



# Revista Médica de Trujillo

Publicación oficial de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo - Perú

## Artículo Original

### Exactitud diagnóstica en la imagen termográfica para la granulación de las úlceras diabéticas no infectadas

Diagnostic accuracy in thermographic imaging for granulation of uninfected diabetic ulcers

Dante Horacio Rodríguez-Alonso<sup>1,2</sup>, José Elías Cabrejo-Paredes<sup>2</sup>

1. Unidad de investigación científica, Centro medico "Innovaciones pie diabético", Trujillo, Perú. 2. Unidad de Doctorado en ciencias médicas de la Escuela de Postgrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Correspondencia: Dante  
Rodríguez Alonso

Teléfono: 947917732,  
Correo: ortocentro30@gmail.com

Recibido: 14/10/19

Aceptado: 22/12/19

#### RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la exactitud (Ex) por la sensibilidad (S), especificidad (E) de un estudio de prueba diagnóstica (PD) por imagen termográfica (IT) en la granulación de las úlceras diabéticas no infectadas (UDSI) que recibieron tratamiento convencional o coadyuvante en una unidad de pie diabético.

**Materiales y métodos:** El diseño fue transversal que se realizó con 29 pacientes diabéticos tipo 2 con UDSI comparando la observación directa de una zona de granulación por IT como PD en evaluación respecto a estándar por estudio anatómico patológico (AP) por medio de una biopsia tipo punch. El estudio obtuvo la autorización del comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo. Las estadísticas descriptivas se realizaron usando el programa SPSS y las estadísticas analíticas usando EPIDAT.

**Resultados:** Estos fueron realizados en 41 UDSI fueron un promedio de medidas de 2,98 x 2,33 cm de largo y ancho respectivamente, predominio de la úlcera de tipo 2 por Wagner en el 70,7%, predominó la úlcera de tipo A según Universidad de Texas en 51,2%. Respecto al estudio AP, la IT presentó una S de 100%, E de 71,4% y Ex de 90,2%, cuando se utilizaba para evaluar las zonas de granulación de las úlceras no infectadas de pie diabético.

**Conclusión:** Este estudio presentó un S muy alta y E alta para detectar granulación por IT. La Ex fue ideal por IT.

**Palabras clave:** DsC(BIREME): Úlcera diabética, termografía, prueba diagnóstica

#### SUMMARY

**Objective:** To determine the accuracy (A) by the sensitivity (SE), specificity (SP) of a diagnostic test (DT) study by thermographic imaging (TI) in the granulation of non-infected diabetic ulcers (NIDU) who received conventional or adjuvant treatment in a diabetic foot unit.

**Material and methods:** The design was transversal that was carried out with 29 type 2 diabetic patients with NIDU comparing the direct observation of an area of granulation by IT as PD in evaluation with respect to standard by pathological anatomical (PA) analysis by a biopsy punch. The study was authorized by the ethics committee of the Faculty of Medicine of the National University of Trujillo. Descriptive statistics were performed using the SPSS program and analytical statistics using EPIDAT.

**Results:** These were performed in 41 NIDU were an average of measures of 2,98 x 2,33 cm about length and width respectively, predominance of type 2 ulcer by Wagner in 70,7% and predominated A type according to the University of Texas at 51,2%. Respect to the AP study, TI presented an SE of 100%, SP of 71.4% and A of 90.2%, when used to evaluate granulation areas of uninfected diabetic foot ulcers.

**Conclusion:** This study presented a very high SE and high SP to detect granulation by TI. A was almost ideal for IT.

**Keywords:** MeSH(NLM): diabetic ulcer, thermography, diagnostic test

## INTRODUCCIÓN

Según la International Diabetes Federation “cada 30 segundos se amputa una pierna de un diabético en alguna parte del mundo y ocasiona un gasto económico 5 veces más alto en aquellos con úlcera respecto a los que no la tienen”<sup>1</sup>.

La úlcera diabética es una solución de continuidad crónica causada por factores como la neuropatía periférica, enfermedad arterial periférica, deformidad provocados por trauma inadvertido en un paciente con hiperglicemia<sup>2</sup>. Las características morfológicas macroscópicas de las úlceras crónicas son el tamaño, la forma, el lugar, el dolor, el exudado y el lecho<sup>3</sup>. La fase de cicatrización de las úlceras crónicas son inflamatoria, proliferativa y remodelación<sup>4</sup>. La fase proliferativa está caracterizada por angiogénesis, síntesis de colágeno y contracción de heridas y tienen su correlación microscópica en presencia de la formación de vasos sanguíneos, matriz extracelular, infiltrado inflamatorio crónico y presencia de fibroblastos que se disponen en capas<sup>5</sup>. La biopsia de las úlceras crónicas permite identificar el diagnóstico etiológico y contenido histológico definitivo<sup>6</sup>.

Una revisión sistemática concluyó que las técnicas de imagen no invasiva tales como fotográfica digital, imagen hiperespectral, la imagen termográfica, imagen doppler láser, microscopia con focal y otras tienen inmenso potencial para evaluar la cicatrización de las úlceras crónicas en progreso y severidad sobre el tiempo<sup>7</sup>. La termografía infrarroja médica es una técnica de imagen que estudia la fisiopatología térmica humana como método diagnóstico que capta y registra la energía térmica electromagnética infrarroja emitida por el cuerpo humano por radiación y que lo transforma en señal electrónica de imagen, que son amplificados a un monitor en tonos de color según magnitud<sup>8</sup>. Una revisión narrativa afirma que “la termografía infrarroja ha sido usada exitosamente en detectar las complicaciones relacionadas al pie diabético

debido a que es rápida, sin contacto, no invasiva y permite visualizar la distribución de la temperatura del pie”<sup>9</sup>. La medición térmica con valores de la diferencia de temperatura perilesional respecto a la intralesional de 1 a 3 °C están relacionados a un estado de granulación y los valores de 3 °C a más como infección respecto a un patrón clínico de síntomas y signos infecciosos<sup>10</sup>.

La identificación de nuevas técnicas en la evaluación fisiológica de la cicatrización de las úlceras diabéticas, la medición de la exactitud de la actividad de granulación respecto al patrón histológico y el aporte metodológico en investigación de pruebas diagnósticas sobre el uso de la termografía en las úlceras diabéticas justificó el objetivo de determinar la exactitud de la imagen termográfica en comparación con la anatomía patológica como estándar de oro en la granulación de las úlceras diabéticas no infectadas tratadas en una unidad de pie diabético.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo un diseño transversal tipo pruebas diagnósticas simples con una imagen termográfica (IT) de granulación versus el estudio histológico de granulación como prueba de oro. Las variables fueron la granulación de úlcera por termografía infrarroja de tipo atributiva con medición cualitativa y su unidad de medida fue la presencia de zona caliente de la úlcera diabética por termografía infrarroja. La población potencialmente elegible fueron 68 pacientes diabéticos tipo 1 o 2 con úlcera en el pie que se atienden en Centro Médico “Innovaciones pie diabético” localizado en la ciudad de Trujillo-Perú que representaron 100 úlceras diabéticas. El tamaño de muestra fue un mínimo de 41 úlceras calculado por un estudio piloto usando la metodología Bugang et al<sup>11</sup>, una sensibilidad de 100%, especificidad de 66.6 % y una prevalencia latinoamericana del estudio de Carro y col<sup>12</sup> donde participó el Perú. La unidad observacional y análisis fue la zona de granulación de la úlcera diabética no

infecciosa. Los criterios de inclusión fueron úlceras de diabéticos que hayan sido sometidos al instrumento denominada "Termo úlcera" ubicadas en pie o tobillo con previa preparación por curación y con un mínimo de curación de 1 mes que presenten granulación a la observación directa. El criterio de exclusión fue que la úlcera del diabético presente una urgencia o emergencias de tipo enfermedad arterial periférica con claudicación en reposo u obstrucción vascular aguda o infección. La definición operacional de tratamiento convencional fue el uso de desbridamiento quirúrgico o químico asociado con uso de apósitos hidrocoloides, hidrogeles o alginatos y tratamiento adyuvante cuando a lo ya mencionado en el tratamiento convencional se agrega oxígeno hiperbárico, presión negativa y factores de crecimiento. Los pacientes diabéticos fueron elegidos para identificar granulación por la evaluación clínica por conveniencia de expertos luego se realizó la imagen termográfica y estudio histológico a los elegidos.

La técnica de recolección denominado "Termo úlcera" fue una combinación de exploración física neurovascular según Rodríguez<sup>13</sup> et al, exploración de la úlcera según Sussman<sup>5</sup>, Wagner<sup>14</sup>, Lavery<sup>15</sup> et al, exploración de imagen Termografica según Fierheller et al<sup>10</sup>, Chanmugam et al<sup>16</sup> y Baharara et al<sup>17</sup> e histología según Bassetto<sup>18</sup>; siendo validada por 3 expertos en pie diabético e imagen termográfica. La metodología de la obtención de los datos clínicos e imágenes fue realizada por un médico de familia, previo adiestramiento. El análisis de las imágenes fue realizado por el investigador, la biopsia por un médico adiestrado y el análisis histológico por un patólogo.

El proceso de evaluación clínica fueron datos epidemiológicos, clínicos de la diabetes, examen físico parte neurológica periférica con la sensibilidad táctil y vibratoria usando el monofilamento de Siemmes-Stein y diapasón de 128 Hz, examen físico vascular periférico con el cálculo del índice tobillo brazo con

Doppler continuo y el examen de la úlcera usando las características morfológicas y clasificaciones según se mencionó en el instrumento "Termoulcera" de las úlceras diabéticas con granulación a observación directa.

El proceso de evaluación por imagen termográfica de la úlcera granulada fue obtenida usando una cámara FLIR E60 (resolución de infrarrojo 320 × 240 píxeles y sensibilidad térmica de < 0.05°C). El abordaje del paciente fue en reposo de 15 minutos previo a la toma, la distancia de la úlcera al foco de cámara debe ser de 20 a 30 cm, con un calibrador de 10 cm, perpendicular a la superficie de la úlcera usando el puntero laser de la cámara, mostrar el número de identificación adicional, buena luz y temperatura ambiental de 20 a 25 grados, humedad de 60 a 80%, siguiendo las recomendaciones de la directriz de la American Thermology Academy<sup>19</sup>. El análisis de la imagen fue realizado con el uso de un software FLIR Tool con identificación de zonas intralesionales y perilesionales, zonas de color blanco-rojo (zona más caliente) y color azul-celeste (zona más fría) y la identificación de granulación cuando el diferencial del promedio térmico perilesional menos el valor de un punto intralesional más caliente sea entre 1 a 3 considerando los parámetros de Fierheller<sup>10</sup> et al, Chanmugam et al<sup>16</sup> y Baharara et al<sup>17</sup>.

La evaluación histológica fue por biopsia, realizada por un médico adiestrado, guiada por la cámara termográfica usando una aguja tipo punch de piel de 2 mm de diámetro intralesional del punto más caliente identificado por imagen y medidas de seguridad de sangrado o contaminación. La histología de la biopsia se realizó por microscopia convencional de la lámina preparada con hematoxilina y eosina considerando los criterios histológicos adaptados según Bassetto et al<sup>18</sup>.

El análisis de los datos analíticos usando el programa EPIDAT versión 4.4 para el cálculo

de la sensibilidad, especificidad, y exactitud. El estudio fue aprobado por un comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo. El Consentimiento informado fue realizado en todos los pacientes y siguiendo las pautas de normas internacionales correspondientes a la declaración de Helsinki de la World medical Association. La confidencialidad de los datos de los pacientes fue realizada estrictamente.

## RESULTADOS

Los pacientes captados y evaluados fueron 29 pacientes diabéticos con úlceras diabéticas no infectadas. Las características que predominaron fueron el género masculino con 62.1%, la edad promedio fue 60,83 años, los antecedentes de diabetes de estos pacientes fueron diabéticos tipo 2 en 100%, el tiempo de enfermedad de más de 5 años fue en 62.1%, el tratamiento de diabetes vía oral con 93,1%, regularidad de atención del tratamiento fue de 37,9% , presencia de antecedentes de amputación en 37,9%, con neuropatía periférica presente en 75,9%(22 pacientes) y con

enfermedad arterial periférica presente en 41,4%(12 pacientes). Los pacientes captados y evaluados tuvieron 41 úlceras diabéticas con diagnóstico clínico de granulación, estas fueron únicas en 51,21%(21 pacientes), dos úlceras en 19,51%(4 pacientes) y tres úlceras en 29,26%( 4 pacientes). Los resultados indeterminados y datos faltantes de las pruebas de imagen termográfica e histología fueron no considerados en este estudio.

El examen físico de las úlceras diabéticas han tenido las características siguientes: tiempo de evolución de 2.11 meses promedio, con tratamiento convencional y adyuvante 51,2 % y 48,8% respectivamente. Las dimensiones de la úlcera de ambos lados del pie fue  $2,98\pm 2,21$  por  $2,33\pm 1,68$  cm en promedio de largo y ancho respectivamente, el lado afectado fue el derecho y la zona afectada fue el ante pie respectivamente con 68,3 % cada uno, la clasificación de las úlceras diabéticas según Wagner que ha predominado fue el tipo 2 en 70,7% y según la clasificación de la Universidad de Texas fue el tipo A1 al A3 en 51,2% , más detalles de otros datos en la tabla 1.

Tabla 1: Características clínicas de 41 úlceras no infectadas evaluadas por imagen termográfica y anatomía patológica en 29 pacientes diabéticos.

| <i>Característica clínica</i> | <i>Detalles</i>                  | <i>f</i> | <i>%</i> |
|-------------------------------|----------------------------------|----------|----------|
|                               | <b>Zona topográfica general</b>  |          |          |
|                               | <i>Plantar</i>                   | 19       | 51,2     |
|                               | <i>Dorsal</i>                    | 21       | 46,3     |
|                               | <i>Ambos</i>                     | 1        | 2,4      |
| <b>Examen úlcera</b>          | <b>Zona anatómica general</b>    |          |          |
|                               | <i>Ante pie</i>                  | 28       | 68,3     |
|                               | <i>Medio pie</i>                 | 6        | 14,6     |
|                               | <i>Retropié</i>                  | 7        | 17,1     |
|                               | <b>Zona anatómica específica</b> |          |          |
|                               | <i>hallux</i>                    | 18       | 43,9     |

|                                      |                                   |         |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------|
| <i>dedos menores</i>                 | 10                                | 24,4    |
| <i>metatarsiano</i>                  | 4                                 | 9,8     |
| <i>planta de medio pie y talón</i>   | 6                                 | 14,6    |
| <i>dorso de medio pie y retropié</i> | 3                                 | 7,3     |
| <b>Profundidad</b>                   |                                   |         |
| <i>superficial</i>                   | 12                                | 29,3    |
| <i>profunda no ósea</i>              | 27                                | 65,9    |
| <i>profunda ósea</i>                 | 2                                 | 4,9     |
| <b>Cicatrización predominante</b>    |                                   |         |
| <i>Roja</i>                          | 29                                | 70,7    |
| <i>Amarilla</i>                      | 12                                | 29,3    |
| <b>Según Wagner</b>                  |                                   |         |
|                                      | 1                                 | 10 24,4 |
|                                      | 2                                 | 29 70,7 |
|                                      | 3                                 | 2 4,9   |
| <b>Clasificación de úlcera</b>       |                                   |         |
|                                      | <b>Según Universidad de Texas</b> |         |
|                                      | A1-A3                             | 23 56,1 |
|                                      | C1-C3                             | 18 43,9 |

La tabla de contingencia de las pruebas diagnósticas para identificar granulación en úlceras evaluadas por imagen termográfica versus prueba diagnóstica estándar (anatomía patológica) se muestran en la tabla 2. Lo

resaltante de esta tabla fue la ausencia de falso negativos y 4 falsos positivos para la IT y su sensibilidad y especificidad fueron de 100% y 71,4% respectivamente.

Tabla 2: Tabla de contingencia de la prueba diagnóstica por imagen termográfica para identificar granulación en 41 úlceras versus prueba diagnóstica estándar en 29 pacientes diabéticos.

| <i>Prueba estándar</i>              | <i>Anatomía patológica</i> |          | <i>Anatomía patológica</i> |          | <i>Total</i> |          |
|-------------------------------------|----------------------------|----------|----------------------------|----------|--------------|----------|
|                                     | <i>Positiva</i>            |          | <i>negativa</i>            |          |              |          |
| <i>Prueba evaluada</i>              | <i>f</i>                   | <i>%</i> | <i>f</i>                   | <i>%</i> | <i>f</i>     | <i>%</i> |
| <i>Imagen termográfica positivo</i> | 27                         | 65,9     | 4                          | 9,8      | 31           | 75,6     |
| <i>Imagen termográfica negativa</i> | 0                          | 0        | 10                         | 24,4     | 10           | 24,4     |
| <i>Total</i>                        | 27                         | 65,9     | 14                         | 34,1     | 41           | 100      |

Tabla 1: Sensibilidad, especificidad y exactitud en 40 úlceras no infectadas evaluadas por Imagen termográfica en 29 pacientes diabéticos.

| <i>Medición</i>            | <i>Sensibilidad en % (IC95)</i> | <i>Especificidad en % (IC95)</i> | <i>Exactitud en % (IC95)</i> |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| <i>Prueba diagnóstica</i>  |                                 |                                  |                              |
| <i>Imagen termográfica</i> | 100(87,5-100)                   | 71,4(45,4-88,3)                  | 90,2(77,5-96,1)              |

## DISCUSIÓN

La revisión sistemática realizada por Mukherjee et al<sup>7</sup>, describieron múltiples técnicas de evaluación de úlceras crónicas no invasivas incluyendo la imagen termográfica ; no concluyendo cuales eran las mejores pero enfatizaron que todas estas fueron superiores a la simple observación por que proporcionan severidad , el estado de curación y el seguimiento de las ulceras . Por tanto, los resultados obtenidos en este estudio en imagen termográfica se incluyen dentro de estas técnicas aceptadas mundialmente.

La exactitud diagnóstica es el grado en que una prueba mide lo que supone debe medir y es medido por la sensibilidad y especificidad

según Thomas et al<sup>20</sup> .La sensibilidad es la posibilidad de tener la condición estando verdaderamente con ella y la especificidad es la posibilidad de no tener la condición estando verdaderamente ausente ella<sup>21</sup>.Las pruebas diagnósticas se usan de preferencia para decir si estas enfermo o sano de manera clásica pero pueden ser usados para presencia de ciertas condiciones diagnósticas en el ámbito clínico según Thompson et al<sup>22</sup> ; para el caso de este estudio la condición fue la presencia de granulación. Este estudio no consideró los valores predictivos positivos y negativos debido que estos valores son dependientes de la prevalencia<sup>23</sup> y no existir aun precedentes nacionales de prevalencia de úlceras diabéticas granuladas.

Este estudio ha encontrado que la sensibilidad de la prueba de imagen termográfica fue ideal para reconocer granulación estando presente la condición y la especificidad fue alta permitiendo reconocer no granulación estando ausente esta. La identificación de 4 casos de falsos positivos correspondieron a úlceras profundas donde la imagen termográfica dominante correspondía anatómicamente a la parte central de la úlcera, dando positivo por termografía pero microscópicamente se encontró tejido fibroperiostico y fibromuscular; la explicación de este resultado fue que esta zona emite calor por su misma función metabólica pero no son procesos de granulación y otra explicación es que la granulación se inicia de los bordes de la úlcera hacia el centro como lo describe Sussman et al<sup>5</sup>. La ausencia de falsos negativos se explica por que la imagen termográfica representa un proceso fisiológico<sup>7</sup> y no solo morfológico por tanto no muestra error para detectar la granulación.

Este estudio de prueba diagnóstica usando imagen termográfica no pudo ser comparado con otros similares en metodología. La literatura ha reportado solo pocos estudios usando otras metodologías con la misma temática<sup>13,14,24,25,26</sup>.

Las bases físicas de la imagen termográfica descritas por Vollmer and Möllmann<sup>27</sup> están basadas en los principios de la ley de Planck considerando que la radiación de un objeto (piel para este caso) en función de su temperatura, longitud de onda y emisividad permite ser aplicado a las úlceras crónicas y la segunda ley de la termodinámica que está relacionado con el equilibrio de un cuerpo o zona de caliente a fría hasta obtener equilibrio esto se refleja en la úlcera crónica por la granulación manifestada por una alta actividad metabólica causada por la angiogénesis según Waleed et al<sup>28</sup>. La emisividad es un parámetro necesario a tener en consideración para evitar errores de cálculo en el proceso de análisis de la imagen según Keenan et al<sup>29</sup>. El objetivo de este estudio no fue el análisis de los

puntos de referencia térmico entre la zona intralesional y la perilesional para considerar la presencia de granulación, pero al compararlo a los parámetros de Fierheller et al<sup>8</sup> y Chanmugam et al<sup>12</sup> no tuvo el mismo comportamiento; por tanto se debe considerar este análisis en próximos estudios.

La principal limitación del estudio fue que la población de pacientes diabéticos elegibles tuvieron úlcera no granuladas clínicamente por tiempo muy corto de evolución, deserción del paciente y la presencia de infección leve que podía confundir clínicamente la granulación.

Este tipo de estudio tiene un alto impacto dentro del campo clínico porque se demostró que la imagen termográfica puede usarse como una herramienta no invasiva muy exacta que ayude a demostrar el proceso fisiológico de la cicatrización que evitará inexactitud del observador que solo puede evaluar lo morfológico, permitirá monitorizar las úlceras y repercutir en los costos del tratamientos.

El presente estudio original demostró la exactitud de la prueba diagnóstica de imagen termografía para el diagnóstico de granulación de las úlceras diabéticas no infectadas encontrándose una sensibilidad y especificada muy alta. Por tanto, esta técnica no invasiva innovadora es recomendable y útil en el contexto clínico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Suvi JR, Yadi BM. Diabetes atlas. 8th edition, United Kingdom, International Diabetes Federation, 2017:7,82-95.
2. Noor S, Zubair M, Ahmad J. Diabetic foot ulcer--A review on pathophysiology, classification and microbial etiology. *Diabetes Metab Syndr*. 2015 ;9(3):192-9.
3. Hess CT. Assessing and documenting chronic wounds In: Hess CT. *Wound care*, 7th edition, Philadelphia, Wolters Kluwer, 2013:15-33.
4. Ghatak S, Hascall VC, Moreno-Rodriguez R, Markwald R, Misra S. Inflammation, Wound Healing, and Fibrosis In: Turksen K. *Wound Healing: Stem Cells Repair and Restorations, Basic and Clinical Aspects*, First Edition, New Delhi, John Wiley & Sons, 2018:195-209.

5. Sussman C. Skin and soft tissue anatomy healing physiology .In : Sussman C , Bates-Jensen B . Wound care .4th edition, Philadelphia, Wolters Kluwer, 2013:17-48
6. Alavi A, Niakosari F, Sibbald RG. When and How to Perform a Biopsy on a Chronic Wound. *Adv skin wound care* 2010; 23:132-40;
7. Mukherjee R, Tewary S, Routray A. Diagnostic and Prognostic Utility of Non-Invasive Multimodal Imaging in Chronic Wound Monitoring: A Systematic Review. *J Med Syst* 2017; 41:46.
8. Brioschi M, Teixeira ML, Silva MT, Colman FM. Medical Thermography Textbook: Principles and Applications. primera edición ,Sao Paulo, Editora e Livrari Andreoli 2010:9.
9. Hernandez-Contreras D, Peregrina-Barreto H, Rangel-Magdaleno J, Gonzalez-Bernal J. Narrative review: Diabetic foot and infrared thermography. *Infrared Physics & Technology* 2016;78: 105–117.
10. Fierheller M, Sibbald RG. A Clinical Investigation into the Relationship between Increased Periwound Skin Temperature and Local Wound Infection in Patients with Chronic Leg Ulcers. *adv skin wound care* 2010; 23:369-79.
11. Bujang MA, Adnan TH.. Requirements for Minimum Sample Size for Sensitivity and Specificity Analysis. *J Clin Diagn Res.* 2016; 10(10):1-6.
12. Carro G, Saurral R, Salvador F, Witman E. *Medicina (Buenos Aires)* 2018; 78: 243-251.
13. Rodríguez-Alonso D, Cabrejo-Paredes J. Exactitud y seguridad diagnóstica de la prueba neurológica y arterial según IWGDF en la neuropatía periférica diabética y enfermedad arterial periférica para diabéticos tipo 2 en la atención primaria . *Horiz. Med* 2018;18(3):12-18.
14. Wagner FW Jr. The dysvascular foot: a system for diagnosis and treatment. *Foot Ankle* 1981;2: 64-122.
15. Lavery LA, Armstrong DG, Harkless LB. Classification of diabetic foot wounds. *J Foot Ankle Surg* 1996; 35: 528–531.
16. Chanmugam A , Langemo D, Thomason K, Haan J et al. Relative Temperature Maximum in Wound Infection and Inflammation as Compared with a Control Subject Using Long-Wave Infrared Thermography. *Adv Skin Wound Care.* 2017 ;30(9):406-414.
17. Bharara M, Schoess J, Nouvong A, Armstrong DG. . Wound Inflammatory Index: A “Proof of Concept” Study to Assess Wound Healing Trajectory. *J Diabetes Sci Technol.* 2010 ,4(4):773-9.
18. Bassetto F, Lancerotto L, Salmaso R, Pandis L et al . Histological evolution of chronic wounds under negative pressure therapy. *Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery* 2012 65: 91-9.
19. American Thermology Academy. Guidelines: Neuro-Musculoskeletal Thermography. USA, 2015. Disponible en: <https://aathermology.org/organization/guidelines/>
20. Thomas RL, Zidan MA, Slovis TL. What you need to know about statistics Part I: validity of diagnostic and screening tests. *Pediatr Radiol* 2015; 45(2):146-
21. Leeflang MM. Systematic reviews and meta-analyses of diagnostic test accuracy. *Clin Microbiol Infect* 2014 ;20(2):105-13.
22. Thompson M, Van den Bruel A. *Diagnostic Tests Toolkit.* 1st ed, John Wiley & Sons; Oxford, 2012:3-4.
23. Eusebi H. Diagnostic Accuracy measures .*Cerebrovasc Dis* 2013;36:267-272.
24. Wang S, Anderson J, Evans R, Woo K et al . Point-of-care wound visioning technology: Reproducibility and accuracy of a wound measurement app. *PLoS One* 2017 ;12(8):1-14
25. Langemo DK, Spahn JG. A Reliability Study Using a Long-Wave Infrared Thermography Device to Identify Relative Tissue Temperature Variations of the Body Surface and Underlying Tissue. *Adv Skin Wound Care.* 2017 ;30(3):109-119.
26. Aliahmad B, Tint AN, Poosapadi Arjunan S, Rani P et al . Is Thermal Imaging a Useful Predictor of the Healing Status of Diabetes-Related Foot Ulcers? A Pilot Study. *J Diabetes Sci Technol* 2018 :1-6.
27. Vollmer M, Möllmann KP . *Fundamentals of Infrared Thermal Imaging in: Vollmer M, Möllmann KP. Infrared Thermal Imaging Fundamentals, Research and Applications.* Second ed, Wiley-VCH; Weinheim ,2018:1-106
28. Waleed HA, Imran S, Abeer YM, Muhammad HH. Assessment methods for angiogenesis and current approaches for its quantification. *Indian J Pharmacol.* 2014; 46(3): 251–256.
29. Keenan E, Gethin G, Flynn L, Watterson D, O'Connor GM. Enhanced thermal imaging of wound tissue for better clinical decision making. *Physiol Meas.* 2017 Jun;38(6):1104-1115.

Citar como: Rodríguez-Alonso DH, Cabrejo-Paredes JE. Exactitud diagnóstica en la imagen termográfica para la granulación de las úlceras diabéticas no infectadas. *Rev méd Trujillo* 2020;15(1):3-10