

ACCÉSIT DEL "XXXVIII CERTAMEN NACIONAL DE ENFERMERÍA CIUDAD DE SEVILLA"

Sistemas de medición de heridas crónicas: Desarrollo tecnológico en la evaluación y documentación

Chronic wound measurement systems: Technological development in assessment and documentation

Ángela Carbonell Montoro

Enfermera. Artículo no filiado a ninguna institución. Sevilla.

RESUMEN

Introducción: La reducción de la superficie constituye un principal predictor de eficiencia cicatricial en heridas crónicas. Conocer las herramientas que permiten una medición exhaustiva y estudiar sus características, puede ofrecer un adecuado proceso de evaluación y seguimiento terapéutico por profesionales.

Objetivos: Determinar los avances tecnológicos en las metodologías de medición y documentación en heridas crónicas. Asimismo, valorar la confiabilidad y viabilidad en la práctica clínica de las actuales en comparación a las tradicionales; además de la seguridad, adaptabilidad y accesibilidad de los sistemas tecnológicos.

Metodología: Se ha realizado una revisión sistemática, para ello se hizo una búsqueda en las bases de datos Cochrane Library, Medline (PubMed), Web Of Science (WOS), Scopus y Cinahl. Se seleccionaron 17 artículos para su análisis tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión. Se evaluaron los sesgos, realizaron comparativas y se analizaron los resultados presentes en los mismos.

Resultados: En términos generales, se han evidenciado avances tecnológicos en los sistemas de medición de heridas crónicas. A niveles específicos, la medición del área ofrece altas confiabilidades para la planimetría, y en auge para la fotoplanimetría, junto a la medición tradicional. Para el volumen, resulta necesario más desarrollo tecnológico en precisión, adaptabilidad y accesibilidad.

Conclusiones: Actualmente se dispone de diversos sistemas que permiten realizar la medición de heridas permitiendo un preciso proceso de evaluación. Los avances pueden verse reflejados en las mejoras en precisión, seguridad y viabilidad en la práctica clínica por los sistemas digitales. No obstante, la medición tradicional continúa siendo un método estándar de aplicación en sintonía al desarrollo tecnológico.

PALABRAS CLAVE

heridas y traumatismos, inteligencia artificial, cicatrización de heridas, precisión de la medición dimensional

ABSTRACT

Introduction: The reduction of the surface is a main predictor of healing efficiency in chronic wounds. Knowing the tools that allow an exhaustive measurement and studying their characteristics can offer an adequate process of evaluation and therapeutic follow-up by professionals.

Objectives: To determine the technological advances in measurement and documentation methodologies in chronic wounds. Likewise, to assess the reliability and viability in clinical practice of the current ones compared to the traditional ones; in addition to the security, adaptability and accessibility of technological systems.

Methodology: A systematic review has been carried out, search was performed in the Cochrane Library, Medline (PubMed), Web Of Science (WOS), Scopus, and Cinahl databases. 17 articles were selected for analysis after applying the inclusion and exclusion criteria. Methodological biases were assessed, comparisons were made and the results present in them were analyzed.

Results: In general terms, technological advances have been evidenced in chronic wound measurement systems. At specific levels, area measurement offers high reliability for planimetry, and is on the rise for photoplanimetry, together with traditional measurement. For volume, more technological development in precision, adaptability and accessibility is necessary.

Conclusions: Currently there are several systems that allow wound measurement, thus achieving a precise evaluation process. Advances can be seen in the improvements in accuracy, safety and feasibility in clinical practice by digital systems. However, traditional measurement continues to be a standard application method in tune with technological development.

KEYWORDS

wounds and injuries, artificial intelligence, wound healing, dimensional measurement accuracy

INTRODUCCIÓN

La complejidad de las heridas crónicas se manifiesta en la dificultad para el cierre espontáneo, y constituyen, por tanto, un reto para los profesionales en cuanto a su abordaje, así como un importante impacto negativo en la calidad de vida de quienes las padecen¹⁻².

El deterioro de la integridad cutánea referente a úlceras y heridas supone en la actualidad un notable impacto con repercusiones a nivel epidemiológico, sociosanitario y económico. Dichas lesiones constituyen un importante problema de salud pública al tratarse de causa o consecuencia potencial y evitable de discapacidad o dependencia³.

Se denomina herida crónica cualquier herida que no ha presentado una reducción de su extensión del 20-40% tras transcurrir entre dos y cuatro semanas de tratamiento óptimo¹⁻². Es por ello que, la medición dimensional puede considerarse un predictor cicatricial principal, entre otros que señalan el buen evolutivo de heridas crónicas, pues éste se puede ver reflejado en la reducción de su superficie².

Las metodologías de evaluación centradas en el dimensionamiento han presentado una evolución a través del tiempo en cuanto a parámetros que se evalúan. En la actualidad, el desarrollo de las tecnologías ha permitido el avance en la generación de sistemas de evaluación que permiten la documentación a tiempo real y su seguimiento mediante la detección de predictores en el análisis de tejidos^{2,4}. Sin embargo, no existe un consenso sobre cuál presenta mejores características en el proceso de medición, pues su desarrollo sigue aún en estudio⁴⁻⁶. Conocer aquellas herramientas que permiten una medición exhaustiva basada en criterios objetivos referentes a área, longitud y volumen de manera tridimensional pueden ofrecer una visión más realista del proceso favorable de curación y su evolución temporal⁷⁻⁸.

La enfermera posee un papel esencial en el abordaje de lesiones cutáneas crónicas⁹. Es competencia del profesional garantizar la precisa evaluación de la herida, en el contexto holístico de la persona, marcada por el reconocimiento de predictores de una evolutiva o deficiente curación, su documentación y registro⁹⁻¹⁰.

En consecuencia, se contribuye a una adecuada comunicación interprofesional y, por ende, se garantiza una mayor adecuación terapéutica y la posibilidad de anticipación en la toma de decisiones, con el fin de lograr avances en el proceso cicatricial en el factor tiempo⁷⁻⁸.

Por otro lado, los actuales sistemas de medición y evaluación de heridas basados en inteligencia artificial se han adaptado a las necesidades sociales con su implementación en aplicaciones móviles. Estudiar sus características y capacidades adaptativas en referencia al control remoto de la monitorización resulta pieza clave en los avances de la telemedicina actual¹¹⁻¹².

Los objetivos de esta revisión fueron los siguientes:

Objetivo general

- Determinar los avances tecnológicos en las metodologías de medición y documentación en heridas crónicas.

Objetivos específicos

- Indicar la precisión, sensibilidad y confiabilidad de las técnicas de medida actuales en comparación a la medición tradicional.
- Valorar la seguridad en la aplicación en vivo de los sistemas con contacto o sin contacto directo y su impacto clínico.
- Determinar la viabilidad en la práctica clínica rutinaria en referencia al tiempo requerido y la capacitación necesaria de las técnicas de medida actuales en comparación a la medición tradicional.
- Conocer la adaptabilidad de los métodos basados en inteligencia artificial a todo tipo de contextos, circunstancias o entornos clínicos, y su accesibilidad por la población general.

METODOLOGÍA

Para la realización de esta revisión de la literatura se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos y fuentes científicas de acuerdo con las recomendaciones formuladas en Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses for Protocols (PRISMA)¹³, establecidas por Centre for Reviews and Dissemination.

Según orden de aparición, las bases de datos fueron: Cochrane Library, Medline (Pubmed), Web of Science (WOS), Scopus y CINAHL. Previamente se realizó una búsqueda en PROSPERO para conocer la existencia de trabajos similares realizados recientemente.

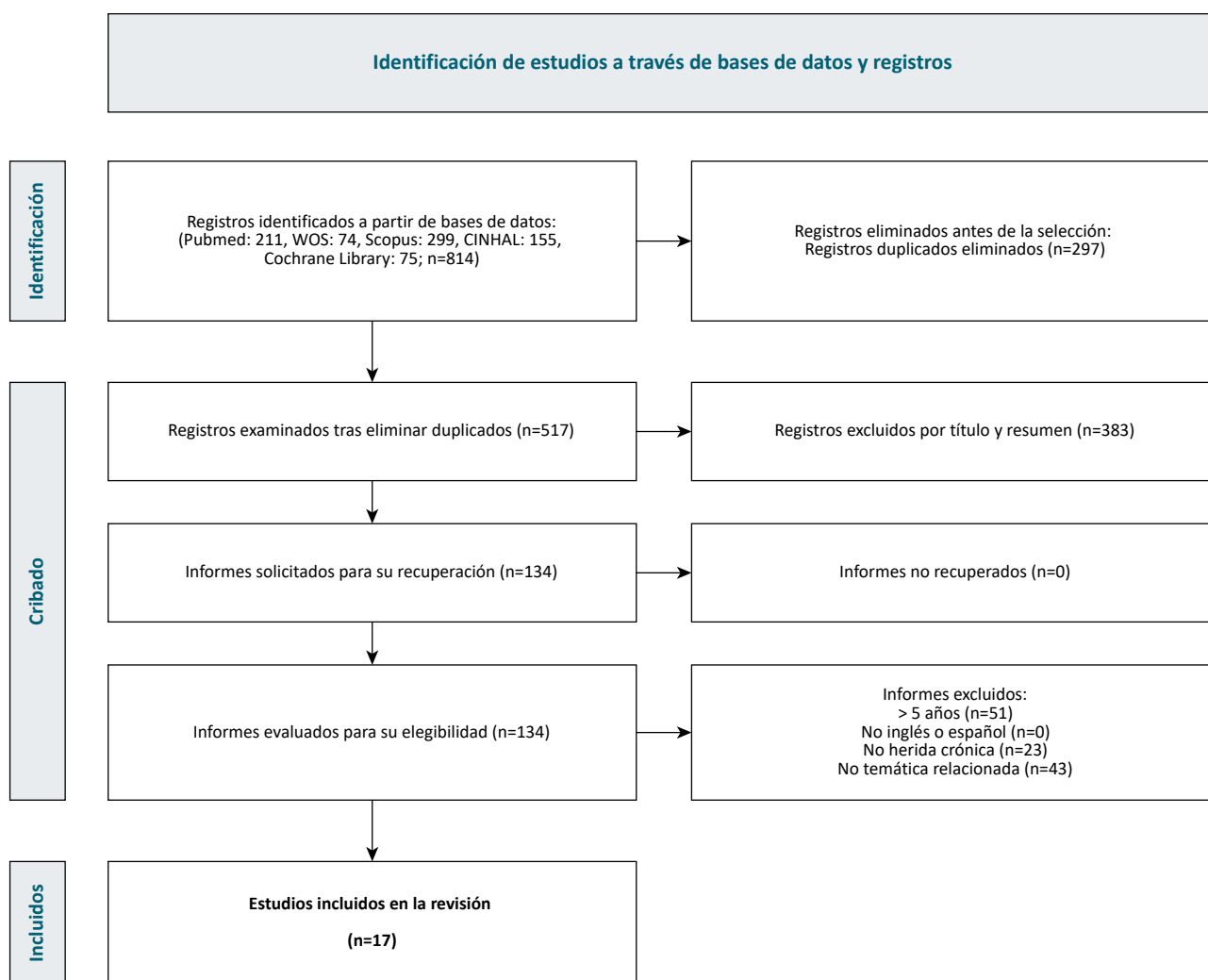
Se seleccionaron aquellos artículos que cumplían los criterios de inclusión. Por un lado, herida crónica (úlceras vascular, úlcera por pie diabético o úlcera por presión), antigüedad menor a 5 años, en idioma inglés o español, o estudios sin remuneración económica por parte de los instrumentos a medir. Seguidamente, se aplicaron una serie de criterios de exclusión definidos por temática diferente a la presentada en la revisión, estudios no centrados en la medición de heridas, o que empleasen otros sistemas no mencionados en la revisión o incluyeran otros métodos de predicción cicatricial no dimensionales.

La estrategia de búsqueda se constituyó mediante la articulación de términos DeCS, términos libres y operadores booleanos formando la siguiente frase:

“Wounds and Injuries” OR “Ulcer” OR “Leg Ulcer” OR “Varicose Ulcer” OR “Pressure Ulcer” OR “Diabetic Foot”) AND (“wound measurement” OR “Nursing Assessment” OR “Wound Healing”) AND (planimetry OR “ruler method” OR “digital imaging” OR “acetate tracing” OR “structured light” OR stereophotogrammetry OR “Artificial Intelligence” OR “Mobile Applications” OR “Imaging, Three-Dimensional”).

Se seleccionaron un total de 17 artículos, de los 814 iniciales, tras la aplicación de criterios de inclusión y exclusión [Figura 1]. Del mismo modo, se evaluó el riesgo de sesgo de los artículos seleccionados mediante la propuesta del International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE)¹⁴ y el nivel de evidencia de los mismos según la herramienta elaborada por el Scottish Intercollegiate Guidelines Network (SIGN)¹⁵ [Tabla 1].

Figura 1. Diagrama de Flujo. Declaración Prisma 2021.



Fuente: Page MJ, et al.¹³.

RESULTADOS

Se seleccionaron en total 17 artículos con fecha de publicación comprendida entre 2017 y 2022. De ellos, el 29,41% (n=5) fueron publicados en el último año 2021. Predominan los estudios de corte transversal con un 76,47% (n=13) siendo estudios de cohorte el 11,76% (n=2) y ECAs un 11,76% (n=2). La totalidad de la muestra de estudios están publicados en idioma inglés (n=17). Finalmente, los estudios aglutinaron un total de 777 pacientes.

Fotoplanimetría digital en 2D: aplicaciones móviles

Stacey M, et al.¹⁶, en 2017, llevaron a cabo un estudio en el que se declaraba la alta confiabilidad intra e interevaluador de un dispositivo basado en planimetría digital con trazado manual de contacto. La planimetría expresada en dicha forma sienta las bases del desarrollo tecnológico hacia la fotoplanimetría actual. Algunas de las dificultades se dan en el tiempo adicional para realizar los trazados o en la necesidad de una buena adaptación al lecho de la herida para garantizar la mayor objetividad en la medición.

Diversos estudios que comparaban aplicaciones móviles basadas en fotoplanimetría con el método de regla simple coinciden en la demostrada eficiencia de las primeras. El método tradicional

ofreció confiabilidades en la precisión más bajas que las de la aplicación, evidenciándose la sobreestimación de la medida al no contemplar la naturaleza irregular y elíptica de las heridas¹⁷⁻¹⁹. La mayor precisión, rapidez en su uso¹⁸, satisfacción por parte de los pacientes y objetividad en la documentación coloca a la fotoplanimetría como un sistema con mejores y más prometedoras características en su desarrollo telemédico^{19,21}. Fang CI, et al.²², en 2021, se centraron en estudiar el tiempo de documentación apuntando la necesidad de tiempo extra para la calibración en los métodos tecnológicos.

Al comparar la fotoplanimetría con diferentes métodos tradicionales en los estudios de Chan KS, et al.²⁰, y Do Khac A, et al.²³, en el mismo año, se concluyó con que la innovación tecnológica aporta, además, una mayor confiabilidad, capacidad adaptativa clínica y de seguimiento y comunicación interprofesional notables.

Sistemas de construcción de imágenes digitales en 2D

Estudios como los de Jeffcoate WJ, et al.²⁴, y Jorgensen LB, et al., en los años 2018 y 2019, trataron de evaluar la fiabilidad de la medición mediante sistemas de imágenes digitales en 2D²⁵⁻²⁶. Demostraron el desarrollo de una alternativa 2D más

económica y de fácil uso a los sistemas de imágenes digitales en 3D con capacitación para la documentación, menor subjetividad y como mayor adaptación al uso en la práctica clínica. En este caso para el volumen, al compararlos con métodos de imágenes en 3D, éstos requirieron de unas condiciones óptimas en el entorno y buena calibración para evitar la subestimación de las dimensiones. Ello se traduce en una medición más realista, pero invasiva, para los sistemas tradicionales dada su mayor confiabilidad interevaluadores²⁷.

Sistemas de construcción de imágenes digitales en 3D

Chaby G, et al.²⁸, realizaron en 2017 un estudio de cohorte en el que se compara un sistema de imágenes digitales 3D basado en estereofotogrametría con la combinación de planimetría digital con trazado manual de contacto. El sistema en 3D ofreció mejoras en su adaptabilidad clínica, pero se declaró la necesidad de mayor investigación para su aplicabilidad en otro tipo de heridas, incluidas las volumétricas, especialmente para el sistema en 3D.

En la misma línea, Williams KJ, et al.²⁹, compararon la reproducibilidad de un sistema 3D con la planimetría manual y sistemas tradicionales para volumen. Para el área, las cámaras tendieron a sobreestimar la medición e infravalorar en volumen. Se evidenció que no es precisa la total sustitución en el acto de medición de la planimetría manual por mediciones tridimensionales para mejor precisión, debido además a su alto coste.

Asimismo, un estudio publicado en 2019³⁰, añadió que se trata de un sistema que corrigió la variabilidad y subjetividad en la documentación y su seguimiento, pero que requiere una complejidad y tiempo adicionales.

En estas comparaciones y posterior análisis se evidencia una mayor reproductibilidad para los sistemas tradicionales, especialmente en volumen, aunque mejores oportunidades de desarrollo para los tecnológicos y su involucración virtual y de seguimiento remoto en diversos contextos clínicos³¹⁻³².

CONCLUSIONES

Tras estudiar los avances tecnológicos en las metodologías de medición y documentación de heridas crónicas se puede afirmar que existe una amplia gama de sistemas que permiten realizar la medición de heridas y con ello, una más eficiente evaluación.

A través de la tecnología de la información, la evaluación de heridas cobra expresión mediante los sistemas con más desarrollo reciente. Por un lado, la fotoplanimetría digital en 2D mediante aplicaciones móviles y por otro, los sistemas de construcción de imágenes digitales en 2D y 3D. Su desarrollo ha permitido optimizar la objetividad en la medida como criterio evaluativo, ofreciendo la capacidad de alcanzar un proceso de documentación realista. En la actualidad, se emplean de manera complementaria a la medición tradicional y su documentación, que sigue siendo un método estándar dentro de la evaluación y seguimiento clínicos.

Con respecto a la precisión y sensibilidad de los sistemas, se evidencia alta confiabilidad entre las mediciones realizadas por los sistemas más actuales. Para el volumen, la medición tradicional ofrece mejor sensibilidad. Para ello, las cámaras 3D necesitan de un mayor desarrollo.

En referencia a la seguridad en su aplicación, el contacto directo con la piel supone un mayor riesgo de infección que los que emplean tecnología digital. Al evaluar la viabilidad en la práctica clínica para los profesionales, la fotoplanimetría digital ofrece mejor eficiencia en el tiempo de realización de la medición si se calibra de manera eficiente. El nivel de capacitación aumenta a la vez que la viabilidad clínica disminuye según la especificidad tecnológica. Se requiere un entrenamiento previo y resulta cuestionable el manejo en el caso de las imágenes 2D-3D.

La tecnología de la información desarrollada a través de estos sistemas ofrece capacidades telemédicas al alcance y con mayor adaptabilidad. La fotoplanimetría demuestra una mejoría en este aspecto. La accesibilidad es limitada para los más específicos por su alto coste, aunque existen alternativas 2D disponibles.

PROSPECTIVA CLÍNICA

Tras el análisis de los resultados obtenidos en los estudios seleccionados se sugiere incrementar las investigaciones. El desarrollo tecnológico en las técnicas de medición mejora el proceso de documentación objetiva y su seguimiento, ello sería una forma de aumentar la calidad del proceso de evaluación de heridas.

Las técnicas no invasivas disminuyen el riesgo de infección y con ello la seguridad en su aplicación, pese a que las técnicas tradicionales siguen siendo método estándar en la práctica clínica. Por ello, es necesario hacer mayor hincapié en el estudio exhaustivo de los posibles efectos a corto y largo plazo de su aplicación rutinaria desde un enfoque más clínico.

Los sistemas de imágenes 3D basados en luz estructurada han constituido un desarrollo notorio en la actualidad para la evaluación del deterioro de la integridad cutánea, por lo que sería conveniente continuar en su investigación y el estudio de su impacto en el cuidado de la salud.

Se recomienda aumentar el cuerpo de conocimiento para permitir realizar en un futuro un análisis metodológico de mayor envergadura (meta-análisis) y así poder discernir el "gold estándar" y valorar la fiabilidad de estos sistemas de medición.

LIMITACIONES

Es pertinente puntualizar que la mayoría de los estudios presentan diversos sesgos metodológicos, lo cual limita la interpretación de los resultados obtenidos. No obstante, se han minimizado ciertos sesgos en los criterios de inclusión al cotejar los posibles conflictos de intereses con las distintas casas comerciales que ofertan dichos dispositivos o tecnologías.

Asimismo, existe heterogeneidad de las metodologías lo que dificulta sacar conclusiones sólidas, sobre todo para la medición del parámetro volumen. Además, se trata de un tema complejo ya que aúna el campo sanitario con el tecnológico siendo por tanto de difícil comprensión para el lector sanitario promedio.

Por otro lado, no se ha podido evaluar en profundidad la seguridad en la aplicación de los métodos invasivos, al no tratarse de manera directa o considerarse un objetivo secundario en los diferentes estudios.

Tabla 1. Características de los estudios seleccionados.

Autor, año y diseño	Nivel de evidencia (SIGN)	Sistemas de medición	Muestra	Resultados
Stacey MC, et al., (2017) ¹⁶ . Estudio transversal prospectivo	3	Planimetría digital con trazado manual de contacto (2D)	N=42	Excelente confiabilidad entre evaluadores: ICC>0,96. Requiere más tiempo y una correcta calibración.
Wang SC, et al., (2017) ¹⁷ . Estudio transversal	3	Fotoplanimetría (2D) vs Regla simple (2D)	N=87	Mayor confiabilidad para fotoplanimetría: ICC = 0,97-1,00. Método tradicional menos preciso al sobreestimar el área.
Au Y, et al., (2019) ¹⁸ . Estudio transversal	3	Fotoplanimetría (2D) vs Regla simple (2D)	N=20	La aplicación fue un 57 % más rápida para el área que el método reglado. (p<0,001).
Cazzolato MT, et al., (2021) ¹⁹ . Estudio transversal	3	Fotoplanimetría (2D)	N=23	Mejora en adaptabilidad y documentación.
Chan KS, et al., (2021) ²⁰ . Estudio transversal prospectivo	3	Fotoplanimetría (3D) vs Planimetría manual de contacto (2D)	N=75	Excelente confiabilidad y significancia entre evaluadores para área (p < 0,001; ICC>0.9). Innovación tecnológica 3D.
Guarro G, et al., (2021) ²¹ . Estudio transversal prospectivo	3	Fotoplanimetría (2D) vs Regla simple (2D)	N=32	Excelente confiabilidad entre métodos (ICC = 0,95) para área.
Fang CI, et al., (2021) ²² . Estudio transversal prospectivo	3	Fotoplanimetría (2D) vs Regla simple (2D)	N=20	Mejoras en seguridad, precisión y satisfacción.
Do Khac A, et al., (2021) ²³ . Estudio transversal prospectivo	3	Fotoplanimetría (2D) vs Regla simple (2D), Método de Kundin (2D) y Planimetría manual de contacto (2D)	N=61	Mayor validez en entornos clínicos y confiabilidad (IC > 95%) en comparación con trazado de acetato. Mejoras para la aplicación en accesibilidad, tiempo y adaptabilidad.
Jeffcoate WJ, et al., (2017) ²⁴ . ECA	1-	Imagen digital en 2D	N=31	Concordancia excelente entre evaluadores (ICC>0,990; p<0,001). Más económico, sencillo y viable (alternativa a 3D).
Jørgensen LB, et al., (2018) ²⁵ . Estudio transversal prospectivo	3	Imagen digital en 2D vs Imagen digital con cámara 3D vs Método de inyección de gel (2D-3D)	N=48	Alta confiabilidad para el área (ICC > 0,99), y menos para volumen. (ICC> 0,97) entre sistemas. Mayor seguridad para los métodos sin contacto y con potencial telemédico.
Jørgensen LB, et al., (2019) ²⁶ . Estudio de cohorte prospectivo	2+	Imagen digital en 2D vs Imagen digital con cámara 3D	N=150	Cambios en el área 3D mayores a lo largo del tiempo (p<0,0001). Utilidad para su monitorización.
Toygar I, et al., (2020) ²⁷ . Estudio transversal prospectivo	3	Imagen digital en 2D vs Planimetría manual de contacto (2D) vs Imagen digital con cámara 3D	N=20	Alto nivel de concordancia para los 3 métodos (p<0,001) en área y volumen. Mayor confiabilidad del manual, aunque menor tiempo y mayor coste y seguridad en digital.
Chaby G, et al., (2017) ²⁸ . Estudio analítico de cohorte prospectivo	2+	Imagen digital 3D vs Planimetría digital con trazado manual de contacto (2D)	N=44	Ambos sistemas igual de confiables y mejoras en viabilidad clínica a pie de cama para 3D. Concordancia excelente (CCC, 0,994 intraev.; y CCC > 0,990 interev.) para área.
Williams KJ, et al., (2017) ²⁹ . Estudio descriptivo observacional transversal	3	Imagen digital con cámara 3D vs Método de inyección de agua estéril (2D-3D) vs Planimetría manual de contacto. (2D)	N=12	Las cámaras tendieron a sobreestimar el área e infravalorarlo en volumen. Alto coste y necesidad de complementación. Alta confiabilidad intra-evaluadores (p<0,001)
Malone M, et al., (2019) ³⁰ . Estudio transversal prospectivo	3	Imagen digital con cámara 3D	N=29	Significación estadística p=0,0001: área y volumen útiles. Se corrige la variabilidad en la documentación. Puede requerir tiempo adicional.
Lasschuit JWJ, et al., (2020) ³¹ . Estudio transversal prospectivo	3	Imagen digital con cámara 3D vs Regla simple y sonda (2D-3D)	N=63	Confiabilidad excelente para área (ICC 0,98). Deficiente para volumen y mejor con sonda. Mejor viabilidad clínica y precisión para regla.
Reyzelman AM, et al., (2020) ³² . ECA	1-	Imagen digital con cámara 3D vs Fotoplanimetría (2D) vs Planimetría manual de contacto (2D)	N=20	Diferencias significativas entre medición manual y sistema 3D (p = 0,0002) en área y volumen. La aplicación evidenció precisión similar al sistema 3D, mejor accesibilidad y adaptabilidad.

Fuente: Tabla de elaboración propia.

* CCC: coeficiente de correlación de concordancia; ECA: ensayo clínico aleatorizado; IC: intervalo de confianza; ICC: coeficiente de correlación intraclass.

AGRADECIMIENTOS

Expresar mi agradecimiento al Excmo. Colegio de Enfermería de Sevilla que ha galardonado a esta investigación con el premio Accésit Joven en el "XXXVIII Certamen Nacional de Enfermería Ciudad de Sevilla". En estimación al Centro Universitario de Enfermería Cruz Roja, adscrito a la Universidad de Sevilla y a sus docentes. A mi familia y amigas, por ser apoyo y sostén durante la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Wallace HA, Basehore BM, Zito PM. Wound Healing Phases [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022. [acceso 10 de enero de 2022]. PMID: 29262065.
- Marinello-Roura J, Verdú-Soriano J. Conferencia nacional de consenso sobre las úlceras de la extremidad inferior (C.O.N.U.E.I.). Documento de consenso 2018 [Internet]. 2ª ed. Madrid: Ergon; 2018 [acceso 22 de enero de 2022]. Disponible en: <https://gneaupp.info/>
- Rumbo-Prieto JM. Evaluación de las evidencias y calidad de las guías de práctica clínica de Enfermería sobre deterioro de la integridad cutánea, úlceras y heridas crónicas [tesis doctoral]. Universidad de A Coruña: 2015.
- Blasco-Vera MA, Aunés-García L, Blanes-Ortí P, Ramos-Romero I, Hernández-Sanfelix A. Sistemas de medición de heridas. Rev. enferm. Vasc [Internet]. 2019 [acceso 4 de febrero de 2022]; 2(4): 17-21. DOI: 10.35999/rdev.v2i4.46.
- St-Supery V, Tahiri Y, Sampalis J, Brutus JP, Harris PG, Nikolis A. Wound Healing Assessment. Ann Plast Surg [Internet]. 2011 [acceso 4 de febrero de 2022]; 67(2): 193–200. DOI: 10.1097/SAP.0b013e3181f3e0e8 28.
- Jørgensen LB, Sørensen JA, Jemec GB, Yderstraede KB. Methods to assess area and volume of wounds - a systematic review. Int Wound J [Internet]. 2016 [acceso 4 de febrero de 2022]; 13(4): 540-53. DOI: 10.1111/iwj.12472.
- Vallejo L. Siete errores comunes en el diagnóstico, manejo y tratamiento de heridas crónicas. J Wound Care [Internet]. 2020 [acceso 18 de enero de 2022]; 29(1): 32-35. DOI: 10.12968/jowc.2020.29.LatAm_sup_1.32
- Samaniago-Ruiz MJ, Aranda-Martínez J. El registro: componente básico para la monitorización de heridas. Heridas y cicatrización. RSEHER [Internet]. 2014 [acceso 8 de febrero de 2022]; 4(15): 14-17. Disponible en: <https://www.sociedadespanolaheridas.com>
- Aedo-Carreño V, Parada-Santander T, Alcayaga-Rojas C, Rubio-Acuña M. Registro electrónico de Enfermería en la valoración de las heridas. Enferm. Glob [Internet]. 2012 [acceso 16 de enero de 2022]; 11(28): 386-395. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412012000400021&lng=es. 21.
- Blázquez-Blanco MI, López-Ramírez M. Utilización del vendaje compresivo multicapa en úlceras vasculares en atención primaria rural. Heridas. RSEHER [Internet]. 2013 [acceso 16 de enero de 2022]; 1(1): 5-11. Disponible en: <https://www.sociedadespanolaheridas.com/>
- Anisuzzaman DM, Wang C, Rostami B, Gopalakrishnan S, Niezgoda J, Yu Z. ImageBased Artificial Intelligence in Wound Assessment: A Systematic Review. Adv Wound Care (New Rochelle) [Internet]. 2021 [acceso 4 de febrero de 2022]. DOI: 10.1089/wound.2021.0091.
- Slotnes T. A Virtual Nurse Practitioner Led Clinic during COVID-19. Aust Nurs Midwifery J [Internet]. 2020 [acceso 8 de febrero de 2022]; 26(11). Disponible en: <https://anmj.org.au/a-virtual-nurse-practitioner-led-clinic-during-covid-19/>
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Systematic Reviews [Internet] 2021 [acceso 15 de marzo de 2022]; 10(89): 11p. DOI: 10.1186/s13643-021-01626-4
- International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals. ICMJE [Internet] 2021 [acceso 15 de marzo de 2022]; 19p. Disponible en: www.icmje.org
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. SIGN 50: A guideline developer's 47 handbook [monografía en Internet]. 2ª Edición. Edinburgh: SIGN; 2011 [acceso 16 de marzo de 2022]. Disponible en: https://www.sign.ac.uk/assets/sign50_2011.pdf
- Stacey MC, Phillips SA, Farrokhyar F, Swaine JM. Reliability and measurement error of digital planimetry for the measurement of chronic venous leg ulcers. Wound Repair Regen [Internet]. 2017 [acceso 20 de diciembre de 2021]; 25(5): 901-905. DOI: 10.1111/wrr.12587. 47.
- Wang SC, Anderson JAE, Evans R, Woo K, Beland B, Sasseville D, et al. Point-of-care wound visioning technology: Reproducibility and accuracy of a wound measurement app. PLoS One [Internet]. 2017 [acceso 21 de diciembre de 2021]; 12(8): e0183139. DOI: 10.1371/journal.pone.0183139.
- Au Y, Beland B, Anderson JAE, Sasseville D, Wang SC. Time-Saving Comparison of Wound Measurement Between the Ruler Method and the Swift Skin and Wound App. J Cutan Med Surg [Internet]. 2019 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 23(2): 226-228. DOI: 10.1177/1203475418800942.
- Cazzolato MT, Ramos JS, Rodrigues LS, Scabora LC, Chino DYT, Jorge AES, et al. The UTrack framework for segmenting and measuring dermatological ulcers through telemedicine. Comput Biol Med [Internet]. 2021 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 134: 104489. DOI: 10.1016/j.combiomed.2021.104489. 57.
- Chan KS, Chan YM, Tan AHM, Liang S, Cho YT, Hong Q, et al. Clinical validation of an artificial intelligence-enabled wound imaging mobile application in diabetic foot ulcers. Int Wound J [Internet]. 2022 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 19(1): 114-124. DOI: 10.1111/iwj.13603. 58.
- Guarro G, Cozzani F, Rossini M, Bonati E, Del Rio P. Evaluación morfológica de heridas: aplicación y reproducibilidad de un sistema de medición virtual, estudio piloto. Acta Biomed [Internet]. 2021 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 92(5): 49 e2021227. DOI: 10.23750/abm.v92i5.11179. 59.

22. Fang CI, Wu TT, Chu CY, Lu YC. Practicality of Wound Detection Using Smartphone Measure App. *Stud Health Technol Inform [Internet]*. 2021 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 284: 362-364. DOI: 10.3233/SHTI210746. 60.
23. Do Khac A, Jourdan C, Fazilleau S, Palayer C, Laffont I, Dupeyron A, et al. mHealth App for Pressure Ulcer Wound Assessment in Patients With Spinal Cord Injury: Clinical Validation Study. *JMIR Mhealth Uhealth [Internet]*. 2021 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 9(2): e26443. DOI: 10.2196/26443.
24. Jeffcoate WJ, Musgrove AJ, Lincoln NB. Using image J to document healing in ulcers of the foot in diabetes. *Int Wound J [Internet]*. 2017 [acceso 20 de diciembre de 2021]; 14(6): 1137-1139. DOI: 10.1111/iwj.12769
25. Jørgensen LB, Skov-Jepesen SM, Halekoh U, Rasmussen BS, Sørensen JA, Jemec GBE, et al. Validation of three-dimensional wound measurements using a novel 3D-WAM camera. *Wound Repair Regen [Internet]*. 2018 [acceso 21 de diciembre de 2021]; 26(6): 456-462. DOI: 10.1111/wrr.12664
26. Jørgensen LB, Halekoh U, Jemec GBE, Sørensen JA, Yderstræde KB. Monitoring 48 Wound Healing of Diabetic Foot Ulcers Using Two-Dimensional and ThreeDimensional Wound Measurement Techniques: A Prospective Cohort Study. *Adv Wound Care (New Rochelle) [Internet]*. 2020 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 9(10): 553–63. DOI: 10.1089/wound.2019.1000.
27. Toygar I, Simsir IY, Cetinkalp S. Evaluation of three different techniques for measuring wound area in diabetic foot ulcers: a reproducibility study. *J Wound Care [Internet]*. 2020 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 29(9): 518-524. DOI: 10.12968/jowc.2020.29.9.518.
28. Chaby G, Lok C, Thirion JP, Lucien A, Senet P. Three-dimensional digital imaging is as accurate and reliable to measure leg ulcer area as transparent tracing with digital planimetry. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord [Internet]*. 2017 [acceso 20 de diciembre de 2021]; 5(6): 837-843. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.05.019.
29. Williams KJ, Sounderajah V, Dharmarajah B, Thapar A, Davies AH. Simulated Wound Assessment Using Digital Planimetry versus Three-Dimensional Cameras: Implications for Clinical Assessment. *Ann Vasc Surg [Internet]*. 2017 [acceso 21 de diciembre de 2021]; 41: 235-240. DOI: 10.1016/j.avsg.2016.10.029.
30. Malone M, Schwarzer S, Walsh A, Xuan W, Al Gannass A, Dickson HG, et al. Monitoring wound progression to healing in diabetic foot ulcers using three-dimensional wound imaging. *J Diabetes Complications [Internet]*. 2020 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 34(2): 107471. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2019.107471.
31. Lasschuit JWJ, Featherston J, Tonks KTT. Reliability of a Three-Dimensional Wound Camera and Correlation With Routine Ruler Measurement in Diabetes-Related Foot Ulceration. *J Diabetes Sci Technol [Internet]*. 2021 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 15(6): 1361-1367. DOI: 10.1177/1932296820974654. 54.
32. Reyzelman AM, McCray S, Peck LB, Allen M, Koelewyn K. A Comparative Diabetic Foot Wound Measurement Trial Using Wound Tracker Professional Versus Aranz Imaging System and Conventional Ruler Measurement. *Clin Podiatr Med Surg [Internet]*. 2020 [acceso 22 de diciembre de 2021]; 37(2): 279-285. DOI: 10.1016/j.cpm.2019.12.012.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Carbonell Montoro A. Sistemas de medición de heridas crónicas: Desarrollo tecnológico en la evaluación y documentación. *Hygia de Enfermería*. 2023; 40(2): 74-80