



V CONGRESO NACIONAL DE TECNOLOGÍA
APLICADA A CIENCIAS DE LA SALUD
5, 6 y 7 de junio de 2014
TONANTZINTLA, PUEBLA, MÉXICO

Estudio de la Distribución de Temperaturas en la Región Plantar de Pacientes con Diabetes Mellitus Utilizando Termografía



H. Peregrina-Barreto^a, F. J. Renero-Carrillo^a, J. J. Rangel-Magdaleno^a, J. A. Bernal-Gonzalez^a,

^aInstituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Puebla

hperegrina@ieee.org, paco@inaoep.mx, jangel@inaoep.mx, jagonzalez@inaoep.mx

Resumen—El pie diabético representa el 50% de las complicaciones de la diabetes mellitus (DM) provocando trastornos sensoriales, atrofia en la piel y úlceras plantares. El riesgo de ulceración plantar es alto y se debe en gran medida a que el daño en el sistema nervioso (neuropatía), provocado por la DM, impide sentir cuando ocurre una lesión. Estudios previos han establecido que existe una relación entre un incremento de temperatura anormal ($>2^{\circ}\text{C}$) y un alto riesgo de ulceración. Por lo anterior, es de gran importancia el estudiar los cambios en la distribución de la temperatura plantar de pacientes con DM a fin de detectar incrementos anormales que pueden indicar regiones en riesgo de ulceración. La termografía permite obtener una representación gráfica (termograma) de dicha distribución de temperatura en el área plantar capturando únicamente la radiación de calor natural del cuerpo humano por lo que no representa ningún riesgo ni incomodidad para el paciente. El presente trabajo recopila una base de datos inicial de termogramas de pacientes con DM y un grupo de control. Así mismo, se presenta un análisis de las temperaturas empleando el concepto de angiosomas.

Palabras clave—pie diabético, angiosomas plantares, termografía

I. INTRODUCCIÓN

En 2010, se reportó que en la escena global la incidencia de ulceraciones en el pie en personas con DM era de 2% y que, aproximadamente el 15% de estos casos llegaría a la amputación [1]. Esto representa una amputación mayor cada 30 segundos aproximadamente, generando la pérdida de 2500 miembros perdidos por día en el mundo. Se sabe que la mayoría de las amputaciones en personas con DM inician con una úlcera y se estima que esto se podría evitar hasta en un 85% con un tratamiento adecuado del pie diabético. La medición y el análisis de la distribución de temperatura son parámetros útiles en el diagnóstico y desarrollo de algunas enfermedades. En el caso específico del pie diabético, se ha reportado que un incremento en la temperatura local está relacionado con áreas que se pueden ulcerar [2]. Con esta base, se han desarrollado algunas investigaciones para el estudio y la detección de riesgos de ulceración en el pie diabético. En [3] se propuso el monitoreo continuo del área plantar empleando un termómetro infrarrojo doméstico. Los resultados demostraron que el riesgo de desarrollar úlceras y fracturas de Charcot fue menor en el grupo cuya temperatura plantar se monitoreó. En [4] se encontró que en los pacientes con DM y neuropatía existe una correlación entre el umbral de percepción vibratoria (*vibratory perception threshold*, VPT) y la temperatura del primer orjeo. Recientemente, se propuso una clasificación de la distribución espacial de la temperatura plantar utilizando el concepto de angiosoma y considerando 20 posibles casos [5]; sin embargo, el proceso de clasificación resulta difícil dadas las variaciones que se pueden presentar.

En México hay 8.7 millones de personas con Diabetes Mellitus (DM) diagnosticada y se tiene la mayor prevalencia de América del Norte (11.7), según datos de la Federación Internacional de Diabetes. Ya que la detección temprana de zonas de riesgo en el pie diabético es un tema de interés y México es uno de los países más afectados, es importante el desarrollo de metodologías que aporten información para el diagnóstico y tratamiento preventivo de úlceras plantares en pacientes con DM. El presente trabajo tiene como objetivo generar una base de datos inicial que recopile termogramas de pacientes con DM y de un grupo de control, así como hacer un primer análisis de la distribución de temperatura plantar de ambos grupos utilizando el concepto de angiosoma.

II. Metodología

a. Generación de la base de datos

El presente estudio se llevó a cabo con la colaboración del grupo de diabetes del Hospital General de la Zona Norte de Puebla y voluntarios del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica para el grupo de control. Para la adquisición de los termogramas se siguieron las recomendaciones de la Academia Internacional de Termología Clínica [6]. Los pacientes se prepararon de la siguiente manera: se removieron calzado y medias y se limpió la planta del pie con una toalla húmeda. Después, el paciente fue colocado en posición supina en la meza de exploración durante 15 minutos para alcanzar un estado basal en el que la presión sanguínea y la temperatura corporal se estabilizan (Fig. 2a). Durante el tiempo de reposo se recabó información clínica que pudiera aportar datos complementarios. Se utilizó un dispositivo bloqueador de IR para evitar cualquier emitancia/reflectancia ajena a la región plantar (Fig. 2b). Transcurrido el tiempo de reposo se procedió a tomar el termograma.



Fig. 1: Úlceras en el pie diabético

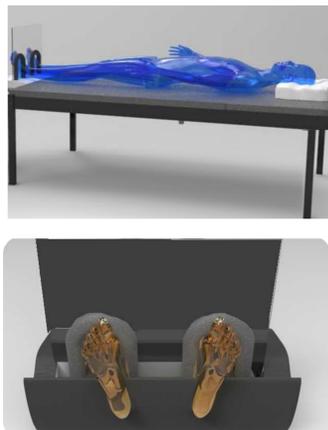


Fig. 2: a) Posición de reposo del paciente y b) dispositivo bloqueador de IR.

b. Análisis de temperatura por angiosomas

Una vez adquiridos los termogramas estos son procesados para extraer 4 regiones de interés (angiosomas plantares) y poder obtener la temperatura promedio de dicha región de acuerdo a lo reportado en [7]. Los angiosomas plantares son regiones del pie cuyo suministro de sangre viene de la arteria plantar [8]. El análisis de estas regiones es importante ya que una de las principales causas de ulceración en el pie diabético es producido por un cambio en el flujo sanguíneo [4]. Los angiosomas utilizados en este estudio son: arteria plantar media (MPA), arteria plantar lateral (LPA), arteria calcánea media (MCA) y arteria calcánea lateral (LCA) (Fig. 3).

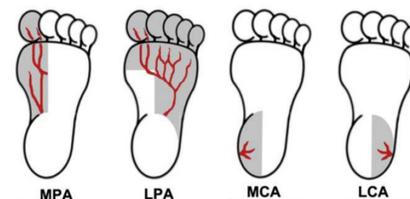


Fig. 4: Angiosomas plantares sugeridos por [5].

IV. RESULTADOS

Se pudo observar que los termogramas del grupo con DM presentan una distribución de temperatura más variable. Además, estos termogramas presentan una mayor asimetría entre la temperatura de ambos pies y es común observar una especie de "moteo" en puntos calientes (Fig. 4a). Por otra parte en el grupo de control se pudo observar un patrón de mariposa constante donde el punto más caliente se encuentra en el arco y la temperatura se decreciente hacia la parte externa del pie (Fig. 4b).

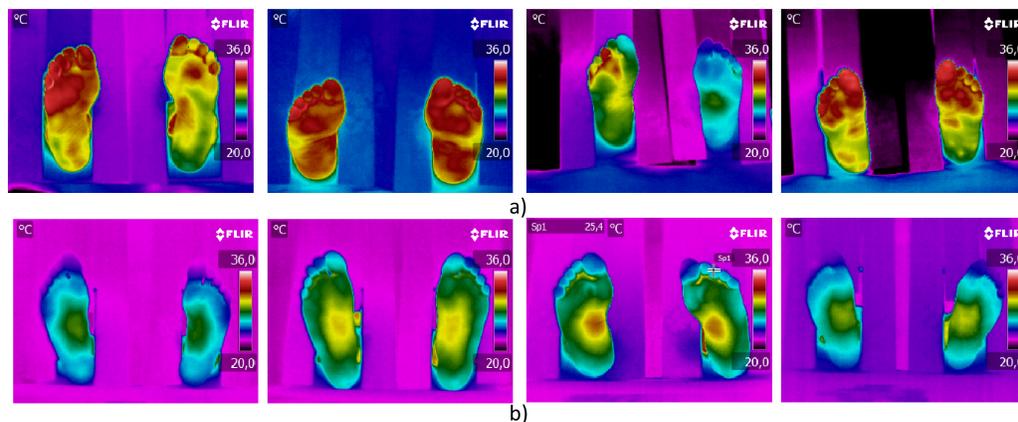


Fig. 4: Termogramas plantares del a) grupo con DM y b) el grupo de control.

En el análisis por angiosomas se encontró que las temperaturas plantares en el grupo con DM fueron elevadas. Se observó que el 80% los pacientes de este grupo presentaron temperaturas en el rango $[29.3, 33.3]^{\circ}\text{C}$ y el 52% presentó temperaturas en el rango $[31.3, 33.3]^{\circ}\text{C}$ en al menos uno de los angiosomas. En este grupo solo el 20% de los pacientes presentó temperaturas en el rango $[25.3, 28.6]^{\circ}\text{C}$ el cual se considera de bajo riesgo de ulceración. Por otra parte, en el grupo de control se observó una menor variación de temperaturas presentando el 100% de los participantes una temperatura en el rango de $[26.2, 28.6]^{\circ}\text{C}$.

IV. CONCLUSIONES

El análisis de termogramas es una herramienta útil que puede ayudar en la detección de zonas de riesgo en el pie diabético. En el presente trabajo se recopiló una base de datos inicial de termogramas plantares a fin de comparar la distribución de temperatura en pacientes con y sin DM. El análisis cualitativo de los termogramas demostró de manera clara las diferencias que se encuentran en ambos grupos de estudio. La estimación de temperatura por angiosomas permitió confirmar que los pacientes con DM presentan temperaturas más elevadas que el grupo de control. Se confirmó que el grupo de control presenta un patrón de mariposa característico y que el grupo con DM no presenta patrón alguno que pueda ser utilizado para la identificación del pie diabético. Sin embargo, se demuestra que la temperatura alta es una característica común en el grupo con DM y que el patrón de mariposa podría ser utilizado como punto de referencia para determinar anomalías en la distribución de temperatura.

V. REFERENCIAS

- [1] K. Roback, "An overview of temperature monitoring devices for early detection of diabetic foot disorders", *Expert Rev. Med. Devices*, vol. 7, no. 5, pp. 711-718, 2010.
- [2] D. G. Armstrong et al., "Infrared dermal thermometry of the high-risk diabetic foot", *Phys. Ther.*, vol. 77, pp. 169-177, 1997.
- [3] L. A. Lavery et al., "Home monitoring of foot skin temperatures to prevent ulceration", *Diabetes Care*, vol. 27, no. 11, pp. 2642-2647, 2004.
- [4] S. Bagavathiappan et al., "Correlation between plantar foot temperature and diabetic neuropathy: a case study by using an infrared thermal imaging technique", *Journal of Diabetes Science and Technology*, vol. 4, no. 6, pp. 1386-1392, 2010.
- [5] T. Nagase et al., "Variations of plantar thermographic patterns in normal controls and non-ulcer diabetic patients: novel classification using angiosome concept", *J. of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery*, vol. 64, pp. 860-866, 2011.
- [6] Thermography guidelines, Standards and Protocols in Clinical Thermographic Imaging IACT (International Academy of Clinical Thermology), (2002). www.iact-orig.org/professionals/thermoguidelines.html.
- [7] Peregrina-Barreto et al., Quantitative estimation of temperature variations in plantar angiosomes: a study case for diabetic foot, *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, doi:10.1155/2014/585306, 2014.
- [8] G. I. Taylor, and J. H. Palmer, "The vascular territories (angiosomes) of the body: experimental study and clinical applications", *J. Plast. Surg.*, vol. 40, no. 2, pp. 113-141, 1987.