

DetECCIÓN DE MICROANEURISMAS EN LA RETINA.

R.H. Norma¹, M. P. Janet¹, M.U. Miguel¹, N.M. Rutilio^{1,2}, R.A. Janeth¹

¹Departamento de Electrotrónica, Universidad de Guadalajara, Guadalajara Jalisco México

²Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Instituto Tecnológico de Mérida, Mérida Yucatán México

Resumen— La retinopatía diabética es una complicación ocular de la diabetes que está causada por el deterioro de los vasos sanguíneos que irrigan la retina, un diabético tiene de 20 a 40 veces más probabilidades de quedarse ciego. Los microaneurismas y las microhemorragias son el signo oftalmoscópico más precoz y que precede en mucho tiempo al resto de manifestaciones.

Este trabajo presenta una herramienta de análisis automático con una interfaz amigable que permite detectar microaneurismas en la retina de forma rápida y eficaz para apoyo del profesional del área.

Palabras clave —Análisis digital de imágenes, microaneurismas, Retinopatía diabética.

I. INTRODUCCIÓN

1. 1 Retinopatía Diabética

La diabetes mellitus es una enfermedad metabólica que se caracteriza por presentar altos niveles de azúcar en la sangre. La retinopatía diabética es una complicación ocular de la diabetes que está causada por el deterioro de los vasos sanguíneos que irrigan la retina. El daño de los vasos sanguíneos de la retina puede tener como resultado que estos sufran una fuga de fluido o sangre. Si la enfermedad avanza se forman nuevos vasos sanguíneos y prolifera el tejido fibroso en la retina, lo que tiene como consecuencia que la visión se deteriore, es una de las múltiples manifestaciones de la diabetes a nivel ocular que puede conducir a la ceguera (representa entre el 70% y el 80%) [1][2] [13][14][15]. Se ha comprobado que esta enfermedad, estadísticamente, afecta al 17% de los pacientes 5 años después de ser diagnosticados diabéticos y al 97% de éstos 15 años después del diagnóstico[3][4]

Los microaneurismas y las microhemorragias son el signo oftalmoscópico más precoz y que precede en mucho tiempo al resto de manifestaciones. Estas dilataciones saculares serán visibles en el fondo de ojo cuando tengan un diámetro de 30 micras aproximadamente. Antes de la irrupción oftalmoscópica de estos signos hay microaneurismas de menor tamaño sólo visibles angiográficamente [5]. El tamaño y el color de los microaneurismas dificultan su reconocimiento a los médicos de asistencia primaria involucrados en los programas de detección. Además, el proceso de localización de los mismos es tedioso y lento.

Actualmente en México los doctores prefieren el uso de fluoresceína para la localización de los microaneurismas pues proporciona datos confiables y hace muy fácil su

localización. Se busca que esta herramienta de análisis evite el uso de la fluoresceína en angiografías, ya que éstas pueden causar reacciones adversas que pueden ir de leves a graves. Las leves son aquellas que presentan efectos transitorios que se resuelven por completo sin precisar ningún tratamiento, tales como náuseas y vómito. Las reacciones moderadas requieren de intervención médica que pueden ser tromboflebitis, urticaria, fiebre, necrosis tisular local, entre otras [6][7][15].

1. 2 Estado del arte

Los microaneurismas indican que existe cierre capilar y que la pared debilitada puede romperse, lo cual genera hemorragia o puede permitir la fuga de líquido intravascular, que ocasiona edema. Si la retinopatía diabética es detectada en una fase temprana donde sólo se encuentran microaneurismas se puede optimizar el tratamiento médico de glucemia, lípidos y presión arterial [8] [13][14][15]. La mayor parte de las investigaciones tratan la detección de microaneurismas en angiografía fluoresceínica, procedimiento utilizado para observar la circulación retiniana. La principal ventaja de este procedimiento es que, al ser una imagen de alto contraste, los microaneurismas son detectados fácilmente a simple vista, pero como ya hemos comentado el uso de fluoresceína puede causar reacciones adversas. La retinografía sin el uso de fluoresceína es otro procedimiento que se realiza por exploración del canal verde negado de la imagen, donde los microaneurismas aparecen con mucho menos contraste.

El primer artículo que se enfoca en la detección de microaneurismas en imágenes a color fue publicado en 1995 [9]. Todo lo publicado anterior a ese año está basado en las angiografías fluoresceínicas. En cuanto a retinografías, la mayoría de las investigaciones se han desarrollado a partir de algoritmos basados en la transformación *top-hat* para la detección de candidatos [1][10][11]. A raíz de esto, varios autores han buscado mejorar los resultados realizando cambios en el preprocesado y en el proceso de clasificación [13][14].

Este trabajo presenta una herramienta de apoyo de detección automática de microaneurismas para el profesional, como método no invasivo, en caso de que el paciente presente hipersensibilidad a los componentes, antecedentes de alergia, asma bronquial o se haya hecho uso reciente de la fluoresceína pues el uso continuo tiene daños adversos.

II. METODOLOGÍA

Para la realización de esta herramienta, el Hospital San José para enfermos de la vista proporcionó el estudio de 50 personas, 25 de ellos que presentaban microaneurismas y 25 pacientes sanos. El estudio de cada paciente cuenta con alrededor de 20 imágenes tomadas en diferentes ángulos. Las retinografías proporcionadas consisten en la toma de una imagen en color del fondo de ojo a través de la pupila dilatada antes y después de aplicar fluoresceína.

Las imágenes proporcionadas presentan defectos del lente de la cámara, este detalle fue considerado en el proceso. Para el procesamiento se utilizarán las imágenes RGB sin fluoresceína, como la que se presenta en la figura 1.

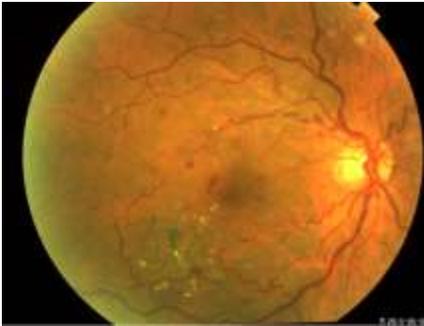


Figura 1.- Imagen Original (Hospital San José, GDL, Jalisco).

La aplicación cuenta con una interfaz gráfica amigable e intuitiva para el usuario, desarrollada bajo la plataforma de MATLAB [12]. De forma general el análisis y procesamiento se representa esquemáticamente en la Fig. 2.



Figura 2.- Procedimiento del programa.

Después de cargar la imagen que se desea procesar, se seleccionará manualmente el disco óptico para crear una máscara (máscara DO) de éste.

El siguiente paso consiste en pasar la imagen RGB al plano verde, ya que éste contiene la información que se requiere.

Una vez teniendo la imagen en el plano verde, se derivará y pasará por un filtro gaussiano para crear otras dos máscaras distintas, la primera (máscara 1) conservará la mayoría de los datos de la imagen (teniendo un filtro ligero) y la otra máscara (máscara 2) solamente tendrá los datos primordiales de la imagen (Venas, disco óptico, padecimientos notorios, etc., eliminando los artefactos). Los defectos dados por la lente se observarán en ambas máscaras.

El siguiente paso consiste en llevar al umbral los datos de las máscaras 1 y 2 para después sumar la máscara DO con cada una (el motivo es porque en el disco óptico no debe haber microaneurismas). Ya cumpliendo la eliminación del disco óptico, el siguiente objetivo es eliminar las venas, para ello se sustrae de la máscara 2, la máscara 1, dejando los datos que no fueron primordiales de la máscara 1. En esta parte se eliminarán los falsos positivos dados por la lente del equipo (dado que es muy notoria su detección se consideran como datos primordiales en ambas máscaras y se sustraen), que fueron validados por el especialista.

Considerando que los microaneurismas tienen un tamaño de 100 micras, el filtro considerado es en un área 30 píxeles, por medio de filtrado se obtiene el marcaje de los posibles microaneurismas. Esta herramienta de algoritmo fue elaborada con una interfaz amigable y de fácil uso para el especialista. El procedimiento de los algoritmos se da en forma automatizada.

III. RESULTADOS

El método utilizado fue doble ciego para prevenir que los resultados puedan estar influidos, después de haberse analizado todos los datos, y concluido el experimento, los resultados fueron puestos al médico profesional para validar los resultados. Este procedimiento fue hecho en cada una de las muestras de los 25 pacientes y de los 25 sujetos control.

Se seleccionó una retinografía sin fluoresceína del estudio de cada paciente, con dimensiones de 2588x1958 píxeles. Con ayuda del especialista en retina y de las imágenes con fluoresceína incluidas en los estudios, se hizo el análisis de cada imagen. Teniendo ambas imágenes, la procesada por la herramienta y la imagen con fluoresceína, se localizaron los microaneurismas de la imagen con fluoresceína, donde se ve claramente cada microaneurisma y se comparó con los encontrados en la imagen procesada. En promedio de cada imagen se obtuvieron menos de 10 falsos microaneurismas.

La siguiente figura muestra las 2 máscaras aplicadas en pacientes con diagnóstico sano: fig.3 (a, b).

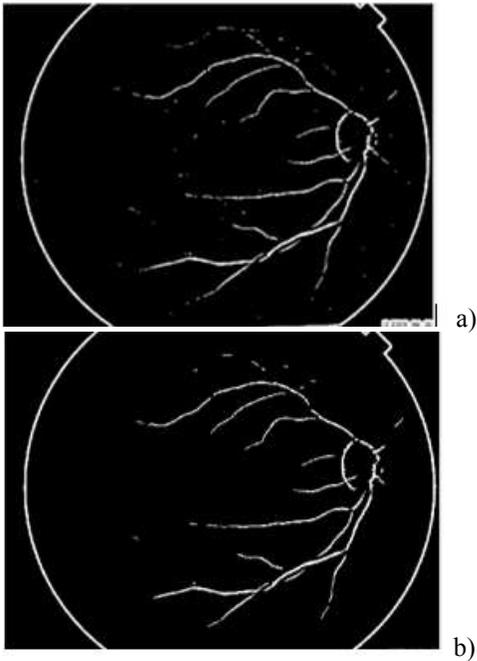


Fig.3.- a) Máscara general, b) Máscara vasos sanguíneos.

La figura 4 (a,b) muestra las 2 máscaras aplicadas en pacientes con diagnóstico con microaneurismas.

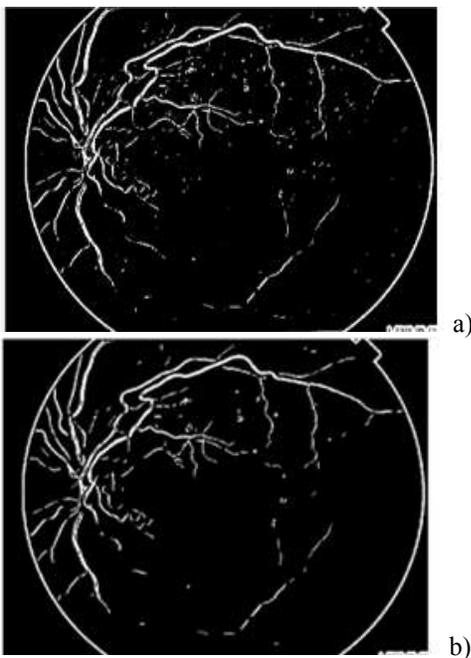


Fig.4.- a) Máscara general, b) Máscara vasos sanguíneos.

En la última figura (fig. 5) se pueden apreciar los resultados finales arrojados por la herramienta. Se presenta un ojo sano y uno con microaneurismas, donde cada uno de los

microaneurismas es marcado por un punto azul encima de su localización.

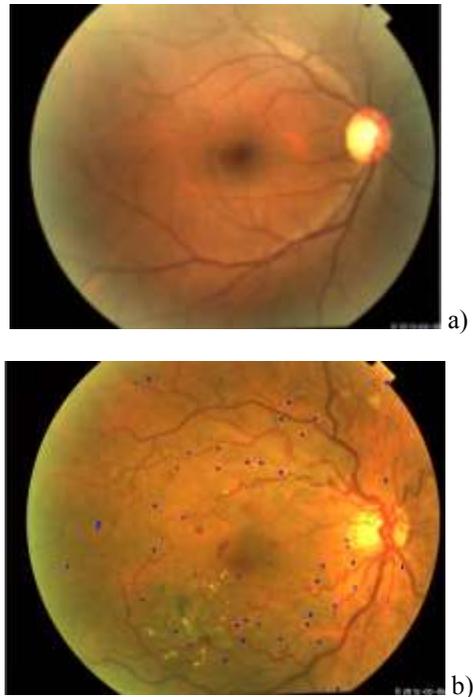


Fig.5 a) Resultado en un ojo sano. B) Resultado en un ojo patológico (microaneurismas).

IV. DISCUSIÓN

Para el diagnóstico temprano de la retinopatía diabética es necesaria la evaluación periódica de la retina del paciente con diabetes. Cuando no se cuenta con el equipo necesario, la localización de los microaneurismas es tediosa y difícil. En la actualidad no se ha publicado ningún trabajo con resultados completamente satisfactorios pues el poco contraste que tienen los microaneurismas en la retinografía dificulta en gran medida su detección. En este artículo se presenta una herramienta con interfaz amigable, que podría llegar a ser una opción para la detección de microaneurismas, aunque se encontró que cuando la imagen tiene demasiada luz, no se tiene el contraste necesario y puede modificar los resultados de una manera perjudicial. En el futuro se pretende disminuir el porcentaje de falsos positivos y agregar otras herramientas como la clasificación de microhemorragias, exudados duros y su cuantificación.

V. CONCLUSIÓN

En el pasado, se han propuesto diferentes métodos para la detección automática de microaneurismas. Estos métodos han usado angiografías con fluoresceína donde se marcan muy brillantes los microaneurismas. En este método se usa angiografías sin fluoresceína para encontrarlos ya que este

colorante puede causar un efecto secundario en el paciente. Esta herramienta apoya de manera no invasiva a determinar posibles afecciones de microaneurismas en la retina. Cuando los algoritmos analizan el global de los microaneurismas, detectan menos de 10 falsos microaneurismas por imagen.

RECONOCIMIENTOS

Los autores muestran su agradecimiento al especialista en retina José Ramón Becerra Bracho, y al Hospital San José para enfermos de la vista, por apoyarnos con todo lo que se requirió para la elaboración de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L M Tierney, S J McPhee, M A Papadakis (2002). Current medical Diagnosis & Treatment. International edition. New York: Lange Medical Books/McGraw-Hill. pp. 1203–1215. ISBN 0-07-137688-7.
- [2] Jiménez, S., Alemany, P., Núñez, F., Fondón, I., Serrano, C., Acha, B., and Failde, I., Detección automatizada de microaneurismas mediante crecimiento de regiones y red neuronal Fuzzy Artmap. Archivos De La Sociedad Española De Oftalmología, 284-289.
- [3] Ronald Klein et al. The Beaver Dam Eye Study: retinopathy in adults with newly discovered and previously diagnosed diabetes mellitus. 1991. [http://dx.doi.org/10.1016/S0161-6420\(92\)32011-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0161-6420(92)32011-1)
- [4] Barbara E. K. et al. Visual Impairment. The Epidemiology of Aging. 2012, pp 327-344
- [5] Garzón Camacho, Alejandro, Mejoras de algoritmos para detección de microaneurismas sobre angiografías de retina digitalizadas
- [6] Maguire JI, Federman JL. Intravenous fluorescein angiography.
- [7] Ciardella AP, Kaufman SR, Yannuzzi LA. The use of fluorescein angiography in acquired macular diseases.
- [8] American Academy of Ophthalmology, Retina Panel. Diabetic Retinopathy. Preferred Practice Patterns. San Francisco, American Academy of Ophthalmology; 2003.
- [9] Øien GE, Osnes P. Automatic detection of early symptoms from retinal images. Proc Norwegian Signal Processing Symposium. 1995. 135-40.
- [10] Niemeijer M, van Ginneken B, Staal J, Suttorp-Schulten MS, Abramoff MD. Automatic detection of red lesions in digital color fundus photographs. IEEE Trans Medical Imaging. 2005; 24:584-92.
- [11] Walter T, Massin P, Erginay A, Ordonez R, Jeulin C, Klein J-C. Automatic detection of microaneurysms in color fundus images. Medical Image Analysis. 2007; 11:555-667
- [12] <http://www.mathworks.com>
- [13] Amit Kumar, Fahimuddin Shaik. Image Processing in Diabetic Related Causes. SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology. ISBN: 978-981-287-623-2, 978-981-287-624-9
- [14] Francesco Bandello, et al. Clinical Strategies in the Management of Diabetic Retinopathy: A step-by-step Guide for Ophthalmologists. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-54502-3, 978-3-642-54503-0
- [15] Jose Cunha-vaz. Diabetic Retinopathy. World Scientific. ISBN: 9814304433, 9789814304436