



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
MEDICINA

Concordancia entre las imágenes de fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente más lente 20 dioptrías y la cámara retiniana digital.

Agreement between fundus images acquired with a smartphone with a 20-diopter lens and a digital retinal camera.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
OFTALMOLOGÍA

AUTOR

ANGELITA MARGOT HOYOS SAENZ

ASESOR

GUILLERMO CLAUDIO BARRIGA SALAVERRY

LIMA – PERÚ


2025

evturnitin.com/app/carta/es/?o=2700589970&u=1151562268&ro=103&lang=es&s=1

turnitin

1 de 313: ANGELITA MARGOT HOYOS SAENZ
Concordancia entre las imágenes de fondo de ojo adquirida...

Similitud 20% Marcas de alerta

 UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA Facultad de
MEDICINA

Concordancia entre las imágenes de fondo de ojo adquiridas con
teléfono inteligente más lente 20 dioptrías y la cámara retiniana
digital.

Agreement between fundus images acquired with a smartphone
with a 20-diopter lens and a digital retinal camera.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD PROFESIONAL EN
OFTALMOLOGÍA

AUTOR
ANGELITA MARGOT HOYOS SAENZ

ASESOR
GUILLERMO CLAUDIO BARRIGA SALAVERRY

LIMA – PERÚ
2025

Página 1 de 13 2688 palabras 166%

Informe estándar
Informe en inglés no disponible Más información

20% Similitud estándar

Fuentes
Mostrar las fuentes solapadas

#	Internet	Palabras que coinciden	Similitud
1	www.jove.com	15 bloques de texto / 215 palabras que coinciden	8%
2	repositorio.upch.edu.pe	8 bloques de texto / 85 palabras que coinciden	3%
3	dspace.uniru.edu.pe	2 bloques de texto / 28 palabras que coinciden	1%
4	pesquisa.bvsalud.org	2 bloques de texto / 22 palabras que coinciden	<1%
5	Internet		

Mostrar escritorio

2. RESUMEN

Introducción: La retinopatía diabética, se logran diagnosticar evaluando imágenes del polo posterior. Estas imágenes pueden ser adquiridas con un teléfono inteligente y una lupa de 20 Dioptrías (D) o con una cámara retiniana. Esta será la primera experiencia en nuestro medio de hacer estas comparaciones.

Objetivo: Determinar la concordancia entre las imágenes del fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente más lente 20 dioptrías y la cámara retiniana digital, en pacientes con retinopatía diabética atendidos en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza entre enero a diciembre de 2026.

Métodos: Transversal, Prospectivo, Comparativo. Se obtendrán imágenes de fondo de ojo con un teléfono inteligente más lente de 20 D y cámara retiniana, el mismo día. En todos los pacientes que ameriten evaluación por unidad de Retina con diagnóstico retinopatía diabética del Hospital Nacional Arzobispo Loayza en un periodo comprendido desde enero hasta diciembre del 2026, al contar con todas las imágenes se realizará una revisión por dos especialistas de retina, quienes evaluarán las imágenes con ayuda de una ficha. Los datos obtenidos se ingresarán a una hoja de Excel, luego se analizarán con el programa estadístico SPSS versión 27. Obteniendo un análisis descriptivo (para variables cualitativas o categóricas) e inferencial (concordancia de las imágenes).

Palabras clave: Fondo de ojo, imágenes, teléfono inteligente.

3. INTRODUCCIÓN

Según el Informe mundial sobre la visión de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2019, 2200 millones de personas presentan discapacidad visual o ceguera, ocupando el primer lugar los errores refractivos, seguidos de catarata, enfermedades que afectan el polo posterior (Degeneración macular relacionada a la edad (10.4 millones), glaucoma (6.9 millones), retinopatía diabética (3 Millones)), entre otras causas. (1) Para lograr evaluar y tratar las patologías de polo posterior son muy útiles las imágenes obtenidas con cámara retiniana; gracias a los avances tecnológicos las imágenes de retina son más nítidas, existen cámaras no midriáticas, imágenes de ultra campo amplio e inteligencia artificial integrada a la fotografía, incluso imágenes de fondo de ojo con teléfono inteligentes. (2).

Las patologías que afectan el polo posterior antes mencionadas, requieren una adecuada evaluación, existen guías de prácticas clínicas que nos orientan en cuando a los hallazgos que debemos identificar en las imágenes del fondo de ojos, como la guía de retinopatía diabética (3).

Las imágenes de fondo de ojo obtenidas con teléfonos inteligentes han ido evolucionando a lo largo del tiempo. La técnica más simple de implementar es utilizando un teléfono inteligente con una lente de +20 Dioptrías (D) o +28D. (4) El protocolo para obtener estas imágenes fue descrito por Nazari et al. La obtención de imágenes con una cámara de teléfono inteligente se debe al mismo principio del oftalmoscopio indirecto, el haz de luz se dirige a la retina del paciente y los rayos que se reflejan en la retina se condensan en la imagen aérea real al utilizar un lente de +10 a +30 D, el examinador ve la imagen aérea real de forma invertida a unos

2-4 cm de la lente dependiendo del poder del lente. Al examen con un teléfono inteligente, la linterna de la cámara reemplaza la luz de oftalmoscopio indirecto y la cámara graba la imagen aérea reemplazando el ojo del examinador. La cámara retiniana emplea el mismo principio óptico, la película de la cámara o los sensores digitales ubican donde se ha formado la imagen real aérea. (5-6)

Kim et al, demostraron que la fotografía del fondo de ojo con teléfonos inteligentes es segura, la luz del flash en la cámara del iPhone 4 es 10 veces menos luminosa que la luz del oftalmoscopio indirecto, lo cual ofrece más comodidad al paciente pero puede limitar la claridad de la imagen; los niveles de luz de los teléfonos inteligentes fueron 150 veces inferiores al límite establecido por la Organización Internacional de Normalización (ISO 15004-2.2) que determina el riesgo térmico ocular , 240 veces menor de dichos límites para riesgo fotoquímico. (7)

Haddock et al, describieron una técnica sencilla para obtener fotografías de fondo de ojo con teléfonos inteligentes (iPhone 4 o iPhone 5) en ojos humanos y animales (conejos), emplearon un lente de 20D con o sin lente Koeppe, con ayuda de la luz coaxial del teléfono, se ayudaron de una aplicación cuyo software (Filmic Pro) mejora el enfoque, exposición e intensidad de la luz durante la grabación del video, luego se seleccionaron las mejores imágenes, obteniendo buenos resultados con la lente de 20 D, al adicionar el lente de Koeppe en quirófano se logró mejorar la calidad de las imágenes. (8)

Oluleye T, presenta una comparación entre las imágenes del fondo de ojo obtenidas con un iPhone 5 en combinación con una lente 20 D con las imágenes obtenidas con un Android Techno Phantom A +, mostrando resultados comparables, el iPhone

5 mostró imágenes más nítidas. Concluyeron que la tecnología móvil representa una alternativa más económica para obtener fotografías del fondo de ojo estándar en África Subsahariana. (9).

Adam MK et al, lograron establecer que las imágenes del fondo de ojo obtenidas con teléfonos inteligentes (SO) se aproximan en calidad y utilidad diagnóstica a las retinografías (CF (10)

Se han reportado varias experiencias en la obtención de imágenes de fondo de ojo con teléfonos inteligentes: Beuran et al, en Bucarest, utilizaron un iPhone 12 y lente Volk 20D para obtener las imágenes, durante 1 año realizaron 23 evaluaciones diagnosticando diversas patologías de polo posterior como edema de papila, oclusión vascular, neuropatía óptica isquémica, entre otras. Las imágenes que se obtuvieron con lente 20D fueron invertidas, con magnificación de 3.13 X, campo de visión 46°. El fondo de ojo con teléfonos inteligentes es accesible, rápido, seguro. (11). Ademola-Popoola et al, en Nigeria, utilizando un teléfono inteligente (Blackberry Z-10) y lente +20D lograron obtener imágenes del fondo de ojo, las cuales fueron nítidas en diversas condiciones clínica en niños y adultos, describieron diversas patologías como proliferación fibrovascular, cicatrices coriorretinianas posteriores a Láser, retinopatía diabética, retinoblastomas, entre otros. (12).

Para optimizar la obtención de imágenes del fondo de ojo con teléfonos inteligentes se han diseñado múltiples aplicaciones y dispositivos, como el oftalmoscopio digital D-EYE (13), adaptador impreso en 3D (14), Funduscopio iC2 (HEINE Optotechnik) (15), entre otros (4).

La utilidad de las imágenes de fondo de ojo obtenidas con teléfonos inteligentes es ampliamente reportada en la literatura (16-17), en diversas patologías siendo las más frecuentes: retinopatías diabéticas (18-20), retinopatía de la prematuridad (21), glaucoma (22), hipertensión aguda (23), inclusive se están asociando con inteligencia artificial para el diagnóstico de retinopatía diabética (24-25). Las imágenes de fondo de ojo que se obtienen con teléfonos inteligentes también forman parte de las herramientas pedagógicas en la educación médica (26-27). Presentan diversas ventajas en comparación con las imágenes convencionales: son accesibles, bajo costo, portátiles, con conectividad incorporada, fácil de usar, pueden ser realizadas por operadores inexpertos obteniendo buena calidad de imagen. (16). La oftalmoscopia con teléfonos inteligentes tiene un papel práctico con fines preliminares en cuanto a detección o aprendizaje, aún no está claro para prácticas oftalmológicas rutinarias (28) su utilización en Telemedicina es prometedora ya que logra conectar examinadores no expertos en la prestación de atención médica de calidad, sin embargo, se necesita más evidencia. (17).

Hasta la fecha en el Perú no se ha descrito trabajo que muestre la utilidad de las imágenes del fondo de ojo obtenidas con teléfonos inteligentes y lente de +20 D para diagnosticar patologías retinianas como las antes mencionadas. Ante ello se propone determinar si con la tecnología disponible en nuestro medio, las imágenes del fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente y lente de 20 dioptrías son tan precisas como las obtenidas con cámara retiniana para identificar signos sugerentes de retinopatía diabética en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza entre enero 2026 y diciembre del 2026.

4. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Determinar la concordancia entre las imágenes del fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente más lente 20 dioptrías y las adquiridas con una cámara retiniana en pacientes con retinopatía diabética atendidos en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza entre enero a diciembre de 2026.

Objetivos específicos:

- Comparar la calidad de imágenes de fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente más lente 20 dioptrías y la cámara retiniana en pacientes con retinopatía diabética.
- Describir las características clínicas de los pacientes con retinopatía diabética atendidos en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza entre enero a diciembre de 2026.

5. MATERIAL Y MÉTODO

a) Diseño del estudio:

Transversal, Prospectivo, Comparativo.

b) Población:

Pacientes con indicación de evaluación por unidad de retina en el servicio de Oftalmología del Hospital Nacional Arzobispo Loayza (HNAL) con diagnóstico de retinopatía diabética entre Enero 2026 y Diciembre 2026 que cumplan con los criterios de selección.

Criterios de inclusión:

- Pacientes que hayan tenido al menos una evaluación previa por un médico oftalmólogo del servicio de Oftalmología del HNAL, con diagnóstico retinopatía diabética.
- Pacientes con registro: datos generales (edad, sexo, tiempo de enfermedad), agudeza visual, antecedentes familiares.
- Pacientes con buena dilatación pupilar (>7mm).
- Pacientes que toleren la luz.
- Pacientes que colaboren para realizar la dilatación y el examen con ambos métodos para obtener las imágenes en el mismo acto clínico.
- Pacientes mayores o igual a 18 años.
- Pacientes que firmen el consentimiento informado.

Criterios de exclusión:

- Pacientes con mala visualización del polo posterior en la oftalmoscopia indirecta, por opacidad de medios y/o que requieran ecografía ocular.
- Paciente con movilidad ocular incontrolable.
- Paciente imposibilitado de sentarse y/o alguna limitación para realizar la retinografía.

c) Definición operacional de variables:*** Variable independiente:**

- ✓ Método de adquisición de imágenes: Teléfono inteligente con lente de 20 dioptrías y cámara retiniana

*** Variable dependiente:**

- ✓ Hallazgos de las imágenes de fondo de ojo
- ✓ Calidad de imágenes de fondo de ojo
 - Nitidez
 - Artefactos de reflejo
 - Contraste e iluminación

*** Variables secundarias:**

- ✓ Edad
- ✓ Sexo del paciente
- ✓ Tiempo de enfermedad
- ✓ Antecedentes personales
- ✓ Antecedentes oftalmológicos
- ✓ Antecedentes familiares
- ✓ Agudeza visual

Tabla de operacionalización de las variables (Anexo 1).

e) Procedimientos y técnicas:

Preparación e implementación:

Presentación del protocolo de investigación al área de Investigación y Docencia del Hospital Nacional Arzobispo Loayza para su revisión, se solicitará su aprobación al Comité de Investigación y Ética. Cuando se encuentre aprobado. Se iniciará la recolección de datos y fotos del fondo de ojo.

Tamizaje y enrolamiento

Los pacientes que cumplan con los criterios de inclusión serán evaluados en Unidad de Retina del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, para obtener las imágenes del fondo de ojo mediante los siguientes protocolos, los datos de la historia clínica del paciente serán recolectados por el investigador utilizando una ficha de recolección de datos (Anexo 2)

Protocolo obtención de imágenes del fondo de ojo con teléfono inteligente y lente 20 dioptrías:

- Explicar al paciente el procedimiento (dura de 1 a 2 minutos, que implica iluminar el ojo con una luz intensa), obtener el consentimiento informado.
- Dilatar la pupila del paciente con una combinación de gotas midriáticas (Fenilefrina al 2.5% y tropicamida 1%) colocar una gota en cada ojo con un intervalo de 5 minutos, esperar 15 a 20 minutos para obtener la dilatación.
- Sentar al paciente en una silla cómoda y colocarse a 30 -60 cm de distancia del paciente aproximadamente al mismo nivel.
- Pedir al paciente que mire un objeto lejano con el otro ojo.
- Configurar la cámara del teléfono inteligente (cámara ≥ 12 MP), en modo video profesional, ISO: 100-200. Tener cerca la lente 20 dioptrías (D).
- Encender la linterna de la cámara o flash, un ambiente oscuro, presionar el botón de grabar video con la cámara del teléfono inteligente.
- Sostener un lente de +20 D, frente al ojo del paciente con el pulgar y el índice. Usando los dedos medio y anular para estabilizar la mano y la lente como ayudar a mantener los párpados abiertos.
- Sostener el celular a una distancia de 10 a 35 cm del ojo examinado, dirigir la cámara a lo largo del eje pupilar del paciente. Apuntar la luz hacia la

pupilar hasta localizar el brillo de la retina. Dirigir la luz a través del objetivo hacia la retina y continuar grabando el video.

- Al grabar mueva la cámara y el lente hasta lograr enfocar bien la retina, ajuste el lente de mano hacia el ojo del paciente hasta lograr que obtener una imagen nítida en toda el área de la lente a una distancia de 3 a 5cm de la córnea.
- Intentar eliminar los reflejos innecesarios ajustando la posición de la cámara y el objetivo. Mantener la cámara, el objetivo y la pupila del paciente alineados.
- Completar la grabación del video al obtener una buena área de interés sin reflejos de luz ni aberraciones significativos.
- Detener la grabación y pedir el paciente que se siente cómodamente.
- Reproducir el video grabando hasta que la retina se vea bien en el área del lente de la cámara. Detener el video y tomar una captura de pantalla.
- Ampliar la captura de pantalla y tome otra captura para obtener una imagen más grande de la retina. Esta imagen es invertida al igual que la vista con el oftalmoscopio indirecto. Guardar la imagen en formato JPEG. (obtener los 4 mejores fotogramas).

Protocolo obtención de imágenes del fondo de ojo con cámara retiniana:

- Explicar al paciente el procedimiento (duración de 1 a 2 minutos, que implica iluminar el ojo con una luz intensa), previa obtención del consentimiento informado.

- Dilatar la pupila del paciente con una combinación de gotas midriáticas (Fenilefrina al 2.5% y tropicamida 1%) colocar una gota en cada ojo con un intervalo de 5 minutos, esperar 15 a 20 minutos para obtener la dilatación.
- Sentar al paciente en una silla cómoda frente a la cámara retiniana VISUCAM 524, apoyar el mentón y la frente, mirar hacia el punto de fijación que aparece dentro del equipo, evitar parpadear.
- Configurar cámara retiniana en modo central (para evaluar polo posterior) ajustar enfoque. Tomar la foto al presionar el botón de captura de imagen (tomar 4 fotos)
- Guardar las fotos, en el formato JPG.

Al contar con todos los datos, se realizará una revisión de las imágenes por dos especialistas de retina, los cuales analizarán las imágenes de fondo de ojo obtenido de ambos métodos de adquisición de imágenes con la ayuda de una ficha para cada una de las patologías en estudio (Anexo 2).

f) Aspectos éticos del estudio:

Presentación del protocolo de investigación al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, para su revisión y se solicitará su aprobación.

Para desarrollar el presente proyecto se requiere el uso de un consentimiento informado (Anexo 3). Todos los datos obtenidos serán manejados con estricta confidencialidad y privacidad.

g) Plan de análisis:

Los datos registrados en los instrumentos serán digitados en una hoja de Excel, el cual será posteriormente exportado al programa estadístico SPSS versión 27.

Análisis descriptivo: en variables cualitativas o categóricas como el sexo, antecedentes, hallazgos de las imágenes, entre otros, se empleará frecuencias y porcentajes; y frente a variables numéricas como la edad, tiempo de enfermedad se empleará medidas de tendencia central y dispersión, según la normalidad de sus datos.

Análisis inferencial: se determinará la concordancia de las imágenes de fondo de ojo entre el Teléfono inteligente con lente de 20 dioptrías y la cámara retiniana mediante la prueba de Kappa; el cual dará como resultado el índice de kappa cuyos valores permite clasificar el nivel de concordancia en: muy pobre o débil ($\leq 0,40$), moderada (0,41-0,60), buena (0,61-0,80) y muy buena ($> 0,80-1$). El nivel de confianza del cálculo será del 95%. Además, se comparará si existe diferencias entre la calidad de imágenes de fondo de ojo (nitidez, artefactos de reflejo y contraste e iluminación) entre los dos métodos de adquisición de imágenes, mediante la prueba de chi cuadrado de Pearson, el nivel de confianza será del 95%.

Los resultados serán presentados en tablas univariadas y de doble entrada.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WHO. World report on vision. Vol. 214, World Health Organization. 2019. 22–180.
2. Mishra C, Tripathy K. Fundus Camera. 2023 Aug 25. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. PMID: 36256758.
3. Lavaque A, Agüero C, Ramón N, Arzabe C-W, Fernández A., Gomez G. Guías de tratamiento básico en la retinopatía diabética. En: Escalier OF. Retina PAAO 2019. P.57-65.
4. Pujari, A., Saluja, G., Agarwal, D. et al. Clinically useful smartphone ophthalmic imaging techniques. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 259, 279–287 (2021). <https://doi.org/10.1007/s00417-020-04917-z>.
5. Nazari Khanamiri H, Nakatsuka A, El-Annan J. Smartphone Fundus Photography. *J Vis Exp*. 2017 Jul 6;(125):55958. doi: 10.3791/55958. PMID: 28715396; PMCID: PMC5609317.
6. Shanmugam MP, Mishra DK, Madhukumar R, Ramanjulu R, Reddy SY, Rodrigues G. Fundus imaging with a mobile phone: a review of techniques. *Indian J Ophthalmol*. 2014 Sep;62(9):960-2. doi: 10.4103/0301-4738.143949. PMID: 25370404; PMCID: PMC4244748.
7. Kim DY, Delori F, Mukai S. Seguridad en la fotografía con smartphones. *Oftalmología*. 2012;119(10):2200–2201. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.05.005. Respuesta del autor: 2201. [DOI] [PubMed] [Google Académico]
8. Haddock LJ, Kim DY, Mukai S. Simple, inexpensive technique for high-quality smartphone fundus photography in human and animal eyes. *J Ophthalmol*. 2013;2013:518479. doi: 10.1155/2013/518479. Epub 2013 Sep 19. PMID: 24171108; PMCID: PMC3793314.
9. Oluleye T (2014) Mobile Phones for Fundus Photography in Ibadan, Sub Sahara Africa. *Adv Ophthalmol Vis Syst* 1(4): 00020.
10. Adam MK, Brady CJ, Flowers AM, Juhn AT, Hsu J, Garg SJ, Murchison AP, Spirn MJ. Quality and Diagnostic Utility of Mydriatic Smartphone Photography: The Smartphone Ophthalmoscopy Reliability Trial. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2015 Jun;46(6):631-7. doi: 10.3928/23258160-20150610-06. PMID: 26114843.
11. Beuran DI, Cornăcel C, Tătaru CP. Smartphone funduscopy with 20 dioptres lens: our experience. *Rom J Ophthalmol*. 2024 Apr-Jun;68(2):148-151. doi: 10.22336/rjo.2024.27. PMID: 39006341; PMCID: PMC11238854.
12. Ademola-Popoola, DS; Olatunji, Virginia, EE.UU. .Imágenes de retina con un teléfono inteligente. *Revista Nigeriana de Práctica Clínica* 20(3): págs. 341-345, marzo de 2017. | DOI: 10.4103/1119-3077.201428.
13. Mittal A, Sanchez V, Azad NS, Zuyev Y, Robles R, Sherwood M. The Utility of a Smartphone-Based Retinal Imaging Device as a Screening Tool in an Outpatient Clinic Setting: Protocol for an Observational Study. *JMIR Res Protoc*. 2025 Mar 25;14:e52650. doi: 10.2196/52650. PMID: 40132180; PMCID: PMC11979543.

14. Rubegni G, Cartocci A, Tognetti L, Tosi G, Salfi M, Caruso A, Castellino N, Orione M, Cappellani F, Fallico M, D'Esposito F, Russo A, Gagliano C, Avitabile T. Design of a new 3D printed all-in-one magnetic smartphone adapter for fundus and anterior segment imaging. *Eur J Ophthalmol*. 2025 Jan;35(1):119-125. doi: 10.1177/11206721241246187. Epub 2024 Apr 22. PMID: 38644806.
15. Wintergerst MWM, Jansen LG, Holz FG, Finger RP. A Novel Device for Smartphone-Based Fundus Imaging and Documentation in Clinical Practice: Comparative Image Analysis Study. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020 Jul 29;8(7):e17480. doi: 10.2196/17480. PMID: 32723717; PMCID: PMC7424474.
16. Pujari A, Saluja G, Agarwal D, Sinha A, P R A, Kumar A, Sharma N. Clinical Role of Smartphone Fundus Imaging in Diabetic Retinopathy and Other Neuroretinal Diseases. *Curr Eye Res*. 2021 Nov;46(11):1605-1613. doi: 10.1080/02713683.2021.1958347. Epub 2021 Jul 29. PMID: 34325587.
17. Wintergerst MWM, Jansen LG, Holz FG, Finger RP. Smartphone-Based Fundus Imaging-Where Are We Now? *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2020 Jul-Aug;9(4):308-314. doi: 10.1097/APO.0000000000000303. PMID: 32694345.
18. Wintergerst MWM, Mishra DK, Hartmann L, Shah P, Konana VK, Sagar P, Berger M, Murali K, Holz FG, Shanmugam MP, Finger RP. Diabetic Retinopathy Screening Using Smartphone-Based Fundus Imaging in India. *Ophthalmology*. 2020 Nov;127(11):1529-1538. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.05.025. Epub 2020 May 25. PMID: 32464129.
19. Yusuf AM, Lusobya RC, Mukisa J, Batte C, Nakanjako D, Juliet-Sengeri O. Validity of smartphone-based retinal photography (PEEK-retina) compared to the standard ophthalmic fundus camera in diagnosing diabetic retinopathy in Uganda: A cross-sectional study. *PLoS One*. 2022 Sep 6;17(9):e0273633. doi: 10.1371/journal.pone.0273633. PMID: 36067194; PMCID: PMC9447889.
20. Vaughan N. Review of smartphone funduscopy for diabetic retinopathy screening. *Surv Ophthalmol*. 2024 Mar-Apr;69(2):279-286. doi: 10.1016/j.survophthal.2023.10.006. Epub 2023 Oct 6. PMID: 37806567.
21. Adhikari S, Bajimaya S, Ranjitkar EP. Validation of smartphone-based screening for retinopathy of prematurity in a low-resource setting. *J AAPOS*. 2021 Oct;25(5):274.e1-274.e5. doi: 10.1016/j.jaapos.2021.04.010. Epub 2021 Sep 23. PMID: 34563697.
22. Mittal A, Sanchez V, Azad NS, Zuyev Y, Robles R, Sherwood M. The Utility of a Smartphone-Based Retinal Imaging Device as a Screening Tool in an Outpatient Clinic Setting: Protocol for an Observational Study. *JMIR Res Protoc*. 2025 Mar 25;14:e52650. doi: 10.2196/52650. PMID: 40132180; PMCID: PMC11979543.
23. Muiesan ML, Salvetti M, Painsi A, Riviera M, Pintossi C, Bertacchini F, Colonetti E, Agabiti-Rosei C, Poli M, Semeraro F, Agabiti-Rosei E, Russo A. Ocular fundus photography with a smartphone device in acute hypertension. *J Hypertens*. 2017 Aug;35(8):1660-1665. doi: 10.1097/HJH.0000000000001354. PMID: 28306635.

24. Wroblewski JJ, Sanchez-Buenfil E, Inciarte M, Berdia J, Blake L, Wroblewski S, Patti A, Suter G, Sanborn GE. Diabetic Retinopathy Screening Using Smartphone-Based Fundus Photography and Deep-Learning Artificial Intelligence in the Yucatan Peninsula: A Field Study. *J Diabetes Sci Technol*. 2025 Mar;19(2):370-376. doi: 10.1177/19322968231194644. Epub 2023 Aug 29. PMID: 37641576; PMCID: PMC11874329.
25. Wroblewski JJ, Sanchez-Buenfil E, Inciarte M, Berdia J, Blake L, Wroblewski S, Patti A, Suter G, Sanborn GE. Diabetic Retinopathy Screening Using Smartphone-Based Fundus Photography and Deep-Learning Artificial Intelligence in the Yucatan Peninsula: A Field Study. *J Diabetes Sci Technol*. 2025 Mar;19(2):370-376. doi: 10.1177/19322968231194644. Epub 2023 Aug 29. PMID: 37641576; PMCID: PMC11874329.
26. Kohler J, Tran TM, Sun S, Montezuma SR. Teaching Smartphone Funduscopy with 20 Diopter Lens in Undergraduate Medical Education. *Clin Ophthalmol*. 2021 May 13;15:2013-2023. doi: 10.2147/OPTH.S266123. PMID: 34012252; PMCID: PMC8128496.
27. Kherani IZ, Kritzinger J, Micieli JA, Wong JCY. Evaluating smartphone funduscopy as a pedagogical tool in medical education: a narrative review. *Can J Ophthalmol*. 2024 Oct;59(5):e425-e430. doi: 10.1016/j.jcjo.2023.07.024. Epub 2023 Oct 19. PMID: 37865120.
28. Pujari A. Smartphone Ophthalmoscopy: is there a place for it? *Clin Ophthalmol*. 2021 Oct 28;15:4333-4337. doi: 10.2147/OPTH.S243103. PMID: 34737548; PMCID: PMC8560125.

7. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

El trabajo será autofinanciado por los investigadores.

Descripción	BIENES		
	Cantidad	Costo unitario	Costo acumulado
MATERIAL DE CONSUMO			
Papel bon A-4 (millares)	3	15.00	45.00
Bolígrafos	10	2.00	20.00
Resaltadores	3	3.00	9.00
Correctores	3	2.00	6.00
Borradores	3	1.00	3.00
Lápiz	3	1.00	3.00
Fenilefrina 2.5%	3	60.00	180.00
Tropicamida 1%	3	65.00	195.00
Lupa de 20 Dioptrías	1	2 000.00	2 000.00
Teléfono inteligente	1	1 500.00	1 500.00
Cámara retiniana VISUCAM 524	1	108 000.00	108 000.00
Subtotal			111 964.00
SERVICIOS			
Servicio de procesamiento de datos	3	50.00	150.00
Pasajes y gastos de transportes	80	2.00	160.00
Impresiones	250	0.20	50.00
Fotocopias	500	0.50	250.00
Empastado	6	40	240.00
Teléfono	10	8	80.00
Internet (horas)	50	20	100.00
Gastos de trámites administrativos	5	60	300.00
Otros gastos	10	30	300.00
Subtotal			1630
TOTAL			113 594.00

Cronograma de trabajo:

FASES/MESES	2025					2026	2027			
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Enero -Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Elaboración del proyecto	■	■	■							
Envío u aprobación del comité de ética				■	■					
Recolección de datos						■				
Revisión por expertos							■	■		
Análisis de datos									■	
Redacción de informe										■
Envío para publicación										■

ANEXOS:

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Criterios de Medición y Valores de las variables	Instrumentos
Método de adquisición de imágenes	Tecnología utilizada para adquirir imágenes del fondo de ojo.	Tecnología utilizada para adquirir imágenes del fondo de ojo del paciente en estudio	Cualitativa	Nominal	Teléfono inteligente con lente 20 Dioptrías. Cámara retinal.	Ficha de recolección de datos
Hallazgos de imágenes de fondo de ojo relacionadas a la retinopatía diabética	Visualización de imágenes de fondo de ojo en pacientes con diagnóstico relacionado a retinopatía diabética	Visualización de la presencia de las siguientes imágenes de fondo de ojo relacionado a retinopatía diabética: Microaneurisma, hemorragia intraretiniana, arrosariamiento venoso, anomalías microvasculares intraretinianas, neovascularización, hemorragia prerretinal, edema macular, exudados duros, manchas algodonosas y/o proliferación fibrovascular; según el Manual de la Retina de la Asociación Panamericana de Oftalmología.	Cualitativa	Nominal	Si No	Ficha de recolección de datos

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Tipo de variable	Escala de medición	Criterios de Medición y Valores de las variables	Instrumentos
Calidad de imagen	Se refiere a la claridad general de la imagen y el campo de visión.	La calidad de la imagen de fondo de ojo se evaluará mediante escalas semicuantitativas sobre la nitidez, artefactos de reflejo y contraste e iluminación; según el método propuesto de Wintergerst et al.	Nitidez	Cualitativa	Ordinal	1: muy baja nitidez 2: baja nitidez 3: regular nitidez 4: buena nitidez 5: muy buena nitidez	Ficha de recolección de datos
			Artefactos de reflejo	Cualitativa	Ordinal	0: >50% del campo de visión 1: > 30% del campo de visión 2: > 10% del campo de visión 3: < 10% del campo de visión	
			Contraste e iluminación	Cualitativa	Ordinal	1: todos los vasos contrastan bien con la pigmentación del fondo de ojo 2: la mayoría de vasos contrastan con la pigmentación del fondo de ojo 3: solo unos pocos de vasos retinianos son visibles	

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Tipo de variable	Escala de medición	Criterios de Medición y Valores de las variables	Instrumentos
Edad	Tiempo de vida de una persona desde su nacimiento	Tiempo de vida del paciente desde el nacimiento hasta el momento de la recolección de datos	-	Cuantitativa	Razón	años	Ficha de recolección de datos
Sexo del paciente	Diferenciación biológica entre hombres y mujeres	Diferenciación biológica del paciente en estudio	-	Cualitativa	Nominal	Masculino Femenino	
Tiempo de enfermedad	Tiempo transcurrido de padecimiento de alguna enfermedad	Tiempo transcurrido de padecimiento de la patología retiniana que presenta el paciente hasta el momento de la recolección	-	Cuantitativa	Razón	años	
Antecedentes personales	Condición previa de alguna patología médica	Condición previa de alguna patología médica que presenta el paciente en estudio	-	Cualitativa	Nominal	Diabetes Hipertensión arterial Hipercolesterolemia Enfermedades cardiovasculares Ninguno	

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Tipo de variable	Escala de medición	Criterios de Medición y Valores de las variables	Instrumentos
Antecedentes oftálmicos	Condición previa de alguna patología oftálmica	Condición previa de alguna patología oftálmica que presenta el paciente en estudio	-	Cualitativa	Nominal	Hipertensión ocular Miopía Antecedente de trauma ocular Cirugías oculares Ninguno	
Antecedentes familiares	Condición de algún miembro de la familia que presenta alguna enfermedad	Condición de algún miembro de la familia del paciente que presenta alguna enfermedad oftálmica.	-	Cualitativa	Nominal	Glaucoma Degeneración macular asociada a edad. Ninguna	
Agudeza visual	Es la capacidad de percibir con nitidez y precisión cualquier objeto del entorno.	Es la capacidad del paciente de percibir con nitidez y precisión cualquier objeto del entorno medido según la cartilla de Snellen	-	Cuantitativa	Razón	Valor numérico	

Anexo 2: Ficha de recolección datos paciente con diagnóstico Retinopatía diabética.

Fecha:

DATOS GENERALES:

Historia clínica: Edad: Sexo: Masculino/ Femenino

Tiempo de enfermedad:

Antecedentes personales:

Antecedentes oftalmológicos :

Antecedentes familiares:

Agudeza visual: Sin correctores: Con agujero estenopecico:

	OJO DERECHO		OJO IZQUIERDO	
	Imagen con teléfono inteligente y lente 20D	Imagen con cámara retiniana	Imagen con teléfono inteligente y lente 20D	Imagen con cámara retiniana
Microaneurismas				
Hemorragias intraretinianas				
Arrosariamiento venoso				
Anomalías microvasculares intraretinianas				
Neovascularización				
Hemorragia prerretinal				
Edema macular				
Exudados duros				
Manchas algodonosas				
Proliferación fibrovascular				

Calidad de la imagen de fonde de ojo

Nitidez: marcar con un aspa

1 (muy baja nitidez) 2 (baja nitidez) 3(regular nitidez)

4 (buena nitidez) 5 (muy buena nitidez)

Artefactos de reflejo: marcar con un aspa

0 (artefactos de reflejo >50% del campo de visión)

1 (artefactos de reflejo >30% del campo de visión)
reflejo >10% del campo de visión)

2 (artefactos de

reflejo <10% del campo de visión)

Contraste e iluminación: marcar con un aspa

1 (todos los vasos contrastan bien con la pigmentación del fondo de ojo)

2 (la mayoría de vasos contrastan con la pigmentación del fondo de ojo)

3 (solo unos pocos de vasos retinianos son visibles)

Anexo 3: Consentimiento informado.

Título del estudio:

Concordancia entre las imágenes de fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente más lente 20 dioptrías y la cámara retiniana digital.

Institución: Hospital Nacional Arzobispo Loayza

Propósito del estudio:

Lo estamos invitando a participar en un estudio para determinar la precisión diagnóstica de imágenes del fondo de ojo adquiridas con teléfono inteligente y lente 20 dioptrías en comparación con imágenes obtenidas con cámara retiniana. Este es un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y el Hospital Nacional Arzobispo Loayza.

Este estudio nos permitirá identificar si ambas imágenes del fondo de ojo son precisas para diagnosticar patologías como retinopatía diabética.

Procedimientos:

Si decide participar en este estudio se realizará lo siguiente:

- Se le dilatarán ambos ojos utilizando gotas midriáticas (Fenilefrina al 2.5% y tropicamida 1%) colocando una gota en cada ojo con un intervalo de 5 minutos.
- Se realizará un video corto de 1 a 2 minutos de su fondo de ojo, para ello se empleará un teléfono inteligente con una lente de 20 dioptrías, con la necesidad de iluminar el ojo con una luz intensa.
- Se le tomarán fotos del fondo de ojo con la cámara retiniana VISUCAM 524.

Se revisará su historia clínica y se tomarán únicamente los datos con referente a su última evaluación oftalmológica.

¿Usted autoriza la grabación de las imágenes de su fondo de ojo?

Sí () No ()

Riesgos:

La luz requerida para realizar el video puede ser muy incómoda para usted.

Posterior a la realización del video puede experimentar visión de colores.

La dilatación le dejará viendo borroso por unas 4 a 6 horas.

Puede presentar alguna reacción adversa a Fenilefrina al 2.5% y tropicamida 1%.

DECLARACIÓN Y/O CONSENTIMIENTO

Acepto voluntariamente participar en este estudio, comprendo las actividades en las que participaré si decido ingresar al estudio, también entiendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio en cualquier momento.

_____ Nombres y Apellidos Participante	_____ Firma	_____ Fecha y Hora
--	-----------------------	------------------------------

_____ Nombres y Apellidos Testigo (si el participante es analfabeto)	_____ Firma	_____ Fecha y Hora
--	-----------------------	------------------------------

_____ Nombres y Apellidos Investigador	_____ Firma	_____ Fecha y Hora
--	-----------------------	------------------------------