

# Beneficios de cicatrización y antimicrobianos de los apósitos bioeléctricos en una úlcera venosa crónica de la pierna: un informe de caso

### RESUMEN

**Objetivos** Informar el resultado del uso de apósitos bioeléctricos (BED) en la reducción de la carga bacteriana y en la mejora de la cicatrización de una úlcera venosa crónica de la pierna (VLU).

**Métodos** Informe de caso de un paciente con una VLU recalcitrante en el tobillo anterior derecho, que recidivó tres veces desde agosto de 2023, atendido en la clínica ambulatoria de heridas. La recurrencia más reciente de la VLU, con una medida de 7,1 cm × 5,5 cm (39,05 cm<sup>2</sup>) tras la cirugía, fue tratada con apósito de plata nanocristalina y vendaje compresivo de dos capas (40 mmHg) durante 32 días, reduciendo el tamaño a 22,55 cm<sup>2</sup> (57,8%). Posteriormente, el tratamiento se cambió a BED con vendaje compresivo, logrando una reducción adicional a 16,5 cm<sup>2</sup> (42,2%) en 21 días, con cicatrización completa de la herida.

**Resultados** La VLU tardó un total de 53 días en cicatrizar. La tasa de cicatrización de la herida fue del 1,8% por día durante los primeros 32 días, mientras se utilizó el apósito de plata nanocristalina como apósito primario. Posteriormente, al cambiar el apósito primario a BED, la tasa de cicatrización fue del 2% por día durante los 21 días siguientes de tratamiento. El sitio de la VLU quedó completamente cicatrizado, con hiperpigmentación e hiperqueratosis residuales en el tobillo anterior.

**Conclusión** El BED ha mostrado cierto potencial en acelerar la epitelización y en favorecer la transición de las heridas de la fase inflamatoria a la fase proliferativa.

**Palabras clave** apósito bioeléctrico, cicatrización de heridas crónicas, enfermería, úlcera venosa de la pierna, carga bacteriana de la herida

**Como referencia** Goh WT, Gunasegaran N, Aloweni F. Healing and antimicrobial benefits of bioelectric dressing in a chronic venous leg ulcer: a case report. WCET® Journal 2025;45(3):22-27.

**DOI** <https://doi.org/10.33235/wcet.45.3.22-27>

Presentado 31 enero 2025, Aceptado 21 marzo 2025

### INTRODUCCIÓN

Las úlceras venosas de la pierna (VLU) se encuentran entre las heridas crónicas más comunes que afectan a los miembros inferiores, surgiendo como una complicación de la insuficiencia venosa crónica (CVI).<sup>1</sup> El estándar de referencia para el tratamiento de la VLU consiste en la terapia compresiva combinada con un manejo adecuado de la piel y de la herida.<sup>2</sup> Sin embargo, las VLU son propensas a la recurrencia, a la cicatrización recalcitrante y a la infección debido a factores como el uso inadecuado o el incumplimiento de la terapia compresiva, los cuidados deficientes de la herida y el manejo inadecuado del biofilm.<sup>3</sup>

En Singapur, la prevalencia de VLU fue de 15 por cada 100.000 personas en 2017, aumentando a 38 por cada 100.000 entre quienes tenían 50 años o más.<sup>1</sup> Un estudio reciente reveló que el costo de la terapia compresiva para las VLU oscilaba entre 80 y 41.713,07 SGD, dependiendo de la complejidad y duración del tratamiento.<sup>4</sup>

Las guías internacionales de práctica clínica basadas en la evidencia han recomendado el uso de productos antimicrobianos para heridas, como apósitos tópicos impregnados con plata, para manejar infecciones y promover la cicatrización.<sup>2,5,6</sup> Los apósitos de plata nanocristalina (NCSD) han demostrado una alta eficacia en el tratamiento de infecciones locales de heridas causadas por bacterias altamente resistentes u organismos resistentes a los antibióticos.<sup>7</sup>

En los últimos años, han aumentado las preocupaciones globales sobre la resistencia a los antimicrobianos, junto con una mayor conciencia de cómo abordar este problema crítico. Si bien gran parte de la discusión se ha centrado en el uso adecuado de los antibióticos, es esencial garantizar el uso apropiado de todos los antimicrobianos para minimizar el riesgo de resistencia a la plata.<sup>7</sup> Se recomienda un enfoque escalonado para el uso de productos antimicrobianos para heridas.<sup>5,6</sup> Se aconseja a los clínicos evaluar y reevaluar regularmente las heridas para asegurar que los tratamientos antimicrobianos sigan siendo clínicamente beneficiosos y se utilicen durante un período apropiado, generalmente de dos

### Wee Ting Goh

Licenciatura en Ciencias de la Enfermería, División de Enfermería, Hospital General de Singapur

### Nanthakumahrie Gunasegaran\*

Maestría en Ciencias (Liderazgo Clínico), División de Enfermería, Hospital General de Singapur  
Correo electrónico nanthakumahrie.gunasegaran@sgh.com.sg

### Fazila Aloweni

Maestría en Ciencias (Metodología de la Investigación en Salud), División de Enfermería, Hospital General de Singapur

\* Autor correspondiente

a cuatro semanas.<sup>5,6,8</sup> Aunque el NCSd se recomienda como intervención temprana para el manejo de infecciones locales y la posible reducción de la duración de la terapia antibiótica en los pacientes,<sup>7,8</sup> persisten preocupaciones sobre los efectos citotóxicos, que pueden inhibir la actividad de los fibroblastos —un proceso esencial para la cicatrización de heridas.<sup>9,10</sup>

Este estudio de caso único tiene como objetivo evaluar la eficacia de los apósitos bioeléctricos (BED) en la cicatrización de una VLU infectada y recalcitrante. Este estudio de caso se guió por el marco de las directrices CARE.<sup>11</sup> La intervención sirvió como un enfoque de desescalada tras el desbridamiento quirúrgico y cuatro semanas de tratamiento con NCSd, durante las cuales el proceso de cicatrización fluctuó entre períodos de progreso y estancamiento.

## ANTECEDENTES

La paciente, una mujer de 77 años que vive sola, utiliza un bastón para caminar y presenta cifosis. Presenta una VLU en el miembro inferior izquierdo desde 2017 y se sometió previamente a un procedimiento VenaSeal por insuficiencia de la vena safena interna (LSV). Experimentó episodios recurrentes de úlcera, tratados de manera intermitente con vendajes de 2 y 4 capas. Sus antecedentes médicos incluyen hipertensión, hiperlipidemia, hipertiroidismo, leiomiomas, liquen amiloidosis y dermatitis por estasis. El 10 de octubre de 2022, una ecografía Doppler venosa de miembros inferiores CVI reveló reflujo tributario de la vena safena mayor (GSV) con reflujo en la vena poplítea. El cuidado de la herida incluyó apósito impregnado con povidona yodada y vendaje compresivo de 2 capas, lo que condujo a la cicatrización completa de la VLU. Posteriormente, se prescribieron medias de compresión Clase II para mantenimiento. El 23 de noviembre de 2023, una nueva ecografía CVI reveló reflujo en la GSV. Sin embargo, la herida recidivó el 18 de marzo de 2024, lo que motivó el tratamiento con apósito de hidrogel y la reintroducción del vendaje compresivo de 2 capas. El 15 de abril de 2024, el régimen de cuidado de la herida se actualizó al uso de apósito de hidrofibra con plata combinado con vendaje compresivo de 2 capas. Para el 10 de junio de 2024, la VLU estaba completamente cicatrizada.

## PRESENTACIÓN

El 28 de agosto de 2024, la VLU de la paciente recidivó, lo que llevó a su ingreso para desbridamiento quirúrgico de la herida. La herida en el tobillo anterior izquierdo se presentó con tejido necrótico con tonalidad grisácea. Se realizó desbridamiento hasta alcanzar tejido sano con sangrado, y el tejido de la herida se envió para cultivo aeróbico. La herida del tobillo anterior medía 7,1 cm × 5,5 cm, mostrando un lecho fibrótico de color rosado-rojizo con una fina capa de esfacelo de fibrina (Figura 1). Mientras se esperaban los resultados del cultivo de la herida, ésta fue tratada únicamente con apósito de pomada de cadexómero yodado.

El 30 de agosto de 2024, los resultados del cultivo tisular identificaron tres patógenos bacterianos: *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus* del grupo B y *Escherichia coli*. La paciente fue dada de alta el 31 de agosto de 2024, con instrucciones de continuar el apósito de pomada de cadexómero yodado y un ciclo antibiótico de dos semanas con ciprofloxacino y clindamicina por vía oral. El 2 de septiembre de 2024, la paciente fue evaluada por cirujanos vasculares y una enfermera especialista en patología vascular. El régimen

de cuidado de la herida se actualizó a NCSd con una compresa superabsorbente, y se reintrodujo el vendaje compresivo de 2 capas (40 mmHg). Se programó a la paciente para cambios semanales de apósito y vendaje compresivo con la enfermera especialista vascular.

## DISCUSIÓN/INTERVENCIONES

La paciente se sometió a cambios semanales de apósito en la clínica ambulatoria de heridas, manteniendo la misma modalidad de tratamiento durante cuatro semanas. El cuidado de la herida fue gestionado de manera consistente por la misma enfermera especialista en patología vascular en cada visita.

Las VLU crónicas suelen experimentar retraso en la cicatrización debido a mediadores inflamatorios elevados, más que a una carencia de factores de crecimiento.<sup>12</sup> Abordar la carga bacteriana es esencial para prevenir un mayor deterioro de la herida y aumentar la eficacia de las modalidades de cuidado.<sup>5</sup> Si bien la preparación del lecho de la herida, que incluye limpieza y desbridamiento, es fundamental para promover la cicatrización al permitir el desarrollo de una matriz extracelular funcional<sup>12,13</sup>, también puede interrumpir y prevenir la reformación del biofilm. La enfermera vascular de heridas incorporó dos estrategias para el manejo de heridas de esta úlcera venosa compleja: el marco TIME y la higiene de la herida.

Para respaldar esta práctica, se realizó desbridamiento conservador cortante con bisturí, junto con una limpieza exhaustiva del lecho de la herida y de la piel perilesional en cada cambio de apósito. Posteriormente, se aplicó un vendaje compresivo de 2 capas y la presión se mantuvo mediante el sistema de capas UrgoK2®, que incluye vendajes inelásticos y elásticos: la primera capa es una venda corta elástica con acolchado suave, y la segunda es una venda larga cohesiva, proporcionando una presión compresiva de 40 mmHg.



Figura 1. Úlcera venosa en el tobillo anterior tras desbridamiento quirúrgico

Después de 32 días de tratamiento, la herida en el tobillo anterior medía 5,5 cm × 3 cm (Figura 2). Durante la visita a la clínica ambulatoria el 30 de septiembre de 2024, la paciente expresó preocupación por la lenta recuperación de la herida, a pesar de cumplir con el vendaje compresivo (manteniendo los vendajes secos y elevando las piernas durante el reposo). Se propuso un nuevo enfoque terapéutico, el cual fue aceptado por la paciente. El apósito se cambió a BED, cubierto con un apósito superabsorbente y asegurado con un vendaje compresivo de 2 capas.

En un plazo de siete días, la herida de la VLU presentó algunas islas de tejido epitelial sobre el lecho de la herida. La herida medía 4,9 cm × 3,1 cm (Figura 3a,b,c). La paciente permaneció con el apósito BED durante un total de 21 días. La paciente toleró bien los cambios de apósito. Durante el uso del BED, la paciente estuvo cómoda y no presentó eventos adversos. En cada cambio de apósito, la paciente refirió que el dolor era tolerable durante el procedimiento. La VLU del tobillo anterior epitelizó y midió 6 cm × 5 cm. Se observó una amplia zona de piel epitelial nueva sobre el lecho de la herida, lo que sugiere que se alcanzó el cierre total de la herida. Se suspendió el uso del apósito BED en la paciente. La herida cicatrizada fue hidratada con emoliente y se indicó a la paciente el uso de medias de compresión Clase II. La paciente fue reevaluada una semana después en la clínica de heridas. La VLU estaba completamente cicatrizada, dejando una cicatriz con hiperpigmentación residual mínima e hiperqueratosis en el tobillo anterior (Figura 4).



Figura 2. Úlcera venosa en el tobillo anterior tras 32 días de NCS D, antes del uso de BED

La cicatrización de heridas es un proceso complejo que requiere un manejo integral para lograr un tratamiento eficaz. Un enfoque holístico del cuidado de heridas debe centrarse en reducir la carga bacteriana, crear un entorno de cicatrización óptimo y apoyar la respuesta natural de cicatrización del huésped.<sup>5</sup>

En el manejo de heridas crónicas, el uso adecuado de apósitos antimicrobianos de plata puede tratar eficazmente las infecciones de heridas, prevenir la formación de biofilm y reducir potencialmente la duración del uso de antibióticos.<sup>8</sup> Los NCS D, con su eficacia antimicrobiana comprobada, han demostrado la capacidad de reducir el uso de antibióticos, acortar las estancias hospitalarias, disminuir los costos de tratamiento y reducir la prevalencia de organismos resistentes a los antibióticos (Tabla 1).<sup>8</sup> Sin embargo, debe ponerse énfasis en la ventana terapéutica recomendada de 2 a 4 semanas, con reevaluaciones y valoraciones regulares para minimizar el impacto sobre la resistencia a los antimicrobianos o a la plata.<sup>5,6,8</sup> Aunque no existe evidencia sólida de que la resistencia a la plata conduzca directamente a la ineficacia del tratamiento, debe considerarse la concentración de plata en el apósito.



Figura 3a. Úlcera venosa en el tobillo anterior tras siete días de uso de BED;3b. Úlcera venosa en el tobillo anterior tras 14 días;3c. Úlcera venosa en el tobillo anterior tras 21 días

Cuando se forman los biofilms, pueden mostrar una mayor tolerancia a los antibióticos y requerir concentraciones de plata de 10 a 100 veces más altas para erradicar eficazmente las bacterias planctónicas.<sup>7</sup> Esto significa que los apósitos de plata con concentraciones inferiores a 60 ppm pueden no ser eficaces para el manejo de biofilm.<sup>14</sup> Otra consideración es que la mayoría de los apósitos de plata contienen concentraciones superiores a 70 ppm, lo cual es citotóxico para los queratinocitos y fibroblastos que contribuyen a la cicatrización de heridas.<sup>15</sup>

En los últimos años, una modalidad novedosa para heridas, el BED, ha llamado la atención como el único apósito que utiliza principios eléctricos para el manejo del biofilm (Tabla 1).<sup>16,17</sup> El BED es un apósito de poliéster de una sola capa con una matriz de puntos de plata y zinc impresos en un lado. El BED genera electricidad de bajo voltaje a través de



Figura 4. Úlcera venosa en el tobillo anterior cicatrizada

iones de plata ( $Ag^+$ ) y zinc ( $Zn^+$ ) cuando entra en contacto con humedad o exudado. Los puntos de  $Ag^+$  miden 2 mm de diámetro, mientras que los puntos de  $Zn^+$  son de 1 mm.<sup>16</sup> Cuando se activa por exudados de la herida o fluidos exógenos como solución salina, entrega un voltaje de 0,5–0,9 voltios.<sup>18</sup> Las microcargas eléctricas liberadas en el lecho de la herida potencian el campo eléctrico para acelerar la cicatrización. El BED ha demostrado ser eficaz en la eliminación de varios microorganismos multirresistentes, incluidos *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina, *Klebsiella pneumoniae* y cepas MDR de *Pseudomonas aeruginosa*, así como bacterias Gram-negativas y Gram-positivas comunes.<sup>18</sup> Las infecciones por biofilm suelen complicar las úlceras cutáneas de difícil cicatrización, siendo *Pseudomonas aeruginosa* un actor clave en el retraso de la cicatrización de las úlceras de la pierna. El BED ha mostrado eficacia en la eliminación y disrupción del biofilm de *Pseudomonas aeruginosa*.<sup>14</sup>

El BED no es citotóxico y utiliza una actividad eléctrica débil para interrumpir la formación y actividad del biofilm, sin necesidad de altas concentraciones de plata. El BED impide la formación y agregación del biofilm al limitar las actividades de detección de quórum, y también puede suprimir el crecimiento planctónico.<sup>14,16,19</sup> Además, el BED presenta un mecanismo único que acelera la migración de queratinocitos, facilitando así el cierre de la herida.<sup>14</sup> La cicatrización de heridas crónicas suele retrasarse debido a inflamación prolongada o persistente, la cual está vinculada a la formación de biofilm. No obstante, el BED puede limitar la formación de biofilm, reducir la inflamación en los queratinocitos y promover la migración, lo que finalmente conduce a la epitelización y al cierre de la herida.<sup>19</sup> Un ensayo clínico aleatorizado realizado por Chan et al en 2023 demostró que el BED acelera significativamente la cicatrización de heridas al reducir y prevenir la formación de biofilm.<sup>17</sup> De manera similar, en un informe de caso, el apósito BED se utilizó debajo de un vendaje compresivo

Tabla 1. Productos para heridas y su acción prevista

Nombre genérico	Nombre comercial del producto para heridas	Acción/motivo de uso
Apósito de plata nanocrystalina	Acticoat Flex 3	Proporciona una acción antimicrobiana duradera de hasta siete días en heridas crónicas. La estructura de plata nanocrystalina garantiza una liberación controlada y sostenida de plata en el exudado de la herida. Además, el apósito favorece y mantiene un ambiente húmedo en la herida cuando se combina con un apósito secundario adecuado. <sup>23-25</sup>  Libera plata de forma eficaz y en concentración constante para mantener la actividad bactericida. <sup>26</sup>
Apósito bioeléctrico	Procellera™	Este apósito antimicrobiano de amplio espectro está diseñado como una capa única para favorecer y mantener un ambiente húmedo en la herida. Presenta una matriz de puntos alternos de plata (Ag) y zinc (Zn) incrustados en un sustrato de poliéster mediante un aglutinante biocompatible. La activación ocurre en presencia de un fluido conductor, como el exudado de la herida o líquidos externos como la solución salina. Una vez activado, el apósito genera una tensión de corriente continua medible (0,5–0,9 voltios) entre los puntos de Ag y Zn. Este campo microeléctrico puede potenciar el campo eléctrico natural de lesión que se produce durante el proceso de cicatrización. <sup>27</sup>  Demuestra eficacia frente a cepas sensibles a los antibióticos y cepas multirresistentes de patógenos de heridas. <sup>18</sup>
Compresa superabsorbente	ConvaMax™ Superabsorbente	Previene el traspaso de exudado y favorece la transmisión del vapor de humedad. Adecuado para heridas con exudado abundante.  Seguro para su uso bajo vendajes compresivos. <sup>28</sup>

para VLU, logrando la cicatrización completa a partir de un tamaño inicial de 10 cm<sup>2</sup> antes del tratamiento.<sup>20</sup> A diferencia de algunos apósitos de plata, el BED no mancha las heridas y es de baja adherencia, lo que permite una retirada no traumática. Sin embargo, según nuestra experiencia con el uso de BED en VLU altamente exudativas, resultó inadecuado probablemente debido a su menor o limitada capacidad de absorción vertical o a su baja tasa de transmisión de vapor de humedad (MVTR), lo que provoca maceración perilesional incluso cuando se utilizaron apósitos superabsorbentes o de espuma como apósitos secundarios. Actualmente no existen estudios disponibles que aporten evidencia o información sobre la MVTR o la capacidad de absorción vertical del BED. Explorar la capacidad de absorción vertical del BED en futuras investigaciones podría aportar beneficios significativos.

En el manejo de heridas infectadas o crónicas, es crucial centrarse en la limpieza, la preparación del lecho de la herida, el cuidado de los bordes y la higiene de la piel perilesional antes de aplicar apósitos.<sup>5,6</sup> Problemas en la piel perilesional, como escamas de piel seca, placas hiperqueratósicas o callosidades con detritos, pueden crear un entorno propicio para la formación de biofilm.<sup>21</sup> En particular, el borde de la herida suele albergar biofilm activo. La falta de cuidado adecuado del borde de la herida y del área perilesional puede resultar en retraso en la cicatrización, aumento del tamaño de la herida, mayor riesgo de infección, incremento de los costos de tratamiento, dolor o malestar y una calidad de vida disminuida. Por lo tanto, el manejo eficaz de heridas debe incluir una limpieza exhaustiva, protección de la piel, control del exudado y el mantenimiento de un entorno húmedo favorable para la cicatrización.<sup>21,22</sup>

De manera similar, el manejo eficaz de las VLU requiere un cuidado meticuloso del borde de la herida y de la piel perilesional, ya que estas áreas son fundamentales para la reducción del tamaño de la herida, el progreso global de la cicatrización y la minimización de la formación de biofilm. La limpieza minuciosa y el remodelado del borde de la herida para lograr un sangrado puntual son particularmente beneficiosos.<sup>6</sup> Posteriormente, la implementación de un régimen estructurado de cuidado de la piel, junto con medidas para proteger y prevenir daños en el área perilesional y en el borde de la herida causados por el exudado, es especialmente importante al utilizar terapia compresiva.<sup>2,21</sup>

La eficacia del NCSD en el tratamiento de la VLU infectada de esta paciente es significativa. Siguiendo el enfoque antimicrobiano recomendado escalonado para heridas, el NCSD fue suspendido en la quinta semana y reemplazado por el BED, que posteriormente cicatrizó la úlcera. Aunque la selección del apósito primario es crucial en el tratamiento de VLU infectadas y recalcitrantes, la elección del apósito secundario, el desbridamiento de la herida, el manejo de los bordes y el cuidado de la piel perilesional son igualmente importantes para favorecer la cicatrización.

Además, una terapia compresiva adecuada, la adherencia del paciente al tratamiento y la modificación de otros factores de riesgo modificables, como la optimización del control glucémico, la dieta y el descanso adecuado, son esenciales. El tratamiento y seguimiento de los pacientes con CVI deben continuar incluso después de la cicatrización de la VLU. La educación del paciente y del cuidador, la vigilancia regular y la terapia compresiva continua son fundamentales para prevenir la recurrencia.

## APORTACIONES DE ESTE ARTÍCULO

El BED presenta un gran potencial en el manejo de VLU recalcitrantes. Al aprovechar las señales bioeléctricas, estos apósitos crean un entorno propicio para la cicatrización de heridas, promoviendo la actividad celular, reduciendo la inflamación y abordando los desafíos microbianos que a menudo obstaculizan la recuperación. Como complemento a la atención estándar, el BED ofrece un enfoque novedoso para tratar las VLU rebeldes, con el potencial de mejorar las tasas de cicatrización y los resultados en los pacientes, especialmente en heridas resistentes a las terapias convencionales.

## CONCLUSIÓN

Con base en este estudio de caso, el BED es eficaz para acelerar la epitelización y favorecer la transición de las heridas de la fase inflamatoria a la fase proliferativa. Los pacientes necesitan acceso confiable a servicios ambulatorios consistentes para el cuidado y la evaluación continuos. Las investigaciones exhaustivas y las intervenciones adicionales son esenciales para el cuidado de heridas crónicas. La educación desempeña un papel clave, ya que los pacientes deben comprender la higiene adecuada de la herida, el propósito de las intervenciones específicas y la justificación de los productos seleccionados para el cuidado de la herida. Además, no debe pasarse por alto el impacto psicológico de vivir con una herida crónica. Las evaluaciones periódicas deben incluir la valoración del bienestar mental, derivando al paciente a los servicios de apoyo cuando sea necesario.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a las enfermeras de la Clínica DMC: NC Vir Kaur Gill, ANC Tuang Juan Jang Gracia, SSN Nur Farhana Binte Mohd Ali, PEN Ong Li Li, PEN Teo Mui Huay, PEN Hadigah Bte Mohammed, PEN Nur Amaliyyah Binte Mohd Mocktar y al equipo médico de Cirugía Vascul ar por su apoyo. También queremos agradecer al paciente por su apoyo al estudio de caso y a los planes de tratamiento.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Goh Wee Ting y Nanthakumahrie Gunasegaran participaron en la concepción y diseño del estudio, en la selección de los participantes, la recopilación y gestión de los datos, así como en la revisión del manuscrito.

Goh Wee Ting y Nanthakumahrie Gunasegaran redactaron el manuscrito.

Fazila Aloweni supervisó y revisó el manuscrito.

Todos los autores revisaron y editaron ampliamente el manuscrito, y aprobaron la versión final del mismo.

## CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

## DECLARACIÓN ÉTICA

Se eximió la aprobación ética; sin embargo, se obtuvo el consentimiento informado por escrito del paciente para las fotografías.

## FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación por este estudio.

## REFERENCIAS

1. Goh OQ, Ganesan G, Graves N, et al. Incidence of chronic wounds in Singapore, a multiethnic Asian country, between 2000 and 2017: a retrospective cohort study using a nationwide claims database. *BMJ Open*. 2020;10:e039411. doi: 10.1136/bmjopen-2020-039411
2. Wounds UK. Best Practice Statement: Holistic management of venous leg ulceration. 2016. London: Wounds UK. Available from [www.wounds-uk.com](http://www.wounds-uk.com)
3. Wounds UK. Best Practice Statement: Addressing complexities in the management of venous leg ulcers. 2019. London: Wounds UK. Available from [www.wounds-uk.com](http://www.wounds-uk.com)
4. Aloweni F, Uthaman T, Agus N, et al. The cost of venous leg ulcers in a Singapore tertiary hospital: an explorative study. *Wound Pract Res*. 2022;30:75–81. doi: 10.33235/wpr.30.2.75-81
5. Swanson T, Ousey K, Haesler E, et al. IWII Wound Infection in Clinical Practice consensus document: 2022 update. *J Wound Care*. 2022;31:S10-s21. doi: 10.12968/jowc.2022.31.Sup12.S10.
6. Murphy C, Atkin L, Swanson T, et al. Defying hard-to-heal wounds with an early antibiofilm intervention strategy: wound hygiene. *J Wound Care*. 2020;29(Sup3b):S1-S26. doi: 10.12968/jowc.2020.29.Sup3b.S1
7. Woodmansey EJ & Roberts CD. Appropriate use of dressings containing nanocrystalline silver to support antimicrobial stewardship in wounds. *Int Wound J*. 2018; 15(6):1025–1032. doi: 10.1111/iwj.12969
8. Hurd T, Woodmansey EJ & Watkins HMA. A retrospective review of the use of a nanocrystalline silver dressing in the management of open chronic wounds in the community. *Int Wound J*. 2021;18:753–762. doi:10.1111/iwj.13576
9. Yousefian F, Hesari R, Jensen T, et al. Antimicrobial wound dressings: a concise review for clinicians. *Antibiotics*. 2023;12(9):1434. doi:10.3390/antibiotics12091434
10. Shrestha S, Wang B & Dutta PK. Commercial silver-based dressings: In vitro and clinical studies in treatment of chronic and burn wounds. *Antibiotics*. 2024;13(9):910. doi:10.3390/antibiotics13090910
11. Gagnier JJ, Kienle G, Altman DG, et al. The CARE guidelines: consensus-based clinical case reporting guideline development. *Headache*. 2013;53(10):1541–1547. doi:10.1111/head.12246
12. Malone M, Bjarnsholt T, McBain AJ, et al. The prevalence of biofilms in chronic wounds: a systematic review and meta-analysis of published data. *J Wound Care*. 2017;26:20–25. doi: 10.12968/jowc.2017.26.1.20
13. Trengove NJ, Bielefeldt-Ohmann H & Stacey MC. Mitogenic activity and cytokine levels in non-healing and healing chronic leg ulcers. *Wound Repair Regen*. 2000;8(1):13-25. doi: 10.1046/j.1524-475x.2000.00013.x
14. Banerjee J, Ghatak PD, Roy S, et al. Silver-zinc redox-coupled electroceutical wound dressing disrupts bacterial biofilm. *PLoS One*. 2015;10(3):e0119531. doi: 10.1371/journal.pone.0119531
15. Ofstead CL, Buro BL, Hopkins KM, et al. The impact of continuous electrical microcurrent on acute and hard-to-heal wounds: a systematic review. *J Wound Care*. 2020;29(Sup 7):S6-S15. doi: 10.12968/jowc.2020.29.Sup7.S6
16. Khona DK, Roy S, Ghatak S, et al. Ketoconazole resistant *Candida albicans* is sensitive to a wireless electroceutical wound care dressing. *Bioelectrochemistry*. 2021;142:107921. doi: 10.1016/j.bioelechem.2021.107921
17. Chan RK, Nuutila K, Mathew-Steiner SS, et al. A prospective, randomized, controlled study to evaluate the effectiveness of a fabric-based wireless electroceutical dressing compared to standard-of-care treatment against acute trauma and burn wound biofilm infection. *Adv Wound Care*. 2023;13(1):1–13. doi: 10.1089/wound.2023.0007
18. Kim H, Makin I, Skiba J, et al. Antibacterial efficacy testing of a bioelectric wound dressing against clinical wound pathogens. *Open Microbiol J*. 2014;8(1):15-21. doi: 10.2174/1874285801408010015
19. Barki KG, Das A, Dixith S, et al. Electric field based dressing disrupts mixed-species bacterial biofilm infection and restores functional wound healing. *Ann Surg*. 2019; 269(4): 756–766. doi: 10.1097/SLA.0000000000002504
20. Hari Krishna KR Nair, Sylvia SY Chong & Eruthayaraj A. Use of a unique bioelectric dressing in chronic wound healing. *Wounds Asia*. 2020;3(3):40-44.
21. Harding K, Dowsett C, Fias L, et al. Simplifying venous leg ulcer management: consensus recommendations. *Wounds Int*. 2015: 1–28.
22. LeBlanc K, Beeckman D, Campbell K et al (2021). Best practice recommendations for prevention and management of periwound skin complications. *Wounds International*. Available online at: [www.woundsinternational.com](http://www.woundsinternational.com)
23. Bradbury S, Turner A, Ivins N, et al. Managing chronic wounds with Acticoat Moisture Control™. *Wounds UK*. 2007;3(2):104–110.
24. Fong J & Wood F. Nanocrystalline silver dressings in wound management: a review. *Int J Nanomedicine*. 2006;1(4):441–449. doi:10.2147/nano.2006.1.4.441
25. Gago M, Garcia F, Gaztelu V, et al. A comparison of three silver-containing dressings in the treatment of infected, chronic wounds. *Wounds*. 2008;20(10):273–278.
26. Potgieter MD & Meidany P. Evaluation of the penetration of nanocrystalline silver through various wound dressing mediums: an in vitro study. *Burns*. 2017;44(3):596–602. doi: 10.1016/j.burns.2017.10.011.
27. Harding AC, Gil J, Valdes J, et al. Efficacy of a bio-electric dressing in healing deep, partial-thickness wounds using a porcine model. *Ostomy Wound Manage*. 2012; 58(9):50–55.
28. Cook L. Effect of super-absorbent dressings on compression sub-bandage pressure. *Brit J Community Nurs*. 2011;16(Sup3):38–43. doi:10.12968/bjcn.2011.16.sup3.s38