

EQUIPO PORTABLE PARA REVISIÓN OCULAR CON SISTEMAS DE MANIPULACIÓN Y SUJECCIÓN ADAPTABLE A DISPOSITIVOS DE CAPTURA DE IMÁGENES

SECTOR TECNOLÓGICO DE LA INVENCIÓN

La invención pertenece al campo de los equipos para oftalmología y específicamente a los instrumentos e implementos utilizados en el procedimiento de visualización o captura de la imagen del ojo y sus partes, con el fin de realizar un diagnóstico médico del estado visual del paciente.

ESTADO DE LA TÉCNICA

La calidad visual de una persona depende principalmente del buen estado y el correcto funcionamiento del globo ocular y sus partes. Cuando algunas de sus partes se ven afectadas por enfermedades desarrolladas en el paciente, se empieza a deteriorar la agudeza visual y si no se detecta, se diagnostica y trata correctamente y a tiempo, este deterioro puede ser definitivo. Por ejemplo, el Edema Macular Diabético (EMD) es una complicación frecuente en los diabéticos, de no ser diagnosticado y tratado tempranamente puede llevar a ceguera legal y pérdida visual irreversible, con la característica de estar presente en cualquiera de los estadios de Retinopatía Diabética (RD) [1-3].

En países en vía de desarrollo, cerca del 40% de los pacientes no son diagnosticados, por limitación de acceso al manejo especializado, generando mayor discapacidad visual en pacientes en edad productiva, impactando la calidad de vida y los costos para el sistema de salud [4]. Aproximadamente 92,6 millones de personas en todo el mundo presentan algún grado de retinopatía y 20,6 millones presentan EMD [5]. Un método diagnóstico para la detección temprana de RD y EMD es la fotografía a color del polo posterior del ojo, que requiere interpretación por un oftalmólogo especialista, siendo susceptible a variabilidad inter-observador y no siempre está disponible por carencias en los sistemas de salud [6-12].

Dada la importancia de la detección temprana de las enfermedades visuales y de la calidad de la imagen del ojo que se requiere para realizar un correcto diagnóstico, se han desarrollado algunos instrumentos que apoyan la labor oftalmológica inclusive en regiones geográficamente apartadas de los consultorios médicos. Es así que se conoce de la patente titulada “Funduscopio con adaptador universal para dispositivos electrónicos móviles” (ES1224649U), la cual tiene una lente para hacer la ampliación y enfoque de la imagen de fondo de ojo en la cámara del dispositivo y que se sostiene en un soporte con agarre manual para movilidad y ajuste de examinador. Sin embargo, la simplicidad de la óptica no mejora la imagen y el uso del flash del dispositivo de captura no iluminan de manera cofocal y suficiente el fondo de ojo, en contraste con el equipo descrito en este documento donde la iluminación propia y el sistema de lentes trabajan en conjunto para obtener una imagen de calidad.

La patente titulada “Camera lens for fundus and camera with camera lens for fundus” (ES2532011T3) se refiere a una cámara con un objetivo de cámara para fondo de ojo y una luz anular, que se une al objetivo de cámara para fondo de ojo o a una cámara y se usa para iluminar el entorno del ojo. Esta dispone una óptica mejorada para la captura de la imagen. Esta invención tiene un sistema de iluminación que puede ser adaptada a diferentes fuentes de luz, el mango de sujeción contiene al disparador, el objetivo tiene dispositivo de ajuste de dioptrías con escala y presenta diafragmas en su interior; todo esto se compone para mejorar la captura de la imagen utilizando una cámara fotográfica de fondo de ojo. En contraste, el equipo que describe este documento, presenta un sistema de sujeción y adaptación universal que también se puede utilizar con dispositivos móviles con capacidad de captura de imágenes y que también difiere en la disposición del conjunto óptica e iluminación y en la capacidad de fijación a una mesa, lo cual ayuda a su estabilización y uso en largas jornadas.

Otra invención patentada bajo el título “Dispositivo portátil de soporte para lente oftálmica esférica, composto por encaixes do tipo rosqueamento ou travamento e área de fixação para smartphone” (BR 20 2019 003492 6) describe un soporte adaptable para cámara de teléfono móvil inteligente que utiliza una lente de oftalmoscopia convencional para

capturar imágenes de fondo de ojo, siendo así una óptica simple sin mejoras en la captura, la iluminación o apoyo en el soporte para manipulación.

En la patente titulada “Open retinoscope couplable to a smartphone” (WO 2016/107953 A1) se muestra un conjunto de oftalmoscopio y soporte de teléfono móvil en el cual el oftalmoscopio se compone de una lente de Volk y de lentes móviles de manera longitudinal sobre una base ajustable con opción a disparador en la empuñadura; además, este dispositivo es adaptable a teléfonos móviles, y cuenta con opción de disparador en empuñadura y está dedicado a ser usado como retinoscopio con ajuste mediante desplazamiento lineal. Sin embargo, el presentado en este documento cuenta con una adaptación de soporte a mesa y un conjunto de lentes en disposición distinta en un montaje de bajo costo.

Otros equipos de oftalmoscopia como el de la patente “Portable ophthalmic apparatus and ophthalmic system” (WO 2004/017825 A1) presenta un aparato para realizar capturas de imágenes oftálmicas mediante la sujeción de cámaras y dispositivos móviles y un sistema de iluminación ajustable en ángulo con el eje de captura.

Existen otras invenciones más simples que se adaptan a la cámara de dispositivos móviles como lo indica la patente titulada “Optical accessory for a mobile device” (WO2015071779A1), la cual muestra un accesorio portátil para teléfono móvil compuesto de espejos y divisor de haz que aprovechan la linterna para iluminar el fondo de ojo y capturar su fotografía. Este accesorio no presenta lentes u óptica que permita mejorar la imagen capturada como si lo presenta este documento.

En general las invenciones para capturar imágenes oftálmicas han debido afrontar distintas dificultades para alcanzar una calidad excelente. Se han diseñado aparatos robustos y difíciles de transportar como el “Aparato y método para obtener imágenes de un ojo” (ES2601886) y accesorios para facilitar la portabilidad del aparato y su adaptación a dispositivos de captura como “Ophthalmic camera and ophthalmic camera adaptor” (WO 2005/122874), “Imaging lens and illumination system” (US 2005/0041207), “Ophthalmoscope” (US20180042475), “Portable hardware fixture for funduscopy” (US20170119250), entre otros.

En la invención expuesta en este documento se han tenido en cuenta que se debe evitar la dificultad de obtener imágenes nítidas por la sensibilidad de las cámaras a los movimientos, la mezcla de la luz difusa del flash con reflejos no deseados, la incomodidad del paciente y fatiga del examinador al ser usado en largas jornadas; también se considera la variedad de dispositivos de captura y su integración con aplicaciones y plataformas que realicen la asistencia en la adquisición, mejora, transmisión, almacenamiento y análisis automático de imágenes diagnósticas de oftalmología.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Figura 1. Diseño general del equipo portable para revisión ocular con el brazo de soporte, utilizando un dispositivo móvil para captura de imagen. En detalle A se muestra el componente de sujeción y alineación entre cámara y objetivo.

Figura 2. Vista de sección cortada de la óptica y disposición interna de la iluminación empleada en el objetivo del equipo portable para revisión ocular.

Figura 3. A - Vista general del mango de sujeción, B - Vista de sección cortada del mango de sujeción, C - vista por componentes internos del mango de sujeción.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con un equipo portátil para revisión de fondo de ojo con sistemas de manipulación y sujeción adaptable a dispositivos de captura de imágenes (Figura 1). El equipo cuenta con un conjunto de lentes y sistema de iluminación (Figura 2) que optimizan la captura de las imágenes para su procesamiento, además de dos sistemas de manipulación (108, 109) y una sujeción adaptable a dispositivos de captura de imágenes (112). El sistema de sujeción retiene el dispositivo de captura (105) y a su vez facilita su alineación con el conjunto óptico del objetivo (101). Este objetivo permite ajustar la amplificación y el enfoque de la imagen de fondo de ojo que es iluminado por una fuente de iluminación propia preferiblemente tipo led (207) a través de un divisor de haz (206). El dispositivo puede ser fijado mediante dos estructuras: una

estructura de soporte de mano diseñada para captura rápida (108), que asegura el dispositivo de captura al objetivo permitiendo centrar fácilmente el arreglo de lentes (201-205) a la cámara del dispositivo de captura; y una estructura soporte adicional desmontable, que usa un brazo estándar-trípode (109-111) para capturas de larga duración en sesiones de brigadas oftalmológicas.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La presente invención se relaciona con un equipo portable para revisión de fondo de ojo con sistemas de manipulación y sujeción adaptable a dispositivos de captura de imágenes que cuenta con un objetivo (101), dos formas de manipulación (108) y (109) y una sujeción adaptable a dispositivos de captura de imágenes (112). En esta invención el objetivo (101) que contiene al lente oftálmico (209) se encuentra unido por medio de una junta roscada al soporte del dispositivo de captura (104); deslizando en sentido vertical por medio de la perilla roscada (106) de ajuste de altura del lente a lo largo de una columna roscada (103), y guiada por dos vástagos de acero (107). Todo lo anterior se encuentra unido al cuerpo del soporte adaptable (112) que asegura el dispositivo de captura de imágenes (105), por medio de un tornillo de sujeción con perilla (102), además incorpora el mango de agarre manual (108) que contiene las baterías para el conjunto sistema de iluminación ocular descrito más adelante. Las partes (109) y (110) corresponden a un soporte desmontable para mesa con brazo escualizable que se pueden adaptar al soporte para trípode (111) para poder usar el dispositivo en cualquier tipo de mesa.

El objetivo (101), mostrado en la figura 2, contiene las partes ópticas (201-205) que permiten amplificar y corregir la imagen formada por el lente oftálmico (209) para que sea mostrada adecuadamente por la cámara de un dispositivo de captura. El objetivo incluye un filtro polarizador (201), un arreglo de dos lentes bicóncava (202) y biconvexa (203) que permiten corregir el ángulo de entrada de la luz para que la cámara pueda formar la imagen. Adicionalmente, enseguida se encuentra la lente de menisco positivo (204) que ajusta la imagen previa y la lente biconvexa (205) que magnifica la imagen del lente oftálmico (209). El conjunto sistema de iluminación está compuesto por un divisor

de haz (206) que permite iluminar el fondo del ojo reflejando parte de la luz de un emisor led (207) que se enfoca con un lente biconvexo (208).

El mango de agarre manual (108), mostrado en detalle en la figura 3, permite posicionar el conjunto dispositivo de captura (105) - objetivo (101) y alinearse correctamente con el ojo del paciente que estaría ubicado frente al lente oftálmico (209), adicionalmente se encuentra el contenedor de las baterías (303) para la fuente de iluminación. El componente de sujeción principal (301) se encuentra sujeto a la base soporte del dispositivo de captura (304) por medio de un tornillo (305) y una tuerca (307), estos elementos deben tener la resistencia suficiente para soportar el peso de todo el sistema cuando se sostiene sujetándolo de este conjunto. La tapa inferior (302) contiene un elemento conductor eléctrico (306) para conectar en serie las dos baterías (303) preferiblemente de tamaño AAA y en la parte superior del contenedor de las baterías, se ubican dos resortes para batería (310) sostenidos por un elemento soporte (309) que mantiene el contacto con las baterías. Así mismo, en el mango de soporte manual, se ubica un conector circular (308) del cual sale el cable (113) hacia el led (207) en el conjunto sistema de iluminación (Figura 2).

Ejemplos de aplicación práctica

Objetivo - Ejemplo 1: El listado de los componentes preferibles para usar en el sistema óptico, dispuestos según la Figura 2, son los siguientes:

- (201). Hoja laminada de polarización lineal en visible de tamaño 2" x 2"
- (202). Lente bicóncavo de 12mm Dia. x -18mm FL, Commercial Grade
- (203). Lente biconvexo de 14.3 mm Dia x 24mm FL, Grade 1
- (204). Lente de menisco positivo de 18mm Dia. x 85mm FL, Grade 2
- (205). Lente biconvexo de 25mm Dia. x 75mm FL VIS-EXT, Inked
- (206). Divisor de haz elíptico de ejes 25 x 35.36 x 3mm
- (207). Iluminación LED blanca, Neutral 4000K 3V 1.05A 128°
- (208). Lente biconvexo de 9mm Dia. x 9mm FL VIS-EXT Coated

Funcionamiento – ejemplo 2: Usando un equipo portable para revisión ocular cuya estructura es fabricada mediante impresión 3D y con el arreglo de lentes del ejemplo 1,

1. Se ajusta en el dispositivo de captura o celular que tenga el técnico/personal clínico en el soporte (104)
2. Se hace login en la aplicación celular (Android/IOS)
3. Se crea un nuevo paciente y se diligencia la información clínica del paciente
4. Se verifica alineación de la cámara con el objetivo y se captura la imagen. Dependiendo de la iluminación ambiente, movimiento del paciente o del técnico/personal clínico se evalúa la calidad de la imagen capturada
 - * Si la imagen captura tiene una calidad insuficiente, se le pide al técnico/personal clínico volver a capturar la imagen
 - * Si la imagen captura tiene una calidad aceptable, el sistema realiza una mejora de la calidad
 - * Si la imagen captura tiene una calidad excelente, no se modifica la imagen
5. La imagen es almacenada en el celular, para posterior almacenamiento en la nube. Pero, también está la opción de almacenar en la nube si se posee una conexión a internet estable.
6. La imagen es analizada por diferentes algoritmos de aprendizaje profundo, donde se da información de hallazgos oculares y enfermedades oculares (Retinopatía diabética y Edema Macular Diabético).
7. Los médicos pueden acceder, realizar edición y marcar manualmente hallazgos sobre la imagen, sobre la información clínica o añadir texto libre (reportes clínicos).
8. Adicionalmente, se pueden realizar búsquedas de imágenes, hallazgos o por pacientes si se desea.

Usando dispositivo portable o dispositivos usados en centros clínicos:

1. Se hace login en la aplicación celular (Android/IOS)
2. Se crea un nuevo paciente y se llena alguna información clínica del paciente
3. Captura la imagen con el dispositivo usado.
4. La imagen es almacenada localmente en el dispositivo.
5. La información debe ser exportada y almacenada en la nube.

6. La imagen es analizada por diferentes algoritmos de aprendizaje profundo, donde se da información de hallazgos oculares y enfermedades oculares (Retinopatía diabética y Edema Macular Diabético).
7. Los médicos pueden acceder, realizar edición y marcar manualmente hallazgos sobre la imagen, sobre la información clínica o añadir texto libre (reportes clínicos).
8. Adicionalmente, se pueden realizar búsquedas de imágenes, hallazgos o por pacientes si se desea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. YAU JWY, ROGERS SL, KAWASAKI R, LAMOUREUX EL, KOWALSKI JW, BEK T, ET AL. GLOBALPREVALENCE AND MAJOR RISK FACTORS OF DIABETIC RETINOPATHY. DIABETES CARE. 2012 MAR;35(3):556–64.
- [2]. STITT AW, LOIS N, MEDINA RJ, ADAMSON P, CURTIS TM. ADVANCES IN OUR UNDERSTANDING OFDIABETIC RETINOPATHY. CLIN SCI (LOND). 2013 JUL;125(1):1–17.
- [3]. SHAW JE, SICREE RA, ZIMMET PZ. GLOBAL ESTIMATES OF THE PREVALENCE OF DIABETES FOR 2010 AND2030. DIABETES RES CLIN PRACT. 2010;87(1):4–14.
- [4]. MOOKIAH MRK, ACHARYA UR, CHUA CK, MIN LC, NG E, MUSHRIF MM, ET AL. AUTOMATED DETECTION OF OPTIC DISK IN RETINAL FUNDUS IMAGES USING INTUITIONISTIC FUZZY HISTON SEGMENTATION. PROC INST MECH ENG PART H J ENG MED. 2013 JAN 27;227(1):37–49.
- [5]. THREATT J, WILLIAMSON JF, HUYNH K, DAVIS RM, HERMAYER K. OCULAR DISEASE, KNOWLEDGE AND TECHNOLOGY APPLICATIONS IN PATIENTS WITH DIABETES. AM J MED SCI. 2013 APR;345(4):266–70.
- [6]. MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. ANÁLISIS DE SITUACIÓN DE SALUD VISUAL EN COLOMBIA. CONV 519 DEL 2015. 2016;49–56.
- [7]. DANAEI G, FINUCANE MM, LU Y, SINGH GM, COWAN MJ, PACIOREK CJ, ET AL. NATIONAL, REGIONAL, AND GLOBAL TRENDS IN FASTING PLASMA GLUCOSE AND DIABETES PREVALENCE SINCE 1980: SYSTEMATIC ANALYSIS OF HEALTH EXAMINATION SURVEYS AND EPIDEMIOLOGICAL STUDIES

WITH 370 COUNTRY-YEARS AND 2·7 MILLION PARTICIPANTS. LANCET (LONDON, ENGLAND). 2011 JUL 2;378(9785):31–40.

[8]. HUANG ES, BASU A, O'GRADY M, CAPRETTA JC. PROJECTING THE FUTURE DIABETES POPULATION SIZE AND RELATED COSTS FOR THE U.S. DIABETES CARE. 2009;32(12):2225–9.

[9]. MANSBERGER SL, GLEITSMANN K, GARDINER S, SHEPPLER C, DEMIREL S, WOOTEN K, ET AL. COMPARING THE EFFECTIVENESS OF TELEMEDICINE AND TRADITIONAL SURVEILLANCE IN PROVIDING DIABETIC RETINOPATHY SCREENING EXAMINATIONS: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. TELEMED E-HEALTH. 2013;19(12):942–8.

[10]. VARGAS-URICOECHEA H, CASAS-FIGUEROA LÁ. AN EPIDEMIOLOGIC ANALYSIS OF DIABETES IN COLOMBIA. ANN GLOB HEAL. ELSEVIER INC; 2015;81(6):742–53.

[11]. INTERNATIONAL FEDERATION ON AGEING, INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION, INTERNATIONAL AGENCY FOR THE PREVENTION OF BLINDNESS. DIABETIC RETINOPATHY, THE BAROMETER - COLOMBIA. 2017;

[12]. FONDO COLOMBIANO DE ENFERMEDADES DE ALTO COSTO. SITUACIÓN DE LA ENFERMEDAD RENAL CRÓNICA, LA HIPERTENSIÓN ARTERIAL Y LA DIABETES MELLITUS EN COLOMBIA. 2016;1–216.

OTRAS REFERENCIAS A ACCESORIOS SIMPLES PARA OFTALMOSCOPIA

([Y] US10092182 Modular lens adapters for mobile anterior and posterior segment ophthalmoscopy, [Y] CN104434023A Front ophthalmoscope used on mobile phone, [Y] CN108814545A It is a kind of be used in combination with smart phone exempt from mydriasis fundus camera, [Y] CN204274403U A kind of mobile phone inspection eye preset lens, [Y] US20160296112A1 Retinal cellscope apparatus, [Y] WO2013049778A1 Optical adapter for ophthalmological imaging apparatus, [A] CN207721800U A kind of mobile phone external fundus imaging camera lens based on wavefront coding technology, [Y] CN208784705U A kind of portable eyeground imaging system)