

REPORTE DE CASO

Abordaje Dermatofuncional fisioterapéutico por medio de agentes electrofísicos y alta frecuencia en úlceras por presión, reporte de un caso

Dermatofuncional physiotherapeutic approach through electro-physical agents and high frequency in pressure ulcers, case report

Yeison Antonio Umaña-Trejos¹✉.

Resumen

En este artículo se presenta el caso de un paciente masculino de 86 años con una úlcera por presión en la región sacra. La utilización de estímulos electromagnéticos ha demostrado su utilidad en el manejo de cualquier lesión cutánea, debido a que el efecto de su estímulo genera una liberación de fibroblastos y macrófagos en las zonas afectadas, permitiendo de manera eficaz la bioelectricidad endógena, la cual es un factor esencial en el proceso de curación. Se aplicaron modalidades tanto eléctricas como alta frecuencia de uso dermatofuncional favoreciendo la recuperación del paciente. Concluimos que los agentes electrofísicos son recursos idóneos para facilitar el proceso endógeno y la reparación tisular. La correcta evaluación de la herida como el razonamiento clínico son primordiales desde el primer día de tratamiento, la constante evaluación es primordial para la dosificación correcta de los agentes utilizados debido a que no existen protocolos establecidos para este tipo de lesión.

Palabras clave: Alta frecuencia, úlceras por presión, microcorrientes, rehabilitación dermatofuncional.

Abstract

This article presents the case of an 86-year-old male patient with a pressure ulcer in the sacral region. The use of electromagnetic stimuli has proven useful in the management of any skin lesion because the effect of its stimulus generates a release of fibroblasts and macrophages in the affected areas, effectively allowing endogenous bioelectricity, which is an essential factor in the healing process. Both electrical modalities and high frequency of dermatofuncional use were applied, promoting the patient's recovery. We conclude that electrophysical agents are ideal resources to facilitate the endogenous process and tissue repair. The correct evaluation of the wound and clinical reasoning is essential from the first day of treatment; constant evaluation is essential for the correct dosage of the agents used because there are no established protocols for this type of injury.

Key words: High frequency, pressure ulcers, microcurrents, dermatofuncional rehabilitation.

Filiación:

¹Centro de Rehabilitación FisiYut Fisioterapia y Dermatofuncional, Alajuela, Costa Rica.

Correspondencia: ✉ Yeison Antonio Umaña-Trejos, correo electrónico: fisioyut_tf@outlook.com

Financiamiento: ninguno.

Conflictos de Interés: ninguno.

Forma de citar: Umaña-Trejos YA. Abordaje Dermatofuncional fisioterapéutico por medio de agentes electrofísicos y alta frecuencia en úlceras por presión, reporte de caso. Rev Ter[Internet]. 2024;18(2):91-101.

Abreviaturas: AF/HF, Alta frecuencia; AV, alto voltaje; MENS, microcorrientes; UPP, úlcera por presión.

Fecha de envío: 24 de enero del 2024.

Fecha de aceptación: 16 de junio del 2024.

Introducción

Las úlceras por presión (UPP) son áreas de necrosis tisular provocadas por la compresión, durante un período de tiempo determinado, del tejido entre una prominencia ósea y una superficie externa¹. A pesar de la modernización de la asistencia sanitaria, la prevalencia de UPP sigue siendo alta². Los pacientes hospitalizados con movilidad comprometida tienen una alta frecuencia de UPP, y los pacientes ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos son extremadamente vulnerables a esta condición, ya que están expuestos a numerosos factores de riesgo, como: inestabilidad hemodinámica, estado general comprometido, condición nutricional desfavorable, además de la movilidad limitada que impone el encamado y el excesivo número de dispositivos y tecnologías que dificultan el uso de maniobras preventivas para las úlceras por presión³. Así, las UPP impactan negativamente a los pacientes tanto social como económicamente, además de generar dolor, pérdida de función y disminución de la calidad de vida^{4,5,6}. La presencia de UPP conduce a una hospitalización prolongada, en promedio, de dos meses⁷, y se asocia con mortalidad prematura⁸. El diagnóstico de UPP es visual y se clasifica en niveles I a IV, según el daño observado en los tejidos afectados³. Al mismo tiempo, se crearon otros instrumentos de medicación para incluir parámetros de evaluación de la curación como el tamaño de la úlcera (largo x ancho = cm²), cantidad de exudado y tejido necrótico². El diagnóstico y tratamiento tempranos permiten reducir costos, prevenir la progresión y acelerar el proceso de curación. El tratamiento local incluye desbridamiento, limpieza, recubrimiento (apósito), abordajes de colonización e infección, agentes físicos (estimulación eléctrica,

alta frecuencia) e incluso tratamiento quirúrgico².

Los agentes físicos comenzaron a utilizarse en la cicatrización de heridas tras el descubrimiento de la existencia de generación endógena de campos eléctricos en las lesiones tisulares, resultantes de canales de sodio en la membrana que permiten la difusión interna del sodio⁹. Estudios han demostrado que la estimulación eléctrica de alta frecuencia (AV/HF) es una buena opción en el proceso de curación, además de aliviar el dolor^{10,11,12,13}.

El generador de alta frecuencia es un dispositivo que funciona con corrientes alternas (alto voltaje y baja intensidad) y electrodos de vidrio que contienen vacío (aire enrarecido) o gas (Neón, Xenón o Argón) en su interior^{10,11,12}. Combinado con la generación de campo eléctrico, se sostiene que el generador de AF/HF tiene la capacidad de producir efectos fisiológicos resultantes de como lo son: efecto térmico producido por la corriente a su paso por el organismo, generando producción local de calor. El efecto térmico provoca vasodilatación periférica local, aumentando el flujo sanguíneo y el aporte de oxígeno, aumentando por tanto el trofismo, la oxigenación y el metabolismo celular; efecto ozono debido a la chispa que produce la corriente al pasar por el electrodo. El uso juicioso del ozono (O₃) es fundamental, porque elimina agentes patógenos y luego libera oxígeno (O₂), activando la fibroplasia para la creación de la matriz intercelular, proliferación de queratinocitos y, en consecuencia, genera cicatrización en la herida^{14,15,16,17,18}.

Por lo tanto, debido a estas "cualidades", el generador de alta frecuencia se considera una alternativa para el tratamiento de heridas de difícil manejo y reparación^{10,11,12,13}. A pesar de esta afirmación, no existe consenso entre los investigadores sobre su uso en el tratamiento de trastornos de la piel, y se utiliza de forma empírica

en el tratamiento de heridas crónicas.

Las aplicaciones de estímulos electromagnéticos es una de las estrategias terapéuticas ampliamente conocidas y más utilizadas en los tratamientos de úlceras tanto vasculares, por presión, iatrogénicas y diabéticas con el fin de promover el crecimiento, la diferenciación celular y la modificación en los potenciales de la membrana celular^{19,20}.

Descripción del caso

El caso que se expone es de un paciente masculino de 86 años, divorciado, pensionado, con una úlcera por presión a nivel sacro centralizada y superior a glúteo derecho con dos meses de evolución, la cual apareció luego de quedar postrado en cama por su enfermedad. En los meses posteriores solo recibió tratamiento tópico con cremas cicatrizantes sin mejoría alguna. Entre sus antecedentes patológicos personales se destacan la hipertensión arterial controlada, diabetes mellitus tipo 2 con inyecciones de insulina diaria. Sufrió un infarto cerebro vascular en 2021 generando secuelas para la marcha, la cual es de manera atáxica como hemiplejía derecha. En 2022 fue positivo para COVID 19, al ser superado el COVID sufrió un segundo infarto cerebro vascular, el cual imposibilitó la marcha y lo postró en cama; al no recibir movilizaciones adecuadas en dos meses se presentó la úlcera en la región sacra.

En cuanto a los signos clínicos propios de la herida se observa leve exudado, bordes irregulares, la piel periulceral en el borde inferior rojiza y en el borde superior purpura, en la zona central una pequeña coloración necrótica (Figura 1), no se evidencia la presencia de microorganismos o agentes microbianos dado a que el médico de cabecera le prescribió antibiótico por 10 días. En cuanto a los síntomas propios de la herida el usuario refiere dolor el se cataloga en 8/10 de la escala análoga del dolor

(EVA), así como ardor en la herida.

Recibió el tratamiento en su domicilio el 31 de diciembre del 2022 a solicitud de su familia, ya que al tener una úlcera con necrosis tenían miedo de que evolucionara y se agravara. El terapeuta realizó inicialmente su historia clínica y examen físico exhaustivo.

Evaluación de la Herida

En la evaluación de la herida se tomó en cuenta su aspecto inicial y se registró mediante fotografías, además se realizaron mediciones tanto de ancho como de largo con el método de Stacey, arrojando un diámetro inicial de 7,5 cm x 3,5 cm (Figura 1). Se utilizó el método del reloj estableciendo 4 puntos cardinales para el manejo de la herida en busca del bolsillos o tunelizaciones los cuales no los presenta; se presentan lesiones satélites fuera de la zona lesionada en glúteo izquierdo y en la línea inter glútea. Inició con un porcentaje de un 75% de tejido necrótico en la lesión el cual se valoró con el método largo x ancho y se dividió en 4 cuadrantes donde cada uno equivale a un 25% de tejido necrótico. De igual manera se le indicó a la familia el uso de una crema cicatrizante únicamente, más no la utilización de ningún otro tipo de tratamiento coadyuvante como membranas, hidrocoloides o cualquier otro tipo de apósito como estrategia complementaria para promover el cierre de la herida. Se le brindaron recomendaciones a la familia en cuanto a higiene, curaciones diarias de la herida que consistía en retirar el apósito que se colocó de protección con la crema cicatrizante, limpiar con agua y jabón a la hora del baño, secarla de manera que no quede húmeda y colocar un nuevo protector sujetado con esparadrapo; dichas indicaciones de limpieza por localizarse en una zona de mayor suciedad y por ende correr con el riesgo de una infección. Por

último, se le explicó a la familia el consentimiento informado y se procedió a su firma por parte de su esposa ya que el paciente no puede firmar.

Abordaje Dermatofuncional Terapéutico: aplicación y evolución del paciente

Para el abordaje Dermatofuncional terapéutico se utilizaron agentes electrofísicos, específicamente mediante la corriente denominada microcorriente (MENS) y la corriente pulsada de alto voltaje (AV) en un equipo de electroestimulación marca BTL Smart Premium 4000 y una alta frecuencia (AF/HF) portátil, además de una crema cicatrizante denominada Omniplus Gel Premium. Las dosificaciones aproximadas de las modalidades de corrientes se describen en la Tabla 1, las cuales no necesariamente se aplicaron juntas durante las sesiones del tratamiento.

Al paciente en cuestión se le aplicaron tres formas de energía: la AV, la MENS y por último la

AF/HF. Esta decisión fue debido a sus reconocidos y múltiples efectos en la mejora de heridas, tales como una reducción de colonizaciones bacterianas, incremento del riego sanguíneo periférico, aumento significativo en la producción de colágeno, la proliferación de fibroblastos y la regeneración endógena guiada, procesos que facilitan la consecución de eventos para la remisión total²²⁻²³. Las corrientes empleadas como la MENS y AV solo fueron usadas en las 10 primeras sesiones del tratamiento en combinación con la AF, posterior a estas sesiones solo se trabajó con la AF hasta finalizar el tratamiento.

Las Figuras 2 a 4 muestran la evolución de la úlcera durante el tratamiento. Durante la primera sesión (Figura 2) se aplicó con mayor predominio la AF/HF, logrando un aumento en la oxigenación de la piel y se puede observar con mayor detalle la lesión, y un bolsillo en la línea glútea.



Figura 1. Úlcera por presión en zona sacra y glúteo derecho, previo a iniciar el tratamiento, se observa necrosis y lesiones satélite en glúteo izquierdo.

Fuente: Expediente clínico, FisiYut Fisioterapia y Dermatofuncional, 2022.

Tabla 1. Aproximación de dosificación utilizada de los agentes electro físicos

Parámetro	Microcorriente	Alto Voltaje	Alta Frecuencia
Intensidad	En función a los signos clínicos 10, 30 o 70 Ua.	Mitis	Mitis
Frecuencia	En función a los signos clínicos 10 o 70 Hz.	100 a 120 pps	50-60 Hz
Polaridad	Predominante negativa.	Predominante Negativa.	Glass Tube/ electrodo de vidrio
Tiempo	20 minutos por sesión.	20 minutos por sesión.	5 a 10 minutos por sesión.
Colocación Electrodo	Longitudinal con un electrodo en la ulcera.	Longitudinal con un electrodo en la ulcera.	Sobre la zona a tratar.
Sesiones por semana	2 veces por semana.	2 veces por semana.	3 a 4 sesiones por semana.

Fuente: Elaboración propia del autor, 2023.



Figura 2. Úlcera por presión después de 24 horas de la primera sesión de tratamiento.

Fuente: Expediente clínico, FisiYut Fisioterapia y Dermatofuncional, 2023.



Figura 3. Úlcera por presión a la mitad del tratamiento, favoreciéndose el cierre de la misma con menor rastro de infección.

Fuente: Expediente clínico, FisioYut Fisioterapia y Dermatofuncional, 2023.



Figura 4. Úlcera por presión en región sacra al finalizar el tratamiento.

Fuente: Expediente clínico, FisioYut Fisioterapia y Dermatofuncional, 2023.

Como se observa en la tabla 2, el proceder terapéutico Dermatofuncional consistió en la aplicación de 20 sesiones de electroterapia y alta frecuencia, atendándose en promedio cada día de por medio por tres meses de tratamiento, en donde el paciente no consumió ningún coadyuvante para

la resolución de la herida ni tampoco realizado ejercicio físico únicamente movilizaciones pasivas en cama, el porcentaje de mejoría por cada sesión fue de un 3%, únicamente con el tratamiento Dermatofuncional terapéutico y con movilizaciones del paciente cada 2 horas en cambios de posturas.

Tabla 2. Dimensiones de la Úlcera y parámetros de aplicación

Sesión	Medición (cm)	Días entre sesiones	Polaridad	Frecuencia Micro	Intensidad Micro	Frecuencia AV	Frecuencia AF
1	7,5 x 3,5	0	+	10 Hz	30 ua	100 pps	50 Hz
2	7,2 x 3,3	3	+	10 Hz	30 ua	100 pps	50 Hz
3	6,9 x 3,2	3	+	70 HZ	30 ua	120 pps	60 Hz
4	6,6 x 3,1	3	+	70 HZ	30 ua	120 pps	60 Hz
5	6,4 x 3,0	3	+	70 HZ	30 ua	120 pps	60 Hz
6	6,2 x 2,9	4	-	10 Hz	70 ua	120 pps	50 Hz
7	6,0 x 2,8	3	-	10 HZ	70 ua	120 pps	50 Hz
8	5,8 x 2,7	4	-	70 HZ	30 ua	120 pps	60 Hz
9	5,6 x 2,6	4	-	70 HZ	30 ua	120 pps	60 Hz
10	5,4 x 2,5	3	-	70 HZ	30 ua	120 pps	60 Hz
11	5,2 x 2,4	3	+	NO	NO	NO	50 Hz
12	5,0 x 2,3	4	+	NO	NO	NO	60 Hz
13	4,8 x 2,2	4	+	NO	NO	NO	60 Hz
14	4,6 x 2,1	3	-	NO	NO	NO	60 HZ
15	4,4 x 2,0	3	-	NO	NO	NO	60 Hz
16	3,9 x 1,8	4	+	NO	NO	NO	60 Hz
17	3,5 x 1,6	4	+	NO	NO	NO	60 Hz
18	2,9 x 0,6	15	+	NO	NO	NO	60 HZ
19	1,6 x 0,3	15	+	NO	NO	NO	60 Hz
20	0 x 0	21	+	NO	NO	NO	60 Hz

Fuente: Elaboración propia del autor, basado en expediente clínico Fisisyut Fisioterapia y Dermatofuncional, 2023.

Discusión

Las propiedades bioeléctricas de los organismos son fundamentales en el proceso de reparación de las heridas tanto agudas como crónicas. Para poder guiar este mecanismo de una mejor manera, se puede realizar entre otras, mediante la aplicación de estímulos electromagnéticos a una dosis adecuada, aunque la lesión tenga un tiempo considerable de

existir aun mayor a 3 meses. La dosis correcta hace referencia a la frecuencia específica, la intensidad necesaria, tiempo idóneo y la cantidad de sesiones por semana adecuadas para cada caso individual^{21,23,24}. Esto por lo tanto determina que el razonamiento clínico del terapeuta físico Dermatofuncional debe de estar en función de los signos clínicos que la herida evidencie y no necesariamente basarse en un protocolo predeterminado, controlando de

manera adecuada en el proceso de cicatrización de las heridas como el control de los bordes, paso fundamental para el correcto manejo ya que de esto dependerá la correcta cicatrización, si los bordes de la herida son invertidos sangrantes nos da un indicio de una correcta cicatrización, por el contrario si los bordes son evertidos hacia adentro de la herida es un indicativo que el proceso de cicatrización se detuvo y se debe de proceder a una debridación de los bordes para estimular la cicatrización nuevamente²⁵.

Al paciente en cuestión se le aplicaron tres formas de energía: la AV, la MENS y por último la AF/HF. Esta decisión fue debido a sus reconocidos y múltiples efectos en la mejora de heridas, tales como una reducción de colonizaciones bacteriales, incremento del riego sanguíneo periférico, aumento significativo en la producción de colágeno, la proliferación de fibroblastos y la regeneración endógena guiada, procesos que facilitan la consecución de eventos para la remisión total²²⁻²⁶. Las corrientes empleadas como la MENS y AV solo fueron usadas en las 10 primeras sesiones del tratamiento en combinación con la AF, posterior a estas sesiones solo se trabajó con la AF hasta finalizar el tratamiento (figura 3-4).

Como se observa en la tabla 2, el proceder terapéutico Dermatofuncional consistió en la aplicación de 20 sesiones de electroterapia y alta frecuencia. En una revisión sistemática, Lala et al¹⁹, describen que en la mayoría de los estudios analizados se aplicó una corriente eléctrica por un periodo de 60 minutos durante 7 días a la semana, encontrando mejoras significativas en el uso de la corriente en relación a otros medios de tratamiento. Los autores describen en dicha revisión que el uso de intensidades subsensoriales como opción terapéutica para la recuperación de las heridas, siendo la microcorriente (MENS) el instrumento ideal para poder imitar la corriente eléctrica propia

del organismo y así estimular el proceso de regeneración endógena.

En cuanto a la frecuencia varios autores coinciden en los valores de 10 a 100 Hz para la MENS y de 100 a 128 pps para el uso del AV, como parámetros utilizados en la regeneración de los tejidos siendo esto lo más importante para determinar el efecto terapéutico¹⁹⁻²⁴.

La polaridad es fundamental para la resolución de una ulcera, Khourin et al²³, mencionan que esto según los efectos de cada electrodo, el ánodo atrae a los fibroblastos y macrófagos, el cátodo atrae neutrófilos y linfocitos, incluso sugiere que la alternancia de las polaridades a través de las sesiones podría generar beneficios y ser lo más recomendable. Esto fue fundamental en el caso y se detalla en la tabla número 2, donde se inició con una polaridad positiva durante las primeras sesiones y en las últimas sesiones, mientras que la polaridad negativa fue utilizada en el intermedio de las sesiones en combinación con la alta frecuencia, la alta frecuencia también se utilizó el primer día de la sesión para la oxigenación de la misma obteniendo resultados beneficiosos a las 24 horas post tratamiento (Figura 2).

Conclusiones

El razonamiento clínico es fundamental en la intervención de heridas, debido a que en función de ello se determina la dosificación correcta de los agentes electrofísicos, lo cual es individualizado a cada caso, por lo que no hay un parámetro estándar o un protocolo establecido. La correcta valoración de una herida es fundamental en el proceso de recuperación, según la valoración y el manejo de una herida es donde se logra el éxito de los tratamientos²⁶.

La alta frecuencia se conoce por su efecto bactericida produce un efecto térmico, producido por la corriente cuando pasa por el organismo, genera producción local de calor, aumentando el flujo sanguíneo y el aporte de oxígeno a la herida. Es un dispositivo de fácil uso. La falta de evidencia científica respaldando el uso de la alta frecuencia limita su respaldo científico en sus usos y beneficios, ya que ha sido utilizada de manera empírica en diferentes tratamientos Dermatofuncionales, por lo que se recomienda la implementación de nuevos estudios para verificar la aplicabilidad de este recurso.

El proceder del terapeuta Dermatofuncional es fundamental en el manejo de heridas tanto agudas como crónicas, dado a que es el profesional que conoce el sistema tegumentario, sus funciones y limitaciones, es el encargado de la correcta rehabilitación del sistema tegumentario y volver a una función normal del sistema.

Agradecimientos

El autor desea expresar un sincero agradecimiento al paciente y a su familia por la disposición, colaboración y cumplimiento de las indicaciones dadas en todo momento durante el tratamiento.

Referencias Bibliográficas

1. European Pressure Ulcer Advisory Panel. Prevention and Treatment of pressure ulcers: Quick reference guide[Internet]. 2014[Disponible en: https://www.nzwcs.org.nz/images/International_PUG/Quick_Reference_Guide_DIGITAL-PP-PIA-Jan2016.pdf
2. Rocha JA, Miranda MJ, Andrade MJ. Abordagens terapêuticas das úlceras de pressão: inter-

venções baseadas na evidência. Acta Med Port[Internet]. 2006;19:29-38. Disponible en: <https://www.sauededireta.com.br/docsupload/1332096873Ulceras.pdf>

3. Moura de Araújo T, Moura de Araújo MF, Áfio Caetano J, Gimenez Galvão MT, Coelho Damasceno MM. Diagnósticos de enfermagem para pacientes em risco de desenvolver úlcera por pressão. Rev Bras Enferm[Internet]. 2011;64(4):671-676. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/reben/a/ypPVVLnxG-GBQjgN9zj9QPfd/?format=pdf&lang=pt>
4. Mistiaen P, Ament A, Francke AL, Achterberg W, Halfens R, Huizinga J, et al. An economic appraisal of the Australian Medical Sheepskin for the prevention of sacral pressure ulcers from a nursing home perspective. BMC Health Serv Res[Internet]. 2010;10(226):1-10. doi: <https://doi.org/10.1186/1472-6963-10-226>
5. Anders J, Heinemann A, Leffmann C, Leutenegger M, Pröfener F, von Renteln-Kruse W. Decubitus ulcers: pathophysiology and primary prevention. Dtsch Arztebl Int[Internet]. 2010;107(21):371-382. doi:10.3238/arztebl.2010.0371
6. Bluestein D, Javaheri A. Pressure ulcers: prevention, evaluation, and management. Am Fam Physician[Internet]. 2008;78(10):1186-1194. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19035067/>
7. Assadian O, Oswald JS, Leisten R, Hinz P, Daeschlein G, Kramer A. Management of leg and pressure ulcer in hospitalized patients: direct costs are lower than expected. GMS Krankenhhyg Interdiszip[Internet]. 2011;6(1):1-7. doi: 10.3205/dgkh000164
8. White-Chu EF, Reddy M. Wound care in

short-term rehabilitation facilities and long-term care: special needs for a special population. *Skinmed*[Internet]. 2012;10:75-81. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/224869049_Wound_care_in_short-term_rehabilitation_facilities_and_long-term_care_special_needs_for_a_special_population

9. Balakatounis KC, Angoules AG. Low-intensity electrical stimulation in wound healing: review of the efficacy of externally applied currents resembling the current of injury. *Eplasty*[Internet]. 2008;8:283-291. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2396465/pdf/eplasty08e28.pdf>

10. Dos Santos Borges F. *Dermato-Funcional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas*. Brasil:Phorte;2006.

11. Higa DR, Cese PC, Falcão RMM, Cese AC, Chang MR, Borges FS, et al. Efeito do gerador de alta frequência sobre cultura de candida tropicalis. *R Esp Fisiot*. 2007;1(1):1-8.

12. Cabral de Barros VC, Da Silva Santos VN, Borges Dos Santos F. Tratamento de verruga ungueal causada por HPV com o uso do gerador de alta frequência: relato de caso. *Rev Esp Fisiot*[Internet]. 2007: 1(2);1-5. Disponible en: <https://www.podiatría.com.br/uploads/trabalho/137.pdf>

13. Pereira Sá H, Moura Nunes H, Evangelista Santo LA,Cardoso de Oliveira G J, Nunes da Silva JM, Castro Carvalho K, et al. Estudo comparativo da ação do laser GaAlInP e do gerador de alta frequência no tratamento de feridas cutâneas em ratos: estudo experimental. *ConScientiae saúde*[Internet]. 2010;9(3):360-366. Disponible en: <https://periodicos.uninove.br/saude/article/view/2315/1765>

14. Valacchi G, Bocci V. Studies on the biological effects of ozone: 11. Release of factors from human endothelial cells. *Mediators Inflamm*[Internet]. 2000;9:271-276. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1781775/pdf/11213910.pdf>

15. Traina AA. *Efeitos biológicos do ozônio diluído em água na reparação tecidual de feridas dérmicas em ratos*[Tesis de Doctorado en Odontología]. Brasil: Universidade de São Paulo; 2008.

16. Kim HS, Noh SU, Han YW, Kim KM, Kang H, Kim HO, et al. Therapeutic effects of topical application of ozone on acute cutaneous wound healing. *J Korean Med Sci*[Internet]. 2009;24(3):368-374. doi: 10.3346/jkms.2009.24.3.368

17. Travagli V, Zanardi I, Valacchi G, Bocci V. Ozone and ozonated oils in skin diseases: a review. *Mediators Inflamm*[Internet]. 2010;2010(610418):1-9. doi: 10.1155/2010/610418

18. Bocci VA, Zanardi I, Travagli V. Ozone acting on human blood yields a hormetic dose-response relationship. *J Transl Med*[Internet]. 2011;9(66):1-11. doi: 10.1186/1479-5876-9-66

19. Lala D, Spaulding SJ, Burke SM, Houghton PE. Electrical stimulation therapy for the treatment of pressure ulcers in individuals with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. *Int Wound J*[Internet]. 2016;13(6):1214-1226. doi: 10.1111/iwj.12446.

20. Qaseem A, Humphrey LL, Forcica MA, Starkey M, Denberg T. Treatment of pressure ulcers: A clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med*[Internet]. 2015;162(5):370-379. doi:10.7326/M14-1568.

21. Guarín-Corredor C, Quiroga-Santamaría P, Landínez-Parra N. Proceso de cicatrización de heridas de piel, campos endógenos y su relación con las heridas crónicas. *Rev Fac Med*[Internet]. 2013;61(4):441-448. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576363536014>
22. Thakral G, La Fontaine J, Kim P, Najafi B, Nichols A, Lavery LA. Treatment options for venous leg ulcers: Effectiveness of vascular surgery, bioengineered tissue, and electrical stimulation. *Adv Skin Wound Care*[Internet]. 2015;28(4):164-172. doi: 10.1097/01.ASW.0000462328.60670.c3
23. Khouri C, Kotzki S, Roustit M, Blaise S, Gueyffier F, Cracowski J. Hierarchical evaluation of electrical stimulation protocols for chronic wound healing: An effect size meta-analysis. *Wound Rep Reg*[Internet]. 2017;25(5):883-891. doi:10.1111/wrr.12594
24. Liu Q, Moody J, Traynor M, Dyson S, Gall A. A systematic review of electrical stimulation for pressure ulcer prevention and treatment in people with spinal cord injuries. *J Spinal Cord Med*[Internet]. 2014;37(6):703-718. Disponible en: 10.1179/2045772314Y.0000000226
25. Restrepo Medrano JC. ¿Cómo valorar una herida crónica? Lo que debe saber el profesional de la salud. *Arch Med*[Internet]. 2016; 16(2):422-431. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273849945019>
26. Nair H. Microcurrent as an adjunct therapy to accelerate chronic wound healing and reduce patient pain. *J Wound Care*[Internet]. 2018;27(5):296-306. doi: 10.12968/jowc.2018.27.5.296