

ESTUDIO COMPUTACIONAL DE LA RESPUESTA PUPILAR A ESTÍMULOS DE LUZ EXTERNA, PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA DIABETES MELLITUS

Uribe, López Sergio; Dr. Gutiérrez, Hernández David Asael & Dr. Estrada, Rico Julio Cesar

Introducción

Variables como el tamaño de la pupila, la forma y respuesta a la luz se han utilizado como indicadores de la función neurológica en los pacientes con lesiones cerebrales. La estimulación simpática provoca una dilatación de la pupila (midriasis), la estimulación parasimpática causa la constricción de la pupila (miosis), por lo tanto, el cambio en el tamaño de la pupila en respuesta a un estímulo de luz se basa en un equilibrio funcional entre la actividad simpática y parasimpática [1]. Esta situación se conoce como reflejo de la luz de la pupila. Por lo tanto, la respuesta pupilar a un estímulo de luz externa podría proporcionar un medio indirecto para evaluar la integridad de las vías neuronales que controlan el tamaño de la pupila [2] y una indicación precoz de la neuropatía autonómica diabética [3].

Podría entenderse que las condiciones generales del sistema autónomo afectarán a la respuesta de la pupila a los estímulos de luz [4]. Algunas investigaciones realizadas en sujetos con diabetes han mostrado respuestas anormales en la modulación del radio pupilar [2,5-10]. Estas investigaciones apoyan el potencial de la Pupilometría para ser utilizada como una herramienta para pruebas no invasivas en diferentes situaciones en la población diabética [7-9].

Objetivo

Realizar la extracción de características de la señal obtenida por un pupilómetro en pacientes diabéticos para poder identificar, por medio de algoritmos de clusterización, grupos característicos que en un futuro puedan permitir disponer de tratamientos específicos a cada paciente para su control y mejoría en la calidad de vida.

Metodología

Datos

Muestras del reflejo fotomotor de 123 pacientes diagnosticados con diabetes mellitus tipo 1. Además de: Género, edad, peso, enfermedades crónicas, glucosa capilar y hemoglobina glucosilada.

Muestreo

Se utilizó un pupilómetro que estimula y graba, además de un software que detecta y mide el tamaño de la pupila.



Figura 1: Se muestran algunas imágenes tomadas por el pupilómetro.

Caracterización

Con el fin de describir la serie de tiempo biológica obtenida con el muestreo, se propuso una regresión no lineal aproximando la función sigmoidea simétrica (4PL).

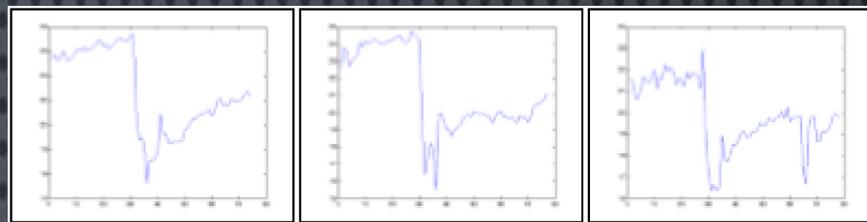


Figura 2: Los datos adquiridos por el pupilómetro de vídeo digital. el eje x es el tiempo y el eje y es el diámetro de la pupila

a	b	c	d
18.19696	405.35181	28.814216	14.362300
26.96753	721.20147	31.096978	23.688086
23.99675	629.54278	28.817026	19.724683
16.70728	396.34668	28.876302	13.824575
14.38774	543.23419	28.847515	10.865488

Tabla 1: Ejemplo de los datos de la caracterización

Clusterización

Se realizó una corrida del algoritmo K-means con $k = 4$. La clusterización se llevó a cabo tomando en cuenta variables de cada paciente como glucosa capilar (CP) y hemoglobina glucosilada (HG), así como cuatro variables obtenidas de la regresión sigmoidea hecha a las gráficas obtenidas por un pupilómetro, las cuales son a (asíntota mínima), b (Pendiente de la curva), c (El punto de la curva donde la curvatura de concavidad cambia de dirección), d (asíntota máxima).

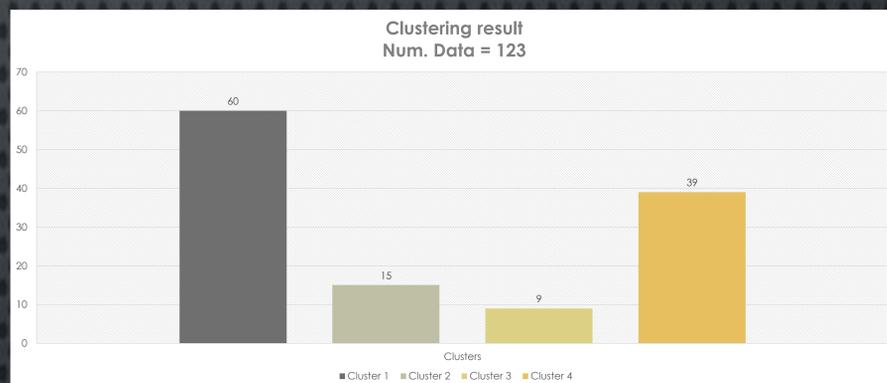


Figura 3: Distribución de los datos por grupo

Conclusiones

Se observa que es posible alcanzar una diferenciación entre los grupos de pacientes que tienen características similares, teniendo en cuenta todos los datos entre los 4 grupos identificados.

Como trabajo futuro se planea hacer algunas pruebas estadísticas para obtener una correlación entre los puntos característicos de la respuesta de la pupila a un estímulo de luz, los valores CP y de HG buscando el apoyo de un experto en temas médicos con el fin de interpretar los resultados.

Estos estudios son importantes para entender el comportamiento que tiene el ser humano frente a diferentes patologías. Por lo tanto, puede apoyar para mejorar la calidad de vida de los pacientes

Referencias

- [1] Meeker M, Du R, Bacchetti P, Privitera CM, Larson MD, Holland MC, Manley G Pupil. Examination: Validity and Clinical Utility of an Automated Pupilometer. *Journal of Neuroscience Nursing*. 2005;37:34-40.
- [2] Fotiou F, Fountoulakis KN, Goulas A, Alexopoulos L, Palikaras A. Automated standardized pupillometry with
- [3] Pittasch D, Lobmann R, Behrens-Baumann W, Lehnert H. Pupil Signs of Sympathetic Autonomic Neuropathy in Patients with Type 1 Diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25:1545-1550.
- [4] Bremner FD, Smith SE. Pupil Abnormalities in Selected Autonomic Neuropathies. *Journal of Neuro-Ophthalmology*. 2006;26:209-219.
- [5] Smith SA, Smith SE. Reduced pupillary light reflexes in diabetic autonomic neuropathy. *Diabetologia*. 1983;24:330-332.
- [6] Smith SA, Smith SE. Evidence for neuropathic aetiology in the small pupil of diabetes mellitus. *British Journal Ophthalmology*. 1983;67:89-93.
- [7] Dütsch M, Marthol H, Michelson G, Neundöfer B, Hinz MJ. Pupillography refines diagnosis of diabetic autonomic neuropathy. *Journal of the Neurological Sciences*. 2004;222:75-81.
- [8] Cahill M, Eustace P, Jesus V. Pupillary autonomic denervation with increasing duration of diabetes mellitus. *British Journal Ophthalmology*. 2001;85:1225-1230.
- [9] Eppens MC, Craig ME, Cusuamo J, Hings S, Chan AKF, Howard NJ. Prevalence of Diabetes Complications in Adolescents with Type 2 Compared with Type 1. *Diabetes Care*. 2006;29:1300-1306.
- [10] Smith S, Dewhurst R. A simple diagnostic test for pupillary abnormality in diabetic autonomic neuropathy. *Diabetic Medicine*. 1986;3:38-41.