

Tratamiento de las úlceras traumáticas con retardo de epitelización mediante estimulación con ondas de choque radiales

M. Nogales, O. Sánchez, M. Rubiol, A. Campos, F. Anasetti

Hospital Egarsat. Barcelona

Correspondencia:

Dr. Manel Nogales Muñoz

Correo electrónico: mnogales@egarsat.es

Recibido el 7 de abril de 2025

Aceptado el 23 de junio de 2025

Disponible en Internet: junio de 2025

RESUMEN

Los procesos traumáticos de alta energía presentan complicaciones como dehiscencia de la sutura quirúrgica, úlceras de decúbito o heridas complejas que pueden requerir de semanas a meses para su completa resolución. Dependiendo del tamaño, la profundidad y factores agravantes, pueden sufrir un aumento del tiempo de cicatrización y, en consecuencia, un aumento del riesgo de sobreinfección del lecho ulcerado, pudiendo incluso requerir de procedimientos quirúrgicos asociados.

Las ondas de choque (ESWT) se definen como una secuencia de impulsos mecanoacústicos con un pico de presión superior a 100 MPa. Las ondas de presión radiales (r-SWT) tienen una energía y penetración en los tejidos inferior a las focales. El tratamiento con r-SWT aplicado a afecciones cutáneas no presenta efectos adversos destacables y habitualmente es indoloro.

Múltiples estudios han demostrado la efectividad del tratamiento con ondas de choque relacionándolo con sus efectos biológicos en úlceras crónicas de origen vascular y en aquellas relacionadas con las complicaciones microvasculares de la diabetes. El presente estudio tiene como objetivo analizar la efectividad de las r-SWT en las heridas complejas de difícil cicatrización (HCC) de origen traumático.

Material y métodos: presentamos una serie de 23 casos, tratados con r-SWT entre julio de 2023 y agosto de 2024 en úlceras de origen traumático, con complicaciones en forma de: dehiscencia de herida quirúrgica, úlceras de decúbito y dehiscencia de injertos libres o pediculados.

ABSTRACT

Treatment of traumatic ulcers with delayed epithelialization using radial shock wave stimulation

High-energy traumatic injuries are often associated with complications such as surgical wound dehiscence or pressure ulcers, which may require weeks to months for complete resolution. Depending on their size, depth, and exacerbating factors, these wounds may exhibit delayed healing times, increasing the risk of secondary infection of the ulcer bed and potentially necessitating additional surgical interventions.

Extracorporeal shock wave therapy (ESWT) is defined as a sequence of mechano-acoustic impulses with a peak pressure exceeding 100 MPa. Radial pressure waves (r-SWT) possess lower tissue penetration and energy levels compared to focused shock waves. The application of r-SWT to cutaneous conditions is generally well tolerated, does not produce significant adverse effects, and is typically painless.

Numerous studies have demonstrated the efficacy of shock wave therapy in chronic ulcers of vascular origin, as well as in those related to microvascular complications of diabetes, attributing these effects to the biological mechanisms triggered by the therapy. The present study aims to evaluate the effectiveness of r-SWT in managing complex, hard-to-heal wounds of traumatic origin.

Materials and methods: we present a case series of 23 patients treated with r-SWT between July 2023 and August 2024. All cases



<https://doi.org/10.24129/j.retla.08115.fs2504009>

© 2025 Sociedad Española de Traumatología Laboral. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Se indica tratamiento siempre que no exista sospecha de infección del lecho ulceroso y cuando se evidencia una evolución lenta en el proceso de epitelización. En todos los casos se aplicó el mismo protocolo de evaluación y curas de enfermería. Se toman muestras fotográficas para documentar la situación inicial, la medición y establecer la dosis de tratamiento y fotografías de la evolución y situación final.

Resultados: se han tratado 23 pacientes, 18 hombres y 5 mujeres, con un tiempo medio de evolución previo al tratamiento de 26 semanas. En todos los casos se consigue epitelización completa, con una media de 10 sesiones (4-16) y 5 semanas (2-8), para la completa resolución.

Conclusión: las r-SWT han demostrado ser efectivas en el tratamiento de las úlceras cutáneas de origen traumático. El tratamiento con r-SWT acorta los tiempos de cicatrización y mejora la epitelización de defectos de origen traumático y posquirúrgico.

Palabras clave: Ondas de choque. Ondas de presión radiales. Úlceras. Heridas complejas.

involved wound of a traumatic origin with complications including surgical wound dehiscence, pressure ulcers, and partial or complete graft dehiscence (both pedicled and free grafts).

Treatment was initiated only in the absence of suspected infection of the ulcer bed and when slow progression in the epithelialization process was observed. A standardized evaluation protocol and wound care regimen were applied in all cases. Photographic documentation was used to record the initial condition, guide dosing decisions, and monitor wound progression and final outcomes.

Results: a total of 23 patients (18 males, 5 females) were treated, with an average wound duration prior to r-SWT initiation of 26 weeks. Complete epithelialization was achieved in all cases, with a mean of 10 treatment sessions (range: 4-16) over an average period of 5 weeks (range: 2-8) to full resolution.

Conclusion: radial shock wave therapy (r-SWT) has proven effective in the management of traumatic cutaneous ulcers. r-SWT accelerates the healing process and promotes epithelialization in wounds of traumatic and postoperative origin.

Key words: Extracorporeal shock wave therapy. Radial pressure shock waves. Chronic ulcers. Chronic non-healing wounds.

Introducción

En el entorno laboral son frecuentes los accidentes de alta energía, que van a tener como consecuencia fracturas, que pueden ser abiertas o cerradas, pero en la mayoría de los casos con una gran atricción de tejidos blandos, incluso en aquellas cerradas. Por lo general, todos los procesos traumáticos, principalmente los de alta energía, así como las cirugías que de estos se pueden derivar, pueden presentar complicaciones en forma de dehiscencia de la herida quirúrgica, úlceras de decúbito o heridas complejas de difícil cicatrización (heridas crónicas complejas -HCC-) debido precisamente al compromiso mecánico y la degeneración de los tejidos blandos^(1,2). La disminución del flujo sanguíneo, así como el entortecimiento del retorno venoso y linfático, con el consiguiente edema de partes blandas, sumado a la inmovilización requerida en la mayoría de casos por el proceso de consolidación de las fracturas subyacentes o por el propio proceso quirúrgico van a contribuir en la evolución hacia una cicatrización más lenta y menos eficaz de estas heridas de origen traumático. La aparición de complicaciones por tanto en forma de úlceras de decúbito o dehiscencias de sutura va a conducir a una cicatrización lenta, que puede ir de semanas a meses dependiendo del origen, tamaño y profundidad, así como de los factores agravantes (mala perfusión de los tejidos, vasculopatía periférica, tabaquismo, diabetes...)^(3,4) y que pueden, incluso, acabar requiriendo revisiones quirúrgicas o aportes de injertos libres o pediculados para su completa resolución, o para

el tratamiento de posibles complicaciones en forma de retracciones⁽⁵⁾. Además del aumento del tiempo de cicatrización, propio de tejidos desvitalizados, estas nuevas cirugías conllevan, a su vez, un aumento del riesgo de sobreinfección del lecho ulcerado y, aún más grave, infecciones en profundidad.

Las ondas de choque se definen por sus características físicas como una secuencia de impulsos sónicos, con un pico de presión de muy corta duración, que supera los 100 MPa y que decrece rápidamente hasta alcanzar una presión negativa, que puede generar fenómenos de microcavitación en los tejidos, siendo precisamente esta fase de presión negativa la responsable de los efectos biológicos de las ondas de choque⁽⁶⁾. Sin entrar en detalle, que no es el motivo del presente artículo, dentro de las ondas de los sistemas de generación distinguimos principalmente entre: las ondas de choque focales (ESWT), que producen una energía de media a alta y que tienen una capacidad de penetración en los tejidos, según el generador utilizado, desde 0,3-0,5 cm hasta profundidades que pueden llegar en torno a los 14 cm, pero que por lo general se suelen situar entre los 6-9 cm, y las ondas de presión radiales (r-SWT), que producen una energía menor y que tienen también una penetración en los tejidos inferior, situando la zona de máxima energía a pocos centímetros de la piel.

Múltiples estudios han demostrado la efectividad del tratamiento con ondas de choque en patología osteotendinosa, relacionada con sus efectos biológicos, que incluyen, entre otros: la inducción de factores de creci-

miento neovascularizantes –sNOS (*endothelial nitric oxide synthase*), VEGF (*vessel endothelial growth factor*) y PCNA (*proliferating cell nuclear antigen*)–; la estimulación de la producción de colágeno; y la estimulación y migración celular. Estudios recientes demuestran también actividad en la reducción e incluso supresión de la respuesta inflamatoria, y cada vez aparecen más estudios que demuestran la efectividad en la mejora en la calidad y velocidad de revitalización de las úlceras crónicas, no así en los procesos de origen traumático^(7,8).

La gran mayoría de las publicaciones revisadas usan como método de tratamiento de las úlceras crónicas las ESWT y en los últimos años especialmente en modo desfocalizado, con el objetivo dispersar la energía generada, actuando de este modo a una menor profundidad y abarcando una mayor superficie⁽⁹⁾. De una manera similar a como actuarían estas últimas, podemos conseguir administrar una densidad de flujo de energía administrada con las ondas de choque radiales, que, por su mecanismo de acción y por la energía que asocian, tienen una menor penetración en los tejidos y su energía se dispersa de forma radial, como su propio nombre indica^(10,11).

El objetivo del presente estudio es evaluar la efectividad del tratamiento de las HCC secundarias a procesos traumáticos y la utilidad de las ondas de presión radiales en este tipo de procesos.

Métodos

Se recogió una serie de 23 casos de heridas de difícil resolución con las curas habituales de enfermería, de origen traumático, que requirieron de desbridamientos quirúrgicos o que aparecen en forma de dehiscencia de sutura de estos mismos tratamientos quirúrgicos, y que fueron tratados con r-SWT entre julio de 2023 y agosto de 2024.

La recogida de casos se realizó de forma secuencial. Tras la detección de la herida complicada por el servicio de consultas externas de enfermería de traumatología y ante la falta de evolución en controles sucesivos, se solicitó la evaluación del médico especialista en medicina física y rehabilitación, que indicó y ajustó la dosis de tratamiento con r-SWT.

El tratamiento mediante r-SWT se realizó en el servicio

de fisioterapia, siguiendo las dosis indicadas, con un generador de r-SWT de EMS, con sonda Swiss DolorClast® Evo Blue.

Se incluyen tanto úlceras de origen traumático como complicaciones de dehiscencia de la herida quirúrgica, úlceras de decúbito y dehiscencia de injertos libres o pediculados. En todos los casos se indicó el tratamiento con r-SWT después de descartar la infección del lecho ulceroso y cuando se constató una evolución lenta o una estabilización en el proceso de cicatrización con las curas habituales.

En todos los casos se aplicó el mismo protocolo de evaluación y curas de enfermería, consistente en curas oclusivas, secas, evitando el uso de tratamientos fibrinolíticos tópicos. En los casos de heridas muy exudativas, se añadió tratamiento con terapia de presión negativa.

El protocolo de tratamiento con r-SWT consistió en: 250-300 pulsos × cm² en función de la profundidad, iniciando la sesión a 1,6 Bar de presión, aumentando a 2,0 Bar, a una frecuencia de 4 Hz, con una periodicidad de 2 sesiones de tratamiento por semana. Para la aplicación del tratamiento con r-SWT, previamente se protegió la piel con apósito estéril transparente y al final el tratamiento se realizaron las curas oclusivas habituales.

Se tomaron muestras fotográficas de la situación inicial para la medición del tamaño y el estado inicial, y para establecer la dosis de tratamiento, así como fotografías de la evolución para ajustar las dosis de tratamiento con r-SWT y de la situación final.

Para el análisis estadístico de los resultados se usó el programa Stata 12 (StataCorp LP).



Figura 1. Fractura abierta compleja de tibia, que requirió injertos pediculados para la cobertura de los defectos cutáneos y que evolucionó con dehiscencia del injerto. Se muestra la evaluación inicial (A) y tras la última sesión de tratamiento con r-SWT (B).



Figura 2. Aplastamiento de mano que evoluciona con escara necrótica de la palma de la mano. Se muestra la situación inicial tras escarectomía previa al inicio de tratamiento (A) y la situación final tras la última sesión de tratamiento con r-SWT (B).



Figura 3. Fractura multifragmentaria de tibia que evoluciona con síndrome compartimental que requirió de fasciotomías descompresivas y dehiscencia y falta de cicatrización de la herida distal (A). Se muestra el resultado final tras el tratamiento con r-SWT (B).

Resultados

Se parte de una muestra inicial de 23 pacientes, en la que todos ellos completaron el tratamiento, y se realizó seguimiento hasta la resolución final de las heridas, que en todos los casos fue en forma de cicatrización con completa epitelización, no registrándose en este periodo abandonos del tratamiento ni complicaciones que requirieran su suspensión.

La muestra está formada por 18 hombres y 5 mujeres, con una edad media de $46 \pm 12,2$ años.

Fotografías de los casos se presentan en las Figuras 1, 2 y 3.

La distribución del origen de la lesión se muestra en el diagrama de la Figura 4. Se puede observar que la causa más frecuente es la secundaria a fracturas

cerradas, que en todos los casos requirieron de osteosíntesis, apareciendo la lesión cutánea bien como dehiscencia de la herida quirúrgica o bien como complicación de las fracturas abiertas. Le siguen en frecuencia la aparición de heridas debidas a otros gestos quirúrgicos, como por ejemplo las dehiscencias secundarias a colgajos de recubrimiento para el tratamiento de defectos cutáneos amplios en forma de injertos libres o vascularizados. Analizando más en detalle la muestra, no se encontró ninguna correlación entre el origen inicial de la herida y

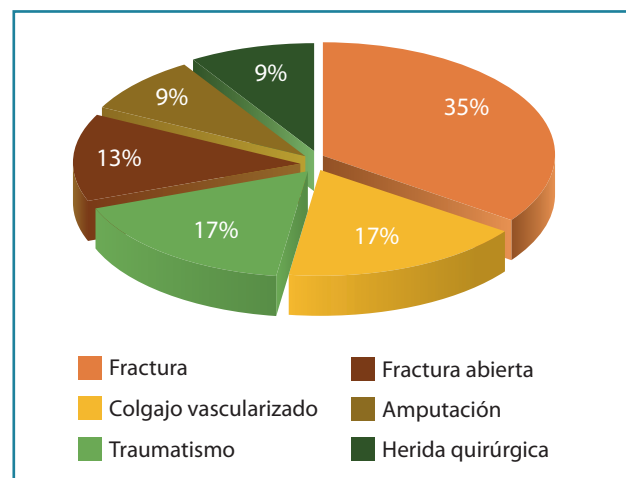


Figura 4. Distribución del origen de las úlceras traumáticas en nuestra muestra. Observamos que la causa más frecuente se encuentra en las secundarias a fracturas.

su evolución posterior, una vez que aparece la lesión.

La duración media desde el primer diagnóstico de HCC y el inicio del tratamiento con ondas de choque fue de 92,5 días. Agrupando por grupos de edad, observamos que: en los mayores de 50 años, el inicio del tratamiento fue más precoz, en torno a los 77,6 días de media, y la duración del tratamiento con ondas de choque se alargó a 46,7 días; en cambio, en los menores de 50 años, el inicio de tratamiento fue más tardío, en torno a los 102,1 días de promedio, pero la duración de este fue inferior, siendo en este caso de 30,7 días de promedio. Existe una correlación negativa entre la edad y el inicio del tratamiento, y también una correlación negativa leve entre la edad y la duración del tratamiento.

En cuanto a la duración del tratamiento con r-SWT, desde el inicio de este, se prolongó un promedio de 37 ± 23 días, con una media de $9,6 \pm 3,4$ sesiones, que se realizaron con una periodicidad de 2 sesiones por semana (Figura 5). No se encontró ninguna asociación estadísticamente significativa entre el origen de la herida y el tiempo de tratamiento requerido.

Sí que se observó en cambio una correlación positiva entre el tamaño de la herida y el número de sesiones de tratamiento con r-SWT necesarios para la completa cicatrización, independientemente del tipo de lesión que la originó (Figura 6).

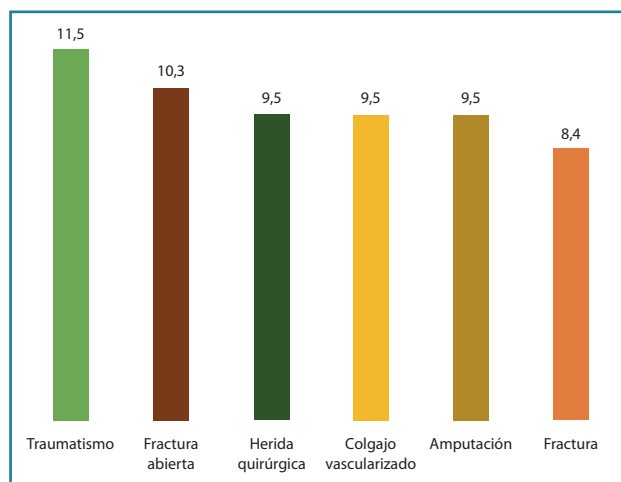


Figura 5. Distribución del número de sesiones de tratamiento con r-SWT, con relación al tipo de lesión inicial.

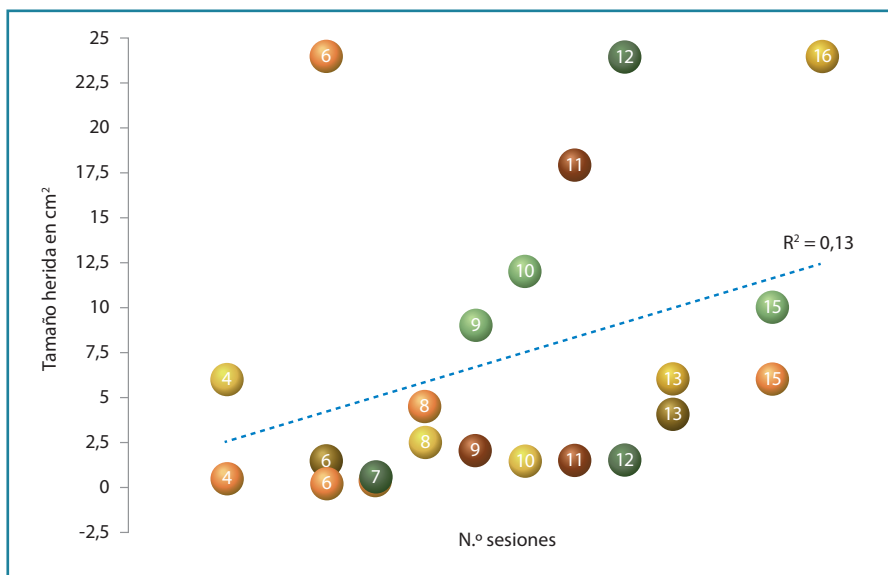


Figura 6. Correlación entre el número de sesiones de tratamiento con r-SWT y el tamaño inicial de la sesión.

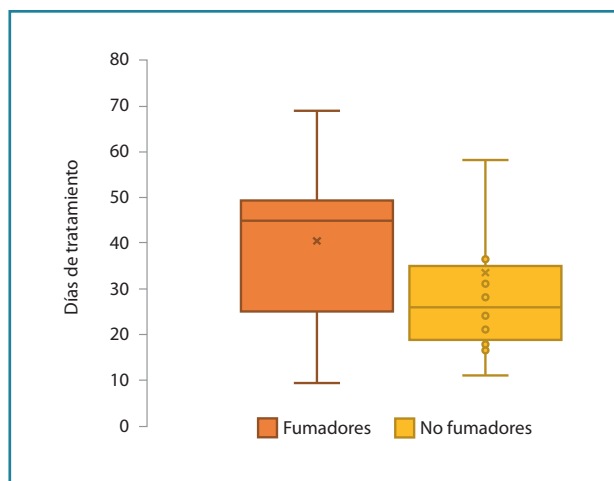


Figura 7. Correlación entre la evolución, en días, desde el inicio del tratamiento con ondas de choque para una completa epitelización en los fumadores frente a los no fumadores.

Finalmente, se analizaron otros posibles factores de riesgo asociados, como el uso de medicación crónica, patologías crónicas concomitantes (hipertensión arterial, diabetes, vasculopatía periférica, etc.) y únicamente se pudo demostrar una correlación positiva, aunque no estadísticamente significativa, entre la duración del tratamiento y el hábito tabáquico. De manera que entre los fumadores la duración del tratamiento fue de 40,5 días de media y entre los no fumadores fue de 33,8 días (Figura 7). Esto puede tener relación con el pequeño tamaño de la muestra y también con el perfil de la población que se

analizó, que corresponde a personas principalmente jóvenes (media de edad de 46 años) y con poca patología crónica de base.

Discusión

El trauma grave es la sexta causa de muerte y la quinta causa de discapacidad en el mundo. Una de las complicaciones habituales bien en el periodo inicial, como consecuencia directa de las lesiones cutáneas, bien como consecuencia tardía por los tratamientos quirúrgicos o por periodos de largo encamamiento o inmovilización suele ser la aparición de úlceras de difícil tratamiento y resolución.

El problema de las heridas complejas y de las úlceras cutáneas de cualquier origen suele ser su lenta cicatrización, que además se ve incrementada por factores como la edad, patologías concomitantes crónicas, como por ejemplo la diabetes, o factores asociados a una peor vascularización como el tabaquismo.

En el presente estudio, se han considerado las úlceras crónicas o HCC como aquellas de origen traumático, o quirúrgico, que pueden evolucionar lentamente o incluso estancarse en su proceso de curación por factores asociados a una mala perfusión de los tejidos. Los factores que abocan a la evolución de estas HCC pueden ir desde la atrición de los tejidos blandos en el mismo traumatismo, que pueden evolucionar hacia necrosis cutánea, hasta el enlentecimiento de la vascularización debido a las inmovilizaciones, las lesiones iatrogénicas durante el acto quirúrgico o por infección de los tejidos. Todo esto generará un perjuicio para la salud y un empeoramiento de la calidad de vida en relación con las posibles complicaciones, como pueden ser la infección, el dolor o el requerimiento de nuevos procedimientos quirúrgicos para solucionar dichas complicaciones.

El tratamiento conservador de estas HCC habitualmente consiste en un manejo multidisciplinario y un seguimiento cercano para evitar las complicaciones, teniendo en cuenta que habitualmente hablamos de procesos de larga duración. El objetivo, por tanto, será siempre intentar minimizar las complicaciones y acortar el tiempo de cicatrización. Es en este último punto donde se considera el tratamiento con r-SWT como un factor beneficioso que tener en consideración, con el objetivo de acelerar el proceso de cicatrización.

Múltiples estudios han demostrado la efectividad del tratamiento con ondas de choque en la activación de procesos biológicos de regeneración tisular, tanto estudios *in vitro* como estudios en animales. Ha quedado demostrado por diferentes autores que la exposición a las ondas de choque focales, aplicando baja o muy baja energía, puede influir en los procesos de proliferación y diferenciación celular a través de la activación de genes

responsables de la producción de factores de crecimiento relacionados con neoangiogénesis, como por ejemplo sNOS, VEGF y PCNA, y la liberación de citocinas responsables de la mediación y supresión de la respuesta proinflamatoria. Asimismo, se ha demostrado en los estudios realizados con ondas de presión radiales, que por definición aplican una baja energía, que son capaces de poner en marcha estos mismos mecanismos en la mejora de los procesos de cicatrización, desencadenándose la misma respuesta de aumento de vascularización y promoviendo una pronta respuesta de regeneración tisular.

En nuestro caso hemos recogido una muestra heterogénea de pacientes, que tienen como factor en común el origen traumático de alta energía como desencadenante de la lesión cutánea, bien de forma directa o bien secundaria a una actuación quirúrgica, en los que se pone de manifiesto una evolución lenta, sin conseguir una cicatrización adecuada con los tratamientos habituales, en un tiempo razonable. El uso de r-SWT aplicado junto con las curas de enfermería ha conseguido en todos los casos una completa epitelización, sin que aparezcan efectos secundarios.

Futuros estudios deberían ir dirigidos, como proponen algunos autores, a comparar el tratamiento con ondas de presión radiales frente a ondas focales y a ondas desfocalizadas. Otra línea de estudio debería ir dirigida a encontrar la dosis de energía más adecuada para conseguir una óptima respuesta de los tejidos, ya que, como podemos comprobar en las diferentes revisiones existentes sobre esta cuestión, aún estamos lejos de llegar a un consenso.

Conclusión

El tratamiento con ondas de presión radiales, en la muestra recogida, se ha mostrado efectivo como adyuvante en la cicatrización de las heridas complejas de difícil cicatrización de origen traumático.

Este es un tratamiento seguro y con muy escasos efectos secundarios.

Premios

Premio a la “Mejor Comunicación de Enfermería” en el XXIII Congreso Nacional de SETLA 2024 celebrado en Sevilla.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Financiación. Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Li Z, Lin F, Thalib L, Chaboyer W. Global prevalence and incidence of pressure injuries in hospitalised adult patients: A systematic review and meta-analysis. *Int J Nurs Stud.* 2020;105:103546.
2. DiMaggio C, Ayoung-Chee P, Shinseki M, Wilson C, Marshall G, Lee DC, et al. Traumatic injury in the United States: In-patient epidemiology 2000-2011. *Injury.* 2016;47(7):1393-403.
3. Martinengo L, Olsson M, Bajpai R, Soljak M, Upton Z, Schmidtchen A, et al. Prevalence of chronic wounds in the general population: systematic review and meta-analysis of observational studies. *Ann Epidemiol.* 2019;29:8-15.
4. Pittman J, Beeson T, Dillon J, Yang Z, Mravec M, Malloy C, Cud-digan J. Hospital-Acquired Pressure Injuries and Acute Skin Failure in Critical Care: A Case-Control Study. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2021;48(1):20-30.
5. Alberdi F, García I, Atutxa L, Zabarte M; Trauma and Neuroin-tensive Care Work Group of the SEMICYUC. Epidemiology of severe trauma. *Med Intensiva.* 2014;38(9):580-8.
6. Bin Pai MY, Takiguti J, Bianchini D, Imamura M, Rizzo L. Benefits of extracorporeal shockwave in the treatment of skin ulcers: a literature review. *Acta Fisiátrica.* 23(1).
7. Sopol M, Kuberka I, Szczuka I, Taradaj J, Rosińczuk J, Dymarek R. Can Shockwave Treatment Elicit a Molecular Response to Enhance Clinical Outcomes in Pressure Ulcers? The SHOck Waves in wouNds Project. *Biomedicines.* 2024;12(2):359.
8. Dymarek R, Kuberka I, Walewicz K, Taradaj J, Rosińczuk J, Sopol M. Is Shock Wave Application Effective on Various Chron-ic Wounds in the Geriatric Population? Preliminary Clinical Study. *Clin Interv Aging.* 2024;19:665-79.
9. Saggini R, Fioramonte P, Bellom G, Di Stefano A, Scarcello L, Di Pancrazi L, et al. Chronic ulcers: Treatment with unfocused extracorporeal shockwave. *Eur J Inflamm.* 2013;11(2):499-509.
10. Rassweiler J, Ringeisen M, Knobloch K, Schaden W. Efficacy and Theoretical Basis of Low_Intensity Shock Wave Therapy in the Management of Different Forms of Wound Healing: Own Experiences and a Review of the Literature. *Med Res Archives.* 2023;11(8).
11. Zhang H, Li ZL, Yang F, Zhang Q, Su XZ, Li J, et al. Radial shock-wave treatment promotes human mesenchymal stem cell self-renewal and enhances cartilage healing. *Stem Cell Res Ther.* 2018;9(1):54.