeras causas de ceguera a nivel mundial.

Tabla 3. Relación de ojos con retinopatía diabética fotodocumentados por el TI e identificados por la OBI.

Retinopatía diabética (FDTI)	Retinopatía diabética (OBI)		Total	Sen:	0,83
	Positivo	Negativo		Esp:	1,00
Positivo	15	0	15	VP+	1,00
Negativo	3	63	66	VP-	0,95
Total	18	63	81	IV:	0,96

El TI mostró un 83% de sensibilidad y el 100% de especificidad para detectar la presencia de RD, con un índice de validez del 96%. Estos resultados están en correspondencia con los de Toy B.C *et al*,⁽³¹⁾ quienes estudiaron 98 ojos de pacientes diabéticos en Estados Unidos de Norteamérica, evaluaron la concordancia entre la oftalmoscopia directa con dilatación farmacológica y las imágenes obtenidas por el TI, y obtuvieron valores del 91% de sensibilidad y 99% de especificidad.

Así mismo, en un estudio realizado en la India por Sengupta S *et al*,⁽³²⁾ se encontró una elevada sensibilidad y especificidad (93,1 y 89,1%, respectivamente) en la detección de presencia o ausencia de RD de cualquier grado. Al TI utilizado por los autores antes mencionados, se le adosó una cámara de fondo midriática de 45 grados (*Remidio Fundus on Phone* [FOP]), en comparación con el examen clínico estándar de referencia efectuado con una cámara de fondo midriática.

De igual forma, Prathiba V *et al*,⁽³³⁾ concluyeron en su estudio que la cámara de fondo no midriática basada en TI tenía una sensibilidad y especificidad bastante altas para

la detección de RD, en comparación con la cámara midriática convencional de siete campos.

Ryan ME *et al*,⁽²⁵⁾ en un estudio comparativo de fotografías de FO, revelaron que la fotografía con TI era una alternativa menos sensible (50%) con respecto a la de cámara de fondo midriática (94%) para detectar la presencia de RD. Sin embargo, la sensibilidad y especificidad del TI fueron ligeramente superiores a las de la cámara no midriática para detectar RD que amenaza la visión (presencia de edema macular o un grado de RD grave no proliferativa o peor).

La bibliografía consultada muestra los resultados de otros estudios que confirman una calidad diagnóstica muy similar entre las imágenes tomadas con TI y las obtenidas por biomicroscopía de FO^(34,35).

No obstante, Micheletti JM *et al*⁽¹³⁾ evaluaron la capacidad del oftalmoscopio portátil *D- Eye* adosado a un TI para detección de RD y concluyeron que la calidad de la imagen resultante no fue lo suficientemente alta para detectar dicha afección, aunque acotó que los avances de la tecnología podrían mejorar la capacidad fotográfica del FO de los TI.

Es preciso señalar que en esta investigación se presentaron limitaciones para detectar lesiones como la neovascularización fina y el edema macular, lo cual coincide con lo descrito por Ryan ME *et al*⁽²⁵⁾.

Tabla 4. Relación de ojos con retinopatía hipertensiva fotodocumentados por el TI e identificados por la OBI.

Retinopatía hipertensiva (FDTI)	Retinopatía hipertensiva (OBI)		Total	Sen:	0,83
	Presente	Ausente		Esp:	1,00
Positivo	5	0	5	VP+	1,00
Negativo	1	75	76	VP-	0,99
Total	6	75	81	IV:	0,99

Del total de seis ojos que presentaron RH, el TI fotodocumentó esta afección en cinco ocasiones, lo que representa una sensibilidad del 83% y una especificidad del 100%.

En un estudio realizado por estudiantes y oftalmólogos en Italia,⁽³⁶⁾ se evaluaron 104 ojos de pacientes con hipertensión arterial sistémica y concluyeron que, en comparación con el examen fundoscópico directo, el TI tuvo mayor capacidad para diagnosticar hallazgos correspondientes con RH.

Tabla 5. Relación de ojos con papiledema fotodocumentados por el TI e identificados por la OBI.

Papiledema (FDTI)	Papiledema (OBI)		Total	Sen:	1,00
	Positivo	Negativo		Esp:	1,00
Positivo	2	0	2	VP+	1,00
Negativo	0	79	79	VP-	1,00
Total	2	79	81	IV:	1,00

En cuanto al papiledema, de un total de dos ojos que lo presentaban (ambos del mismo paciente), el TI capturó las imágenes correspondientes a los signos de esta afección, para una sensibilidad y especificidad del 100%.

En el estudio publicado por Muiesan ML *et al*,⁽³⁶⁾ en el cual se compara la viabilidad de detección de enfermedades oculares entre el TI usando el dispositivo óptico *D-Eye* y el tradicional examen del FO, se demostró buena concordancia entre ambos métodos para detectar hemorragias, exudados y papiledema. Sin embargo, los autores describen inconvenientes de las imágenes tomadas por el TI para identificar el papiledema, y refieren que esta afección aparecía ligeramente sobreestimada, debido al brillo y la observación borrosa del disco óptico.

De los 81 ojos examinados en el presente estudio, el TI presentó una sensibilidad y especificidad del 100% en los ojos con FO normal y en afecciones del FO como DVP, toxoplasmosis ocular, miopía degenerativa, CSC, OVCR, hemovítreo, retinosis pigmentaria, trabeculares, atrofia óptica, DR, agujero macular, atrofia e hiperplasia del epitelio pigmentario de la retina, nevus coroideo, OACR, DMAE, MNC y fondo de ojo miópico, además del papiledema anteriormente mencionado. En la bibliografía consultada no se encontraron estudios comparativos que evaluaran efectividad de estas entidades nosológicas.

El metaanálisis realizado por Vilela Manuel Ap *et al*⁽³⁷⁾ concluyó que fue alta la concordancia entre las imágenes capturadas con TI y las obtenidas con cámaras de fondo o mediante exámenes clínicos fundoscópicos en adultos, independientemente de la marca del TI, la lente utilizada (+20 D, +28D) o el adaptador.

Aportes de la investigación

Científico-práctico: Se obtuvieron imágenes con calidad, útiles para el diagnóstico, evolución y definir estrategias de tratamiento en cada paciente.

A través de la teleoftalmología, las imágenes fueron enviadas, en muchos de los casos, al Instituto Cubano de Oftalmología Ramón Pando Ferrer (ICO), para interconsulta. Se crearon galerías de imágenes con las fotografías tomadas por el TI que pueden ser utilizadas como material docente de la especialidad. Además, se propicia el conocimiento y desarrollo de tecnologías e innovaciones.

Económico: El TI representa una alternativa económica para el sistema de salud cubano en comparación con las cámaras de FO, con la cuales no se cuenta en el Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola y tienen un costo elevado en el mercado internacional, en dependencia de sus características técnicas y lugar de compra. Para los pacientes también repercute en ahorros económicos, pues en muchas ocasiones, deben trasladarse al ICO para recibir una atención integral.

Social: Realizar una fotodocumentación de los hallazgos del segmento posterior de los pacientes, permite un mejor manejo en cuanto a su diagnóstico precoz y tratamiento oportuno, así como la pronta reincorporación a la sociedad, con mejor calidad de vida.

6. CONCLUSIONES

Se logró diagnosticar la mayoría de los hallazgos en el segmento posterior de los ojos de los pacientes mediante el uso del TI.

Las imágenes fotodocumentadas presentaron buena calidad, lo que facilitó su diagnóstico precoz y tratamiento oportuno. La RD fue la enfermedad más fotodocumentada por este método.

El TI logró una buena efectividad diagnóstica en los casos de RD y RH, y una excelente efectividad en el resto de las enfermedades diagnosticadas, excepto para los drusen del nervio óptico, donde el procedimiento realizado con el TI no fue efectivo

7. RECOMENDACIONES

Facilitar a la consulta de vítreo-retina la adquisición de un TI para la fotodocumentación de enfermedades del segmento posterior del ojo.

Capacitar sobre la FDTI y proveer de una lente de +20D y un TI a los oftalmólogos que laboran en los policlínicos de la Atención Primaria en Salud de la provincia, con el propósito de conformar una red de telemedicina. Esta red tendría como operador central la consulta de vítreo-retina del Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente de Ciego de Ávila y posibilitaría el diagnóstico y acceso temprano de pacientes con afecciones del segmento posterior del ojo, que pudieran requerir tratamiento especializado.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De La Hoz Polo M, Torramilans Lluís A, Pozuelo Segura O, Anguera Bosque A, Esmeraldo Appiani C, Caminal Mitjana JM. Ocular ultrasonography focused on the posterior eye segment: what radiologists should know. Insights into imaging [Internet]. 24 feb 2016 [citado 28 Feb 2018]; 7(3):351-364. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s13244-016-0471-z>
2. Lin S-Ji, Yang C-M, Yeh P-T, Ho T-C. Smartphone fundoscopy for retinopathy of prematurity. Taiwan J Ophthalmol [Internet]. 1 Jun 2014 [citado 28 Feb 2018];4(2):82–5. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211505614000337>
3. Bolster NM, Giardini ME, Bastawrous A. The Diabetic Retinopathy Screening Workflow. J Diabetes Sci Technol [Internet]. Mar 2016 [citado 27 Feb 2018];10(2):318–24. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296815617969>
4. Bastawrous A, Giardini ME, Bolster NM, Peto T, Shah N, Livingstone IAT, et al. Clinical Validation of a Smartphone-Based Adapter for Optic Disc Imaging in Kenya. JAMA Ophthalmol [Internet]. Feb 2016 [citado 28 Feb 2018];134(2):151. Disponible en: <http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamaophthalmol.2015.4625>
5. Panwar N, Huang P, Lee J, Keane PA, Chuan TS, Richhariya A, et al. Fundus Photography in the 21st Century--A Review of Recent Technological Advances and Their Implications for Worldwide Healthcare. Telemed J E Health [Internet]. Mar 2016 [citado 28 Feb 2018];22(3):198–208. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26308281>
6. Furdova A, Furdova A, Krcmery V. Our experience with smartphone and spherical lens for the eye fundus examination during humanitarian project in Africa. Int J Ophthalmol [Internet]. 2017 [citado 28 Feb 2018];10(1):157–60. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28149793>

7. Ademola-Popoola DS, Olatunji VA. Retinal imaging with smartphone. Niger J Clin Pract [Internet]. 2017 [citado 28 Feb 2018];20(3):341. Disponible en: <http://www.njcponline.com/text.asp?2017/20/3/341/201428>
8. Zimmer-Galler IE, Kimura AE, Gupta S. Diabetic retinopathy screening and the use of telemedicine. Curr Opin Ophthalmol [Internet]. May 2015 [citado 5 Mar 2018]; 26(3):167–72. Disponible en: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00055735-201505000-00005>
9. Cuadros J, Bresnick G. Can Commercially Available Handheld Retinal Cameras Effectively Screen Diabetic Retinopathy? J Diabetes Sci Technol [Internet]. Ene 2017 [citado 28 Feb 2018];11(1):135–7. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296816682033>
10. Zhang W, Nicholas P, Schuman SG, Allingham MJ, Faridi A, Suthar T, et al. Screening for Diabetic Retinopathy Using a Portable, Noncontact, Nonmydriatic Handheld Retinal Camera. J Diabetes Sci Technol [Internet]. Ene 2017 [citado 28 Feb 2018];11(1):128–34. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296816658902>
11. Sim DA, Mitry D, Alexander P, Mapani A, Goverdhan S, Aslam T, et al. The Evolution of Teleophthalmology Programs in the United Kingdom. J Diabetes Sci Technol [Internet]. Mar 2016 [citado 28 Feb 2018];10(2):308–17. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296816629983>
12. Méndez Sánchez TJ. Teleoftalmología: 15 años de experiencia. Rev Cubana Oftalmol [Internet]. 2013 [citado 18 Feb 2018]; 26(Suppl 1): 542-544. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-2176201300040001
13. Micheletti JM, Hendrick AM, Khan FN, Ziemer DC, Pasquel FJ. Current and Next Generation Portable Screening Devices for Diabetic Retinopathy. J Diabetes Sci Technol [Internet]. Mar 2016 [citado 28 Feb 2018];10(2):295–300. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296816629158>

14. Zvornicanin E, Zvornicanin J, Hadziefendic B. The Use of Smart phones in Ophthalmology. Acta Inform Med [Internet]. Jun 2014 [citado 28 Feb 2018]; 22(3):206–9. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25132717>
15. Kaya A. Ophthoselfie: Detailed Self-imaging of Cornea and Anterior Segment by Smartphone. Turkish J Ophthalmol [Internet]. Jun 2017 [citado 28 Feb 2018];47(3):130–2. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28630786>
16. Pasquel FJ, Hendrick AM, Ryan M, Cason E, Ali MK, Narayan KMV. Cost-effectiveness of Different Diabetic Retinopathy Screening Modalities. J Diabetes Sci Technol [Internet]. 29 Mar 2016 [citado el 28 de Febrero 2018];10(2):301–7. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1932296815624109>
17. Chhablani J, Kaja S, Shah VA. Smartphones in ophthalmology. Indian J Ophthalmol [Internet]. 2012 [citado 1 Mar 2018];60(2):127–31. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22446908>
18. Nazari Khanamiri H, Nakatsuka A, El-Annan J. Smartphone Fundus Photography. J Vis Exp [Internet]. Jul 2017 [citado 27 Feb 2018];(125):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28715396>
19. Haddock LJ, Kim DY, Mukai S. Simple, Inexpensive Technique for High-Quality Smartphone Fundus Photography in Human and Animal Eyes. J Ophthalmol [Internet]. 2013 [citado 28 Feb 2018];2013:1–5. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/joph/2013/518479/>
20. Lord RK, Shah VA, San Filippo AN, Krishna R. Novel uses of smartphones in ophthalmology. Ophthalmology [Internet]. 1 Jun 2010 [citado 28 Feb 2018];117(6):1274–1274.e3. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20522335>
21. Chen DZ, Mbbs C, Wt T, Chen D. Smartphone Imaging in Ophthalmology: A Comparison with Traditional Methods on the Reproducibility and Usability for Anterior Segment Imaging. Ann Acad Med Singapore [Internet]. 2016 [citado 27 Feb 2018]; Disponible en: <http://www.annals.edu.sg/pdf/45VolNo1Jan2016/MemberOnly/V45N1p6.pdf>
22. Ludwig CA, Newsom MR, Jais A, Myung DJ, Murthy SI, Chang RT. Training time and quality of smartphone-based anterior segment screening in rural India. Clin

- Ophthalmol [Internet]. 2017 [citado 28 Feb 2018];11:1301–7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28761328>
23. Mohammadpour M, Heidari Z, Mirghorbani M, Hashemi H. Smartphones, tele-ophthalmology, and VISION 2020. Int J Ophthalmol [Internet]. 2017 [citado 27 Feb 2018];10(12):1909–18. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29259912>
24. Stryjewski TP, Mukai S. Talk about a smart ophthalmoscope. Ophthalmol Management [Internet]. Sep 2015 [citado 28 Feb 2018]. [aprox. 9 p.]. Disponible en: <https://www.ophtalmologymanagement.com/issues/2015/september-2015/talk-about-a-smart-ophthalmoscope>
25. Ryan ME, Rajalakshmi R, Prathiba V, Anjana RM, Ranjani H, Narayan K MV, et al. Comparison Among Methods of Retinopathy Assessment (CAMRA) Study: Smartphone, Nonmydriatic, and Mydriatic Photography. Ophthalmol [Internet]. Oct 2015 [citado 27 Feb 2018];122(10):2038–43. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0161642015005576>
26. Adam MK, Brady CJ, Flowers AM, Juhn AT, Hsu J, Garg SJ, et al. Quality and Diagnostic Utility of Mydriatic Smartphone Photography: The Smartphone Ophthalmoscopy Reliability Trial. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retin [Internet]. Jun 2015 [citado 28 Feb 2018];46(6):631–7. Disponible en: <http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/23258160-20150610-06>
27. Suto S, Hiraoka T, Oshika T. Fluorescein fundus angiography with smartphone. Retina [Internet]. Ene 2014 [citado 28 Feb 2018];34(1):203–5. Disponible en: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00006982-201401000-00029>
28. Kim DY, Delori F, Mukai S. Smartphone photography safety. Ophthalmology [Internet]. Oct 2012 [citado 1 Mar 2018];119(10):2200–1; author reply 2201. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23034305>
29. Akkara J, Kuriakose A. Review of recent innovations in ophthalmology. Kerala J Ophthalmol [Internet]. 2018 [citado 27 de Feb de 2021];30(1):54. Disponible en: <https://www.kjophthal.com/article.asp?issn=0976-6677;year=2018;volume=30;issue=1;spage=54;epage=57;aulast=Akkara>

30. Vizcaíno-Salazar GJ. Importancia del cálculo de la sensibilidad, la especificidad y otros parámetros estadísticos en el uso de las pruebas de diagnóstico clínico y de laboratorio. Medicina & Laboratorio [Internet] 2017 [citado 27 Feb 2021]; 23:(7-8) 365–86. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/337519463_Importancia_del_calculo_de_la_sensibilidad_la_especificidad_y_otros_parametros_estadisticos_en_el_uso_de_las_pruebas_de_diagnostico_clinico_y_de_laboratorio
31. Toy B.C, Myung D.J, He L, Pan C K, Chang RT, Polkinhorne A, et al. Smartphone-Based Dilated fundus Photography And Near Visual Acuity testing as Inexpensive Screening Tools to Detect Referral Warranted Diabetic Eye Disease [Internet] 2017 [citado 27 Feb 2021]; 36 (5): 1000–8. Disponible en: https://journals.lww.com/retinajournal/Abstract/2016/05000/SMARTPHONE_BASED_DILATED_FUNDUS_PHOTOGRAPHY_AND.22.aspx
32. Sengupta S, Sindal MD, Baskaran P, Pan U. Sensitivity and Specificity of Smartphone- Based Retinal Imaging for Diabetic Retinopathy A Comparative Study. Ophthalmol Retin [Internet]. 2019 [citado 27 Feb 2021];3(2):146–53. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.oret.2018.09.016>
33. Prathiba V, Rajalakshmi R, Arulmalar S, Usha M, Subhashini R, Gilbert CE, et al. V. Accuracy of the smartphone-based nonmydriatic retinal camera in the detection of sight-threatening diabetic retinopathy. Indian J Ophthalmol. [Internet] 2020 [citado 27 Feb 2021] ;68(1):42–6. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31937728/>
34. Rajalakshmi R, Arulmalar S, Usha M. Validation of Smartphone Based Retinal Photography for Diabetic Retinopathy Screening [Internet]. 2015; [citado 27 Feb 2021] 90:1–10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4581835/>
35. Russo A, Mapham W, Turano R, Costagliola C, Morescalchi F, Scaroni N, et al. Comparison of Smartphone Ophthalmoscopy With Slit-Lamp Biomicroscopy for Grading Vertical Cup-to-Disc Ratio. J Glaucoma [Internet]. 2016 [citado 27 Feb 2021]; 25(9):e777–81. Disponible en:

<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00061198-201609000-00016>

36. Muiesana M, Salvetti M, Paini A et al. Ocular fundus photography with a smartphone device in acute hypertension. Journal of Hypertension [Internet] 2017[citado 24 Mar 2021]; 35(8):1660–5. Disponible en: https://journals.lww.com/jhypertension/Abstract/2017/08000/Ocular_fundus_photography_with_a_smartphone_device.18.aspx
37. Vilela MAP, Valença FM, Barreto PKM, Amaral CEV, Pellanda LC. Agreement between retinal images obtained via smartphones and images obtained with retinal cameras or fundoscopic exams – Systematic review and meta-analysis. Clin Ophthalmol [Internet]. 2018; [citado 27 Feb 2021]; 12:2581–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30587904>

9. ANEXOS

ANEXO 1.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces
Iraola de Ciego de Ávila

Al amparo de lo establecido en el artículo 63, inciso 14 del Reglamento Organizativo del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces Iraola, que establece la obligación del médico de asistencia o en función directa de la atención médica, de informar al paciente y sus familiares, de los riesgos inherentes a los procedimientos a realizar y obtener su consentimiento por escrito, consignado a este efecto lo siguiente:

1) Síntesis de la investigación.

2) Objetivo.

3) Métodos que se emplearán.

4) Posibles riesgos para el paciente.

5) Beneficios para el paciente.

Aclaraciones:

- El paciente puede retirarse de la investigación cuando considere pertinente, sin consecuencias para su atención médica posterior.
- La institución y el médico tendrán previstas las medidas necesarias por si ocurriera alguna situación adversa para la salud del paciente durante su participación.
- Los datos del paciente solo serán manejados por el personal médico.

6) El paciente o su familiar refiere estar:

Conforme _____ Inconforme _____

Se podrá contactar con: _____

Parentesco: _____

Dirección: _____

Teléfono: _____

Nombre y apellidos del paciente: _____

Firma: _____

Nombre y apellidos del médico _____

Firma y cuño _____

ANEXO 2.

FORMULARIO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Centro Oftalmológico del Hospital Provincial General Docente Dr. Antonio Luaces
Iraola de Ciego de Ávila

Título de la investigación:

Efectividad del teléfono inteligente para el diagnóstico y fotodocumentación de
enfermedades del segmento posterior del ojo

DATOS GENERALES:

Historia clínica: _____

Nombre y apellidos: _____

Dirección particular: _____

Teléfono: _____

HALLAZGOS SEGÚN:

___ OBI

___ Fotodocumentación con TI

Diagnóstico Definitivo:

ANEXO 3.

El adaptador *Ophthalmic Docs Fundus* (*oDocs Fundus*) adosado al TI, es facilitado de forma gratuita en Internet en la página de la compañía neozelandesa *oDocs Eye Care* mediante un archivo de estereolitografía (.stl). Los archivos de estereolitografía pueden ser descargados e impresos en plástico, utilizando una impresora en tercera dimensión y luego ser ensamblados.



ANEXO 4.

Examen del segmento posterior del ojo utilizando el TI con adaptador y lente Volk de +20 D.

