

**Universidad de Zaragoza**  
**Facultad de Ciencias de la Salud**

***Grado en Fisioterapia***

Curso Académico 2021/2022

**TRABAJO FIN DE GRADO**

Efectividad de la aplicación de la corriente galvánica en la curación de las úlceras por presión: Revisión sistemática

‘Effectiveness of galvanic current application on pressure ulcer healing: Systematic review’

**Autor/a:** Manuel Rosado Grande

**Director/a:** Miguel Malo Urriés

## ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
<b>Justificación.....</b>	10
<b>OBJETIVOS.....</b>	11
<b>METODOLOGÍA.....</b>	11
<b>Tipo de estudio .....</b>	11
<b>Tipo de participantes .....</b>	12
<b>Tipo de intervención.....</b>	12
<b>Selección de estudios .....</b>	15
<b>Evaluación de la calidad metodológica .....</b>	17
<b>RESULTADOS .....</b>	19
<b>Polaridad .....</b>	19
<b>Colocación de los electrodos.....</b>	20
<b>Parámetros de corriente.....</b>	21
<b>Duración del tratamiento .....</b>	24
<b>Reacciones adversas de la corriente.....</b>	24
<b>Objetivos secundarios.....</b>	25
<b>DISCUSIÓN.....</b>	32
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	38
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	40

## RESUMEN

**Introducción:** Las úlceras por presión son lesiones localizadas en la piel, tejido subcutáneo o ambos, que se generan por el efecto de fuerzas como la presión, fricción o cizallamiento. Fundamentalmente se producen sobre eminencias óseas, aunque también pueden aparecer en tejidos blandos como producto de la presión de dispositivos clínicos. La corriente galvánica, como coadyuvante del tratamiento estándar (ungüentos, además de apósticos) ha resultado tener un efecto bactericida y promueve la curación de las mismas.

**Objetivo:** Analizar el efecto de la corriente galvánica en la curación de las úlceras por presión comparado con el tratamiento convencional.

**Metodología:** Se llevó a cabo una revisión sistemática mediante búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Enfispo, PEDro, SportDiscus, Medline, The Cochrane Library, Scopus Science Direct y Web Of Science de ensayos clínicos aleatorizados con una puntuación mínima de 5 en la escala PEDro que utilizasen la corriente galvánica para la curación de las úlceras por presión. Se estudió el efecto sobre la reducción del perímetro, flujo sanguíneo, parámetros de corriente, duración del tratamiento y reacciones secundarias a la corriente.

**Resultados:** Se evaluaron 9 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión/exclusión y usaron la corriente galvánica como principal tratamiento, además del estándar. Se ha demostrado un efecto beneficioso del uso de la corriente galvánica en la reducción del perímetro y cierre de las úlceras por presión, en el flujo sanguíneo de la herida y tejido perilesional, produciendo una disminución del coste sanitario destinado a estas intervenciones y aumentando la calidad de vida de las personas que las padecen.

**Conclusión:** La alternancia de polaridad, el electrodo activo sobre la úlcera, una corriente a 100 Hz de intensidad por debajo de la contracción muscular 5 días a la semana reducen significativamente el perímetro de las úlceras por presión y aumentan el flujo sanguíneo a la zona.

**Palabras clave:** pressure ulcer, decubitus ulcer, wound healing, pressure injury, chronic ulcer, pulsed current, HVPC, high voltage pulsed current, electrical stimulation, electrostimulation, direct current y galvanic.

## ABSTRACT

**Introduction:** Pressure ulcers are injuries located on the skin, subcutaneous tissue, or both of them, that are produced by the effect of forces such as pressure, friction or shearing. They're mainly produced on bony eminences but also can appear on soft tissues as a product of the clinic devices' pressure. Galvanic current, as adjuvant therapy of standard treatment (ointments and dressings) has resulted to have a bactericide effect and promote the healing of pressure ulcers.

**Objective:** To analyze the galvanic current's effect on pressure ulcers healing compared with the standard therapy.

**Metodology:** A systematic review has been carried out with a bibliographic search on the databases Pubmed, Enfispo, PEDro, SportDiscus, Medline, The Cochrane Library, Scopus Science Direct and Web Of Science of randomized controlled trials with a minimum score of 5 on the PEDro's scale that used the galvanic current for the pressure ulcers healing. The effect on the perimeter reduction has been studied, and also the effect on the blood flow, current parameters, treatment duration and adverse reactions of the current.

**Results:** There were evaluated 9 references that fulfilled the inclusion/exclusion criteria and used the galvanic current as mainly therapy, in addition to standard treatment. It's been demonstrated a beneficial effect of using the galvanic current on perimeter reduction and the pressure ulcer healing, on the wound blood flow and perilesional tissue, producing a decrease of the healthcare costs and increasing the quality of life of that people suffering a pressure ulcer.

**Conclusion:** The change of polarity, parameters of 100 Hz, intensity under muscular contraction 5 days per week reduce the pressure ulcer perimeter and increase the wound blood flow.

**Keywords:** pressure ulcer, decubitus ulcer, wound healing, pressure injury, chronic ulcer, pulsed current, HVPC, high voltage pulsed current, electrical stimulation, electrostimulation, direct current and galvanic.

## INTRODUCCIÓN

Las úlceras por presión (UPP), también llamadas lesiones por presión, escaras o úlceras por decúbito, son lesiones que se localizan en la piel, tejido subyacente o ambos. Son lesiones que por norma general se producen sobre una prominencia ósea debido a las fuerzas de presión, cizallamiento o fricción. Estas fuerzas se manifiestan cuando las capas de la piel deslizan unas sobre otras de forma profunda.<sup>1</sup> El Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP) las define como lesiones ubicadas en la piel y/o en el tejido subyacente como resultado de la presión, o de esta combinada con las fuerzas de cizalla, que también pueden aparecer sobre tejidos blandos sometidos a presión externa por diferentes materiales o dispositivos clínicos.<sup>2</sup>

Las úlceras por presión se producen por el proceso de instauración de una inmovilidad que puede ser incapacitante. Esta ocurre en mayor medida en personas con enfermedades neurológicas (como lesionados medulares (40%), hospitalizados) o en personas ancianas e inmóviles (en su domicilio o en instituciones para ancianos).

Estas suponen un inconveniente muy común. Afectan hasta al 32% de los pacientes ingresados, dificultando el proceso de curación del paciente hospitalizado, teniendo consecuencias potencialmente nocivas como sepsis u osteomielitis.<sup>1</sup> En España, el 4º Estudio Nacional de Prevalencia del GNEAUPP reveló una prevalencia en la asistencia hospitalaria de UPP que llegaba al 7,9%, aumentando en las unidades de cuidados intensivos y residencias ascendiendo hasta el 18,0% y 13,4% respectivamente, constituyendo la llamada "epidemia bajo las sábanas".

Un estudio realizado en atención primaria en Cuenca analiza la distribución corporal y localización de las úlceras, observando que en su gran mayoría se localizan en el pie, sacro-coxis y trocánter.<sup>3</sup>

Los factores considerados de riesgo para la aparición de una úlcera por presión son muy variados y numerosos y, en numerosas ocasiones, los pacientes presentan varios de ellos. Se pueden dividir en intrínsecos y extrínsecos. Estos factores son los siguientes<sup>2</sup>:

Intrínsecos	Extrínsecos
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Edad: favorece la vulnerabilidad de la piel</li> <li>○ Movilidad reducida</li> <li>○ Alteración de la sensibilidad</li> <li>○ Alteraciones motrices: lesionados medulares</li> <li>○ Incontinencias urinaria y fecal</li> <li>○ Alteración del nivel de la conciencia</li> <li>○ Desnutrición</li> <li>○ Deshidratación</li> <li>○ Enfermedades crónicas: Hipertensión arterial, Diabetes Mellitus</li> <li>○ Septicemia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Presión mantenida que produce un déficit de vascularización con la consiguiente isquemia, necrosis y/o acidosis</li> <li>○ Cizallamiento: combinación de presión y fricción. Deslizamiento originado por el arrastre sobre una superficie</li> <li>○ Fricción: por roce de materiales contra la piel</li> <li>○ Humedad mantenida</li> <li>○ Uso de silla de ruedas</li> <li>○ Jabones</li> <li>○ Soluciones alcohólicas</li> <li>○ Masajes energéticos</li> <li>○ Pliegues y objetos extraños en la ropa</li> <li>○ Medicación</li> <li>○ Iatrogénica</li> </ul>

Existe una gran relación entre las posiciones de los pacientes con movilidad reducida o encamamiento prolongado y la localización de las UPP. De esta forma, se establecen las siguientes relaciones:

- Decúbito supino: talones, sacro, codos, escápulas y zona occipital.
- Decúbito lateral: trocánter, pabellón auricular, codos, parrilla costal, cresta ilíaca, cóndilos y maléolos.
- Decúbito prono: dedos de los pies, zona rotuliana, crestas ilíacas, órganos genitales masculinos, mamas femeninas, parrilla costal, mejilla, codos, pabellón auricular.
- Sentado o Fowler: escápulas, codos, coxis, isquiones, huecos poplíteos, gemelos y talones.<sup>4</sup>

Las UPP pueden clasificarse en grados dependiendo de la profundidad en la que se encuentren afectados tanto la epidermis como el tejido subcutáneo, muscular, así como el óseo.

- **Grado I**

Se produce una alteración sobre la piel íntegra debido a la presión. Se manifiesta mediante una zona eritematosa o enrojecida (tonos morados o azulados en pieles oscuras) que no recupera la coloración normal pasados aproximadamente 30 minutos. Las capas que se encuentran afectadas son la epidermis y la dermis. En comparación con otra área corporal que no se encuentra afectada pueden verse alterados los siguientes aspectos: temperatura (caliente/fría), edema o induración y sensación de dolor o escozor.

- **Grado II**

Este tipo presenta erosiones o ampollas en las que se produce además un desprendimiento de la piel. En este momento ya se ha producido una pérdida de continuidad de la piel afectando a la epidermis y dermis. A diferencia del grado I, estas se encuentran parcial o totalmente destruidas. Además, hay una afectación de la capa subcutánea.

- **Grado III**

En este grado ya es algo profunda, presentando unos bordes más evidentes con una significativa y clara destrucción de la capa subcutánea. Se encuentra afectado el tejido muscular y puede existir necrosis y/o exudación.

- **Grado IV**

Se ha producido una afectación profunda que puede presentar fistulas o trayectos sinuosos con destrucción del tejido muscular, pudiendo afectar al tejido óseo o de sostén (tendón o cápsula articular). Es habitual que presente exudado abundante y necrosis tisular.<sup>5,6</sup>

Los diagnósticos médicos asociados más comunes entre las causas de hospitalización de los adultos mayores (neumonía, infección del tracto urinario (ITU), sepsis y accidente cerebrovascular (ACV)) se asocian a la aparición de úlceras por presión en esta población debido a la inmovilidad y deterioro del estado general que conllevan. Por tanto, esta afección es uno de los síndromes geriátricos que mayor gasto socioeconómico y sanitario puede conllevar, debido a que la presencia de úlceras por presión aumenta alrededor de cinco veces la estancia hospitalaria en comparación con aquellos que no las presentan. Entre otros efectos, incrementan la mortalidad y aumentan el riesgo de complicaciones infecciosas, produciendo un incremento notable de los costes sociosanitarios.<sup>6</sup>

Debido a lo anterior, se puede afirmar que las UPP son costosas, conllevando un gran coste que debe ser soportado por el Sistema Sanitario y por los pacientes. Dependiendo del país representan entre el 0.4% y el 6.6% del gasto sanitario. En Europa y España conlleva el 4% y 5% del gasto sanitario respectivamente. El Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión (GNEAUPP) aporta datos mediante los cuales se estima que el gasto económico en España supera los 600 millones de euros anuales. Mientras que el coste de prevención sería alrededor de 1.7 euros diarios, disponer de los recursos necesarios para curar una úlcera cuesta alrededor de 46 euros diarios.<sup>3,7,8,9</sup>

El tratamiento estándar de las úlceras por presión habitualmente consiste en la limpieza de la misma, desbridamiento (limpieza de tejido desvitalizado) si fuese necesario y la elección de un apósito secundario adecuado según el estado que presente. La limpieza se suele realizar con suero fisiológico salino, aunque bien es cierto que también puede realizarse con una solución jabonosa diluida. Esta se realizará cada vez que se proceda a la curación de la herida.

El desbridamiento puede ser mecánico (mediante la colocación de una gasa humedecida sobre la herida), enzimático (utilización de agentes tópicos que disuelven el tejido necrótico), autolítico (las enzimas del organismo eliminan el tejido necrótico) o bien quirúrgico mediante la utilización de un bisturí o instrumento cortante que ayude a eliminar las escaras.

La elección del apósito secundario es muy importante y depende del estado que presente la úlcera en cada momento. Dentro de las amplias posibilidades que

existen se encuentran los hidrocoloides, foam de espuma, hidrogeles y apósitos de plata, entre otros. Estos se van a elegir dependiendo del exudado de la herida, profundidad, presencia de infección o tipo de desbridamiento que se haya elegido.

Es importante tener en cuenta el estado de la piel perilesional, que puede estar sana o puede encontrarse afectada. En los casos en los que esté afectada se tratará con ungüentos que reviertan la situación.<sup>10,11,12</sup>

Una aplicación poco conocida por los sanitarios para la curación de las lesiones por presión es la utilización de la electroterapia. Esta la aplican los fisioterapeutas, pero en la actualidad no es el tratamiento de elección para hacer frente a este tipo de heridas, si bien puede tener efectos beneficiosos. Los electrodos se pueden disponer de diversas maneras, ya que se pueden colocar tanto en el lecho de la herida como en la piel perilesional u otras zonas del cuerpo. Los parámetros que se manejan en este tipo de tratamiento y los que se van a modificar en función del propósito que se tenga son los siguientes: frecuencia (Hercios, más elevados o más bajos), polaridad (negativa, positiva o mixta), tipo de pulso (monofásico o bifásico), tiempo de pulso (milisegundos) e intensidad (Voltios bajos o altos). La estimulación eléctrica genera un tipo de sensación de hormigueo que en ningún caso debe ser molesto o provocar dolor. Es cierto que esta sensación no es percibida por las personas que padecen lesiones neurológicas que les han provocado pérdida de sensibilidad. En dependencia de la regulación de la intensidad puede provocarse dicha sensación de hormigueo hasta la contracción muscular visible.

El grueso de los trabajos realizados a entender cómo ayuda la estimulación eléctrica al proceso de curación de las heridas y concretamente de las UPP se realizó en la década de 1980. Si bien es cierto que hay muchas teorías sobre cómo interviene, la veracidad y la eficacia de los resultados no están tan claras. Así mismo, no es suficiente el trabajo en los últimos años sobre este campo, por lo que se ha decidido incidir en ello. Los investigadores han mostrado que la estimulación eléctrica tiene efectos sobre las cuatro fases de la curación de las UPP, que son las fases inflamatoria, proliferativa, de epitelización y de remodelación. La mayoría de los estudios proponen que este estímulo eléctrico aumenta el flujo sanguíneo del área afectada, además de aumentarlo en la piel perilesional. La forma que tiene de intervenir en este proceso es que logra aumentar la proliferación y flujo

de células que resultan decisivas para las fases inflamatoria y proliferativa, o promover la oxigenación de los tejidos y la reducción del edema. Además, influye en el aumento de los factores de crecimiento epidérmico y de sus receptores. Algunos autores han investigado sobre el efecto bactericida de la estimulación eléctrica en las heridas obteniendo efectos positivos sobre la misma, hecho que ayuda a la cicatrización.

Otro de los efectos que puede tener la estimulación eléctrica, además de promover la curación, es la prevención, aspecto muy importante para la salud de las personas. La forma en la que influye sobre este aspecto es mediante los efectos que puede provocar sobre las propiedades musculares. En personas con patologías neurológicas, como por ejemplo en aquellas que presentan parálisis o paresia de alguna extremidad, la contracción de diversos músculos previene la atrofia que provoca heridas por alteración en la función y propiedades del músculo. Asimismo, la hipertrofia que genera la estimulación eléctrica hace que se pueda distribuir mejor la presión sobre zonas que puedan resultar vulnerables a las úlceras por presión con la sedestación y decúbito prolongados, como por ejemplo las tuberosidades isquiáticas. No obstante este último efecto no está respaldado lo suficiente por la evidencia científica como para afirmar que sus resultados son beneficiosos.<sup>1,13,14</sup>

### **Justificación**

Esta patología, conocida particularmente como "epidemia bajo las sábanas", se ha ligado a la profesión de enfermería para abordar el proceso completo de su curación. No es ampliamente conocido ni utilizado el uso de la electroterapia para la curación de las heridas, en este caso lesiones por presión. De esta forma, existe un campo en el que la fisioterapia puede ayudar a la curación de las mismas y que no debería de perder, ya que las posibilidades y beneficios están demostrados, debido a que hay más de un tipo de corriente que podría resultar adecuada para tratar esta patología.

Debido a que la evidencia científica sobre el uso de la estimulación eléctrica como terapia coadyuvante en el proceso de curación de las úlceras por presión es insuficiente, el mejor método para descubrir si dicha estimulación interviene en los procesos de curación, además del flujo sanguíneo y efecto bactericida es la revisión sistemática. Concretamente, el tipo de corriente que se va a investigar es la corriente galvánica, ya que parece ser que se trata de aquella que tiene un

efecto mayor sobre los diferentes aspectos fisiológicos, además de que a priori es la que mejores resultados obtiene.

## OBJETIVOS

Los principales objetivos que fueron estudiados fueron la valoración de la curación de la herida, considerándolo como el cambio en el tamaño de la superficie de la úlcera hasta el cierre completo si fuera posible, medidas de reducción de la gravedad de la úlcera, así como el número de úlceras curadas de forma completa posterior al tratamiento, además de las complicaciones y reacciones de la aplicación de la corriente.

Como objetivos y resultados secundarios se evaluó el tiempo empleado hasta llegar a la curación si fue incluido en los estudios analizados, el impacto económico que conlleva este tipo de heridas, hábitos que favorecen la aparición de úlceras y empeoramiento del estado de la úlcera durante el tratamiento, además del cambio en el flujo sanguíneo a la herida.

## METODOLOGÍA

### PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN: **FÓRMULA PICO**

- ¿Es realmente efectiva la aplicación de la corriente galvánica en la curación de las úlceras por presión?

Pacientes (P): Sujetos mayores de edad con al menos una úlcera por presión.

Intervención (I): Aplicación de corriente galvánica en sus posibles combinaciones de parámetros.

Comparación (C): Se compara con la eficacia del tratamiento estándar de las úlceras por presión o uso de corriente placebo.

Outcomes (O): Los resultados principales se fijan en la curación de las úlceras por presión, reducción de la gravedad y tiempo empleado hasta su completa curación.

### **Tipo de estudio**

Esta revisión sistemática incluye estudios controlados aleatorizados (ECA) publicados, sin distinción del lenguaje de la publicación. Se han incluido estudios en los cuales hay dos grupos paralelos simultáneos, un grupo de intervención en el que se comprueba la eficacia de la aplicación de la corriente galvánica y un

grupo control que recibe corriente galvánica simulada, tratamiento convencional de las úlceras por presión, o ambos. El resumen de los criterios de exclusión utilizados y el proceso sistemático por el cual se llega a los estudios incluidos en la revisión puede observarse en el diagrama de flujo.

### **Tipo de participantes**

Los estudios sin distinción de género con sujetos en el grupo de intervención mayores de 18 años que padecen al menos una úlcera por presión se consideraron aptos para la inclusión en esta revisión. Las úlceras que se incluyen en esta revisión son definidas como úlceras abiertas, es decir, a partir de grado II, con una lesión del espesor total de la piel, causadas por la presión o decúbito o agentes externos como la fricción o cizallamiento. Se excluyeron estudios en los que los sujetos solamente presentaban otro tipo de herida (como úlceras del pie diabético, úlceras arteriales/venosas o heridas de la piel que no fuesen úlceras). Si esto no fuera posible y los sujetos de los estudios presentaran diversos tipos de heridas de la piel, se incluyeron solamente aquellos en los que al menos el 75% presentaran úlceras por presión.

### **Tipo de intervención**

Se incluyeron estudios que determinaron la efectividad del uso de la corriente galvánica/monofásica pulsátil para tratar úlceras por presión. Así mismo, se incluyeron aquellos que compararon el uso de la corriente galvánica, añadido o no al cuidado estándar de las úlceras por presión, con aquellos que emplearon corriente galvánica simulada / placebo o cuidado estándar. Todas las posibles combinaciones de frecuencia, amplitud, duración del pulso y voltaje fueron evaluadas, analizando las posibles reacciones que se pudiesen provocar por el uso de la corriente sobre la piel.

El cuidado estándar de las úlceras por presión que se refleja en los estudios seleccionados se refiere a medidas de alivio de la presión, cambios posturales establecidos por horas, cuidado nutricional, suplementos alimenticios y curas con ungüentos y apósitos específicos para las heridas.

## **Fuentes de datos**

La búsqueda electrónica se realizó utilizando las siguientes bases de datos: Pubmed, Enfispo, PEDro, SportDiscus, Medline, The Cochrane Library, Scopus Sciende Direct y Web Of Science. No se utilizó filtro de búsqueda con respecto al año de publicación de los artículos, si bien es cierto que se intentó no incluir aquellos estudios aleatorizados cuya fecha de publicación fuese demasiado elevada. Sí se utilizó filtro de búsqueda para la obtención del texto completo. Por otro lado, se intentó que la calidad metodológica de los estudios incluidos fuese adecuada, por lo que mediante la escala PEDro se determinó una puntuación mínima de 5 para la inclusión de los ensayos controlados aleatorizados en la revisión.

Las palabras clave que se utilizaron para la búsqueda en cada una de las bases de datos fueron las siguientes: en relación a las úlceras por presión *pressure ulcer*, *decubitus ulcer*, *wound healing*, *pressure injury* y *chronic ulcer*. Por otro lado, en relación al tratamiento *pulsed current*, *HVPC*, *high voltage pulsed current*, *electrical stimulation*, *electrostimulation*, *direct current* y *galvanic*.

La "Literatura Gris" (artículos no publicados en las revistas electrónicas) se identificó a través de Google Scholar.

Además, se contactó con los autores de los estudios incluidos para la posible inclusión de más artículos relacionados en la revisión sistemática.

Términos y estrategia de búsqueda por Bases de Datos:

- **Pubmed**

("'pressure ulcer'" OR "'decubitus ulcer'" OR "'pressure injury'" OR "'chronic ulcer'") AND ("'pulsed current'" OR "'HVPC'" OR "'high voltage pulsed current'" OR "'electrical stimulation'" OR "'electrostimulation'" OR "'direct current'" OR "'galvanic'")

2172 referencias

- **Enfispo**

("'Úlcera por presión'")

3 referencias

- **PEDro**

Mediante una búsqueda avanzada. En palabra therapy "electrotherapy, heat and cold" y en problem " skin lesion, wound, burn" combinados por el operador booleano AND

269 referencias

- **SportDiscus**

("pressure ulcer" OR "decubitus ulcer" OR "pressure injury" OR "chronic ulcer") AND ("pulsed current" OR "HVPC" OR "high voltage pulsed current" OR "electrical stimulation" OR "electrostimulation" OR "direct current" OR "galvanic")

129 referencias

- **Medline**

("pressure ulcer" OR "decubitus ulcer" OR "pressure injury" OR "chronic ulcer") AND ("pulsed current" OR "HVPC" OR "high voltage pulsed current" OR "electrical stimulation" OR "electrostimulation" OR "direct current" OR "galvanic")

1877 referencias

- **The Cochrane Library**

("pressure ulcer" OR "decubitus ulcer" OR "pressure injury" OR "chronic ulcer") AND ("pulsed current" OR "HVPC" OR "high voltage pulsed current" OR "electrical stimulation" OR "electrostimulation" OR "direct current" OR "galvanic")

571 referencias

- **Scopus**

("pressure ulcer" OR "decubitus ulcer" OR "pressure injury" OR "chronic ulcer") AND ("pulsed current" OR "HVPC" OR "high voltage pulsed current" OR "electrical stimulation" OR "electrostimulation" OR "direct current" OR "galvanic")

361 referencias

- **Science Direct**

("pressure ulcer" OR "decubitus ulcer") AND ("electrotherapy")

396 referencias

- **Web Of Science**

(‘ulcer AND electrotherapy’)

38 referencias

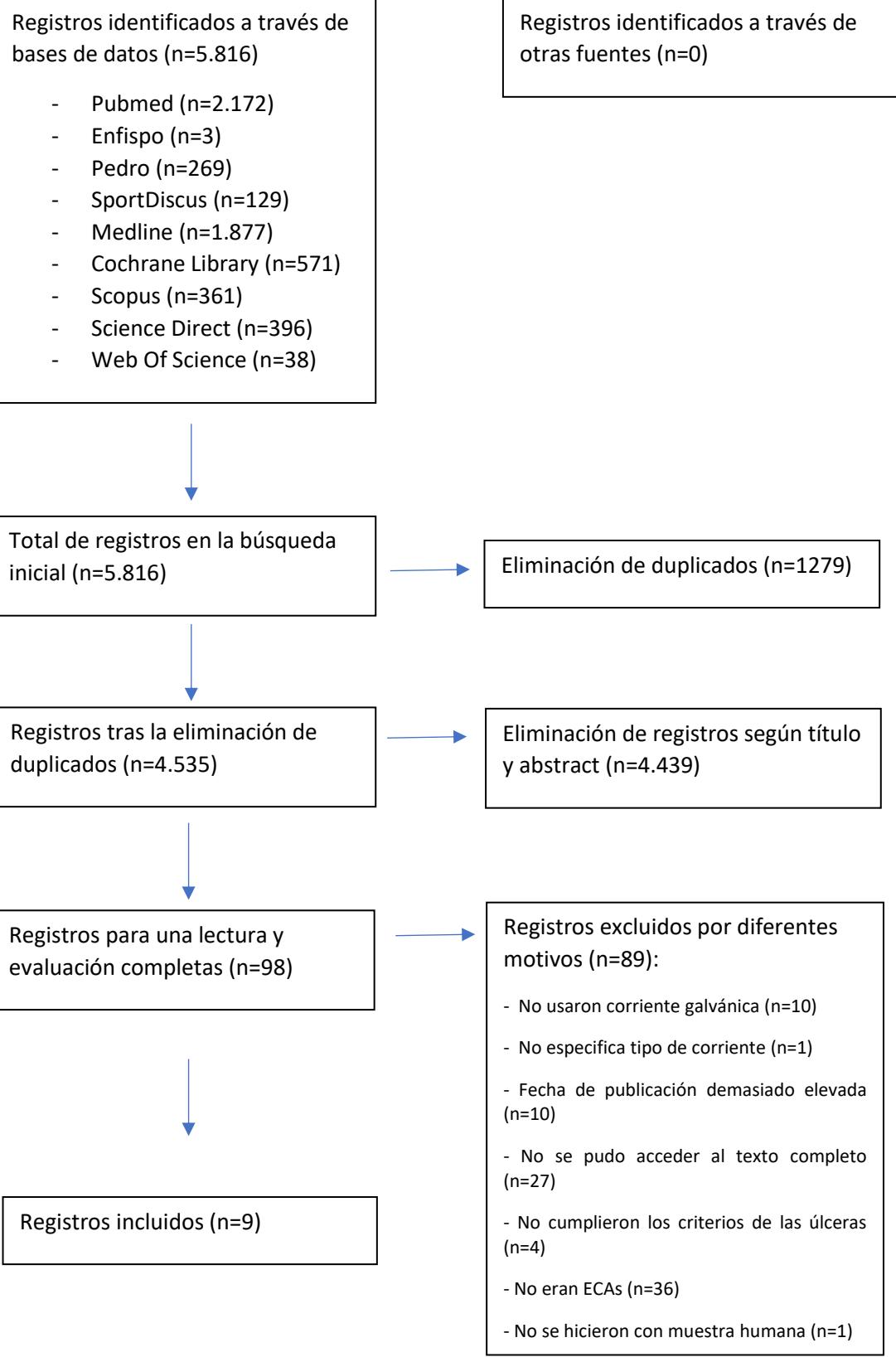
### **Selección de estudios**

Una vez realizada la búsqueda inicial global de las referencias, se procede a seguir las directrices PRISMA<sup>15</sup> para la inclusión de los estudios que finalmente se evaluarán.

Del total de las referencias, se realiza un primer cribado que consiste en la eliminación de los documentos duplicados.

Tras la eliminación de estas referencias, se procede a un segundo proceso de cribado más incisivo, en el cual se lleva a cabo una lectura del título y, en el caso de que deje lugar a dudas, del abstract o resumen, para terminar de decidir la inclusión en la siguiente fase del proceso o la eliminación de la referencia.

Una vez llegados a este punto, queda la lectura de los textos de forma completa para la decisión final de inclusión en la revisión o descarte. Para ello es necesario tener en cuenta los criterios de inclusión y exclusión establecidos con anterioridad. En este caso, el motivo por el que se excluyeron los estudios que finalmente no fueron incluidos en la revisión consistían principalmente en el no uso de la corriente galvánica como método de electroterapia, no disponer de acceso al texto completo, una fecha de publicación excesivamente elevada (por encima de los 20 años en algunos casos), estudios que no fueron aleatorizados (ECA) y aquellos en los que no se llevó a cabo sobre humanos.



## **Evaluación de la calidad metodológica**

La calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados utilizados en la presente revisión se evaluó mediante la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Esta fue desarrollada por Verhagen et al en 1998 para evaluar la calidad de los estudios experimentales y se encuentra traducida y validada al castellano.<sup>16</sup>

Consiste en 11 ítems que se responden con un SÍ cuando el ítem se encuentra claramente identificado en el estudio, con un NO cuando se evidencia la no presencia del aspecto evaluado a lo largo del artículo e IN cuando el ítem evaluado no se observa claramente a lo largo del estudio, por lo que resulta incierto comprobarlo.

El primer ítem (criterios de inclusión) evalúa la validez externa del estudio, mientras que los 10 ítems restantes evalúan la validez interna del estudio. Los ítems que incluye la escala pueden verse en la Tabla 1.<sup>17</sup>

Así, se puede evaluar la calidad de cada artículo en función de la puntuación que obtenga en la escala PEDro. De esta forma, tendrán una calidad metodológica excelente aquellos con una puntuación de 9-11, buena aquellos con una puntuación de 6-8, justa aquellos que obtengan una puntuación de 4-5 y pobre si es menor a 4.

Tabla 1. Escala PEDro de calidad metodológica

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Adunsky et al, 2005	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	8
Ahmad et al, 2008	SI	SI	IN	SI	IN	IN	IN	IN	NO	SI	SI	5
Houghton et al, 2010	SI	SI	SI	SI	NO	IN	SI	SI	SI	SI	SI	9
Franek et al, 2011	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	6
Franek et al, 2012	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	IN	SI	SI	5
Polak et al, 2016	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	9
Karsli et al, 2017	SI	SI	SI	SI	NO	IN	NO	NO	NO	SI	SI	6
Polak et al, 2017	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	9
Polak et al, 2018	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	8

Términos evaluados: (1): Especificación de los criterios de elección, (2): Asignación aleatoria, (3): Ocultación de la asignación, (4): Grupos homogéneos, (5): Cegamientos de los participantes, (6): Cegamientos de los terapeutas, (7): Cegamiento de los evaluadores, (8): Seguimiento adecuado, (9): Análisis por intención de tratar, (10): Comparación estadística entre grupos, (11): Variabilidad

## RESULTADOS

Los resultados de las intervenciones de los artículos seleccionados en la presente revisión se pueden ordenar en base a distintos parámetros y similitudes que se encuentran en ellos. Así mismo, se puede generar una subdivisión de la información recogida en la tabla 2, en la que se expondrán las principales características de los estudios.

De esta forma, la evaluación principal de los resultados se realiza según la reducción del área total de la úlcera, pudiendo organizarse de la siguiente manera:

### **Polaridad**

En los 9 estudios revisados lo más habitual fue la alternancia de la polaridad. De esta forma, 7 de ellos utilizan polo positivo y negativo alternándolos a intervalos diferentes, 1 utilizó polaridad negativa y 1 no refirió la polaridad utilizada.

**Adunsky (2005)<sup>18</sup>** no refiere la polaridad en su estudio.

Por otro lado, **Ahmad (2008)<sup>19</sup>** utiliza el electrodo negativo sobre el propio lecho de la úlcera, mientras que el electrodo dispersante fue el positivo. Esto lo realizó durante los tres primeros días del tratamiento, momento en el cual cambió la polaridad, siendo el electrodo activo sobre el lecho de la úlcera el positivo. De esta forma se mantuvo hasta que la úlcera cerró o bien se alcanzó una fase de meseta en la curación y no progresó. En este último supuesto se volvió a cambiar la polaridad durante los siguientes 3 días repitiendo el proceso.

**Houghton (2010)<sup>20</sup>** utilizó inicialmente una polaridad negativa (estimulación catódica) en el electrodo activo (el que se colocó sobre la úlcera), alternándola cada semana.

En las primeras dos semanas y con el objetivo de limpiar las úlceras de tejido no viable o no deseado, **Franek (2011)<sup>21</sup>** utilizó una polaridad negativa (estimulación catódica). A partir de este momento y hasta el final del tratamiento, es decir, las siguientes cuatro semanas, se cambió la polaridad y se llevó a cabo una estimulación anódica. En su estudio de 2012<sup>22</sup> procedió de forma muy similar, de tal manera que durante las primeras una o dos semanas llevó a cabo una

estimulación catódica para promover la granulación, seguido de estimulación anódica hasta el final del tratamiento.

Sin seguir el patrón anterior, en el estudio de **Karsli (2017)**<sup>24</sup> se cambió la polaridad negativa del electrodo activo a intervalos semanales.

En los estudios de **Polak**<sup>23,25,26</sup> se utilizan ambas polaridades, positiva y negativa, ya que los grupos de tratamiento fueron varios y se compararon con el grupo control mediante estimulación anódica (polaridad positiva) y catódica (polaridad negativa). Sin embargo, no en todos sus estudios se sigue este protocolo. Por ejemplo, en el estudio de 2016<sup>23</sup> únicamente utilizó estimulación catódica (polaridad negativa), mientras que el de 2017<sup>25</sup> combinaba catódica más anódica en uno de sus grupos de intervención.

### **Colocación de los electrodos**

De los 9 estudios revisados, en 1 se colocaron ambos electrodos en la zona perilesional íntegra y en 7 colocaron el electrodo activo sobre la úlcera. De estos, 5 colocaron el electrodo dispersante a 20 cm de la úlcera, 1 sobre el muslo y 1 no especifica la colocación del mismo. Finalmente, 1 no especificó la colocación de los electrodos, tanto activo como dispersante.

En el estudio de **Adunsky (2005)**<sup>18</sup> los electrodos se colocaron en la zona perilesional, donde la piel está íntegra. Por el contrario, **Ahmad (2008)**<sup>19</sup> colocó un papel de aluminio de mayor tamaño al de la úlcera sobre la misma, conectado al polo negativo. Este electrodo se colocó sobre una gasa humedecida con solución salina. El otro electrodo se colocó sobre la zona medial del muslo (electrodo dispersante).

En la mayoría de los casos, **Houghton (2010)**<sup>20</sup> colocó un electrodo directamente sobre la úlcera y otro dispersante más largo, con la condición de que al menos estuviera separado 20 centímetros de la úlcera y la piel estuviera íntegra. En algunos casos se emplearon electrodos autoadhesivos sobre la piel perilesional.

**Franek (2011)**<sup>21</sup> colocó el electrodo activo en el lecho de la úlcera sobre una gasa humedecida con una solución salina, mientras que el electrodo de retorno o dispersante fue colocado en la piel íntegra, sin especificar distancia de la herida. Sin embargo, en el estudio realizado un año más tarde<sup>22</sup>, sí especificó que el

electrodo de retorno o dispersante se localizaba al menos a 20 centímetros de la úlcera, tanto proximal como distal, dependiendo de la localización. Por lo tanto, el procedimiento es similar al utilizado por los anteriores dos autores.

**Karsli (2017)**<sup>24</sup> no refiere la colocación de los electrodos en su estudio.

Por último, **Polak** tiene una forma similar de proceder en sus estudios en cuanto a la colocación de los electrodos se refiere, al igual que algunos de los autores ya mencionados. En sus tres estudios<sup>23,25,26</sup> colocó el electrodo activo sobre la úlcera (separado de la piel por una gasa estéril impregnada en solución salina), mientras que el dispersante se colocó sobre la piel íntegra al menos a 20 cm de distancia de la úlcera. Además, todos los electrodos en sus estudios fueron del mismo tamaño (5 x 10 cm para el electrodo activo y 10 x 10 cm para el dispersante).

## **Parámetros de corriente**

El estudio de Adunsky (2005)<sup>18</sup> no muestra los parámetros de corriente galvánica que se utilizaron, entendiendo como parámetros los referentes a Hercios (Hz), voltaje (V) y tiempo de pulso en microsegundos.

### **1. Según Hercios**

Se establecen dos grupos perfectamente diferenciados. En primer lugar, aquellos que utilizan en sus estudios una frecuencia de 100 Hz. Entre ellos se encuentran los estudios de Houghton (2010)<sup>20</sup>, Franek (2011)<sup>21</sup>, Franek (2012)<sup>22</sup>, Polak (2016)<sup>23</sup>, Karsli (2017)<sup>24</sup>, Polak (2017)<sup>25</sup>, Polak (2018)<sup>26</sup>.

Sin embargo, el único estudio que utilizó una corriente con una frecuencia diferente es el de Ahmad (2008)<sup>19</sup>. En este caso se empleó una corriente a 120 Hz de frecuencia.

Respecto al área total de la úlcera tras la duración del estudio, debe destacarse que ninguna de las úlceras de los pacientes incluidos en el grupo de tratamiento experimentó un aumento de la misma cuando se trató con una frecuencia de 120 Hz.

En el estudio de **Houghton (2010)**<sup>20</sup> la disminución media en el área total fue de un 70 +/- 25% en el grupo tratamiento (un 35% mayor que en el grupo control), mientras que en el estudio de **Franek (2011)**<sup>21</sup> puede observarse una reducción del área total de un 85.38% (en el grupo control fue un 40.08%). También es importante destacar que en el estudio de **Houghton (2010)**<sup>20</sup> las úlceras de mayor grado redujeron su área en un 50 % un total de un 80% en el grupo de tratamiento, por un 36% en el grupo control al final del estudio.

Al año siguiente, **Franek (2012)**<sup>22</sup> mediante 7 mediciones a lo largo de su estudio evidenció una reducción significativa del área total de la úlcera, además de las variables dimensión lineal (longitud y ancho) y volumen. El área en el grupo de tratamiento experimentó una reducción en cm<sup>2</sup> de 4.54 a 0.79, mientras que en el grupo control fue de 3.97 a 2.67.

En la primera semana de intervención del estudio de **Polak (2016)**<sup>23</sup> la reducción del área total de las úlceras fue de un 35%, mientras que en el grupo control fue un 17.07%, reducción que se mantuvo durante dos semanas más. A la semana 4 ya era un 71.64% en el grupo de tratamiento frente a un 44% en el grupo control, aunque no fue estadísticamente significativo (P=0.064). La sexta y última medida mostró una reducción del 80.31% en el grupo de tratamiento frente a un 54.65% en el grupo control.

**Karsli (2017)**<sup>24</sup> mostró una reducción del área total de la úlcera de un 43% desde la medida tomada antes de comenzar el estudio (25cm<sup>2</sup>) hasta la siguiente al finalizar (17 cm<sup>2</sup>).

En el estudio realizado por **Polak (2017)**<sup>25</sup> se evidenció una reducción del porcentaje del área total de la úlcera de un 82.34% en el grupo que recibió estimulación catódica, 70.77% en el grupo que recibió estimulación catódica más anódica y del 40.53% para el grupo control o placebo. Estos resultados se pueden comparar con los del año siguiente, donde tras 8 semanas de tratamiento, **Polak (2018)**<sup>26</sup> demostró que se necesitaron 4.30 semanas de tratamiento para reducir el tamaño de la úlcera a la mitad en el grupo que recibió estimulación anódica, 3.86 semanas en el grupo catódico y 9.86 semanas en el grupo control. Al finalizar el estudio, el porcentaje de reducción del área de la úlcera fue de un 64.10% en el grupo anódico, 74.06% en el grupo catódico y de un 41.42% en el grupo control. En ambos estudios se demuestran unos resultados para el grupo catódico

estadísticamente significativos respecto al grupo control y resultados significativos del grupo catódico más anódico respecto al grupo control.

En cuanto al cierre o curación total de las úlceras, todas las úlceras de grado II del estudio de **Houghton (2010)**<sup>20</sup> cicatrizaron de forma completa.

En el estudio de **Franek (2011)**<sup>21</sup> consiguieron su curación total el doble de úlceras en el grupo tratamiento respecto al control (8 vs 4). La cicatrización de las heridas en ambos grupos fue constante, pero fue más significativa y estable en el grupo de tratamiento.

Así mismo, **Polak (2017)**<sup>25</sup> demostró que el porcentaje de úlceras cicatrizadas en el grupo catódico respecto al catódico más anódico fue similar (47.83% vs 45% respectivamente), mientras que en el grupo control no se consiguió la curación completa de ninguna úlcera. Un año más tarde **Polak (2018)**<sup>26</sup> volvió a utilizar la misma corriente a 100 Hz con grupo catódico y catódico más anódico, evidenciando un cierre completo del 20% de las úlceras en el grupo catódico más anódico, 33% en el grupo catódico y 10% en el grupo control.

Para finalizar y como se ha comentado con anterioridad, **Ahmad (2008)**<sup>19</sup> utilizó una corriente a 120 Hz de frecuencia en su estudio, con la cual se consiguió una reducción significativa del área de la herida de los grupos de tratamiento respecto al grupo control tanto a las tres semanas como a las cinco semanas de comenzar el tratamiento.

## 2. Según voltaje

Todos los estudios utilizan voltajes inferiores a la contracción muscular visible (50-175 V). No obstante, la mayoría de ellos utilizan un voltaje igual o superior a 100 V.

El estudio de **Adunsky (2005)**<sup>18</sup> fue el único en el que no se especificó este parámetro.

Por otra parte, **Houghton (2010)**<sup>20</sup> y **Karsli (2017)**<sup>24</sup> utilizaron un voltaje que oscilaba entre los 50 y los 150 V.

### 3. Según el tiempo de pulso

En este apartado se encuentran varios grupos de estudios. En primer lugar, aquellos que utilizan un tiempo de pulso inferior a 50 microsegundos. Estos son los de **Adunsky (2005)<sup>18</sup>**, **Ahmad (2008)<sup>19</sup>** y **Houghton (2010)<sup>20</sup>**.

Por otro lado, se encuentran aquellos que utilizan un tiempo superior a 50 microsegundos. Entre ellos se encuentran los estudios de **Franek (2011 y 2012)<sup>21,22</sup>** y **Polak (2016, 2017 y 2018)**.<sup>23,25,26</sup>

Por último, **Karsli (2017)<sup>24</sup>** utiliza una combinación del tiempo de pulso de 10-50-100 microsegundos.

### **Duración del tratamiento**

Cabe destacar que este ítem presenta una gran variabilidad, donde se ve claramente las diferencias entre autores.

En cuanto a la duración total del tratamiento se refiere, los estudios oscilaban desde las 4-5 semanas como mínimo de intervención (este fue el caso de Ahmad (2008)<sup>19</sup> o Karsli (2017)<sup>24</sup>) hasta los 3 meses en el caso de Houghton (2010)<sup>20</sup>. Sin embargo, la mayoría de los mismos duraron entre 6-8 semanas. En algunos casos, como en el de Adunsky (2005)<sup>18</sup>, se realizó un seguimiento posterior al tratamiento, que en este caso fue de 12 semanas. No obstante, la mayoría de los estudios no realizaron un periodo de seguimiento tras el tratamiento. Además, en estudios como los de Karsli (2017)<sup>24</sup> y Polak (2018)<sup>26</sup> no hubo un momento claro de fin de tratamiento, sino que oscilaron entre 4 y 12 semanas el primero y hasta un máximo de 8 semanas el segundo.

### **Reacciones adversas de la corriente**

En los 9 estudios se observa que en su mayoría no se produjeron efectos secundarios graves a la aplicación de la corriente directa. Además, en aquellos en los que se produjeron, fueron casi todos leves e incluso mejoraron con la reducción el voltaje de la corriente. Solamente ocurrió un caso de alucinaciones durante la aplicación de la corriente.

**Franek**, en sus estudios de 2011<sup>21</sup> y 2012<sup>22</sup>, no reportó efectos adversos. No obstante, defiende que la aplicación de la corriente monofásica pulsada es segura siempre y cuando se instruya al personal que la proporciona. **Ahmad (2008)**<sup>19</sup>, **Karsli (2017)**<sup>24</sup> y **Polak (2016, 2017, 2018)**<sup>23,25,26</sup> tampoco muestran efectos adversos en sus estudios.

Por el contrario, algunos sí refieren reacciones adversas al tratamiento con estimulación eléctrica. Este es el caso de **Adunsky (2005)**<sup>18</sup>, quien refiere dos efectos adversos diferenciados. El primero de ellos se corresponde con la hipergranulación que sufrieron dos pacientes jóvenes del grupo de tratamiento. El segundo de ellos se trata de la reacción local de la piel a la pomada de sulfadiazina colocada en la zona perilesional, probablemente debido a la interacción de los iones de plata de dicha pomada con el efecto de la corriente.

**Houghton (2010)**<sup>20</sup> aclaró que las reacciones adversas fueron escasas. Aun así, describió algunos casos de rubor, rojez y picazón después del tratamiento. Incluso presentó un paciente con persistencia del área tratada enrojecida y ligeramente quemada debajo del electrodo tras el tratamiento, aunque el proceso se resolvió en las siguientes 48 horas al bajar la intensidad de la corriente. Sin embargo, fue raro el caso de un sujeto que presentó mareos y alucinaciones mientras recibía el tratamiento.

### **Objetivos secundarios**

Los objetivos secundarios son otro punto clave de estudio a tener en cuenta en esta revisión. En este apartado se analizan la media de días para la curación de las úlceras, hábitos que favorecen el empeoramiento de las mismas, así como el aumento de tamaño durante el estudio y el cambio en el flujo sanguíneo mediante la aplicación de la corriente.

En cuanto a la media de días necesaria para la curación completa de las úlceras, **Adunsky (2005)**<sup>18</sup> muestra que fue de 89.7 para el grupo control y 63.4 para el grupo de tratamiento. Por otra parte, **Houghton (2010)**<sup>20</sup> estableció este promedio en 136.4 días. Además, el 75% de las úlceras del grupo de tratamiento mejoraron su aspecto después de los 3 meses de intervención.

**Karsli (2017)**<sup>24</sup> estableció una relación entre el hábito tabáquico y el empeoramiento de las úlceras en el estudio. El 51.7% de los sujetos eran fumadores y se observó una desventaja en la curación de las úlceras, viéndose dañada por hipoxia y daño en la tolerancia de los tejidos, provocando un tiempo de recuperación mayor.

**Polak**<sup>23,25,26</sup> no encontró en sus estudios ninguna úlcera que aumentara su tamaño durante la intervención en el grupo de tratamiento, pero sí en el grupo control.

También estudió el cambio en el flujo sanguíneo tras la aplicación de la terapia eléctrica. El aumento del mismo a las 4 semanas fue del 89.30% para el grupo anódico más catódico, 88.25% para el grupo catódico y 34.53% para el grupo control.

Para concluir, una correlación positiva entre el flujo sanguíneo en las semanas 2 y 4 de tratamiento y el porcentaje de reducción del área total de la úlcera en las semanas 2 y 4, así como entre las semanas 4 y 8, indican una relación positiva entre mayor flujo sanguíneo y un tamaño menor de la úlcera. Por el contrario, no se pudo establecer una correlación positiva para el grupo control entre el flujo sanguíneo en la semana 4 y el tamaño de la úlcera en las semanas 4 a 8.

<b>Autor, año</b>	<b>Muestra</b>	<b>Intervención</b>	<b>Comparación</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Resultados</b>
Adunsky, 2005	63 sujetos (26 hombres y 37 mujeres) mayores de 18 años con úlceras por presión Grado III de mínimo 30 días de evolución, asignados al azar a grupo control y grupo de tratamiento	Tratamiento de 8 semanas, seguido de 12 semanas de seguimiento. Durante los primeros 14 días fueron 3 sesiones diarias de 20' de tratamiento; después, 2 diarias. El grupo control recibió tratamiento conservador y corriente simulada. El grupo de tratamiento recibió la electroestimulación además de tratamiento conservador	Se compara el uso del tratamiento con corriente directa (DDCT) con la corriente simulada y el tratamiento conservador (desbridamiento quirúrgico, apósitos hidrocoloides)	El objetivo es medir la curación completa de las úlceras (porcentaje a día 147 (fin de seguimiento)) y la velocidad de cierre de la misma	En el grupo de tratamiento, el área media (en cm <sup>2</sup> ) de la úlcera fue 16.09 (día 0), 11.15 (día 57) y 2.53 (día 147). En el grupo control fue 17.42 (día 0), 16.7 (día 57) y 2.88 (día 147). Al final del seguimiento (día 147), en el grupo de tratamiento el 25.7% de las úlceras cerraron con una media de 63.4 días. En el grupo placebo el 35.7% de las úlceras cerraron, pero con una media de días mayor que en el grupo de tratamiento (89.7).
Ahmad E.T, 2008	60 sujetos (hombres y mujeres) de entre 30-50 años con úlceras por presión Grado II asignados al azar a tres grupos de tratamiento y un grupo control	El estudio duró 5 semanas. Los grupos de tratamiento fueron 3. El grupo 1 recibió HVPC 45'/ 7 días de la semana; grupo 2 60'/7 días de la semana; grupo 3 120'/ 7 días de la semana. Los parámetros fueron: frecuencia de 120 Hz, intervalo de 50 microseg y voltaje inferior a la contracción muscular visible (100-175 V). El grupo control recibió HVPC simulada 45'/ 7 días de la semana y tratamiento convencional	Se compara el uso de la corriente galvánica con la corriente simulada y los tratamientos convencionales (en este caso vendaje húmedo e hidromasaje 4/5 veces por semana)	Mide el área de superficie (WSA) curada y la velocidad de cicatrización. El valor de la superficie de la herida se midió antes de la intervención (pre), tres semanas (post 1) y cinco semanas (post 2)	El grupo 1 experimentó una reducción de WSA (en cm <sup>2</sup> ) de 7.12 a 5.10. El grupo 2 de 7.12 a 0.60. El grupo 3 de 7.14 a 0.64. El grupo control experimentó una reducción de WSA (en cm <sup>2</sup> ) de 7.21 a 5.39. A las 3 semanas hubo diferencia significativa entre grupos de intervención y control; G2 vs G1; G3 vs G1 y G2 vs G3. A las 5 semanas igual, excepto que no hubo reducción significativa en G3 vs G2

Autor, año	Muestra	Intervención	Comparación	Outcomes	Resultados
Houghton, 2010	34 sujetos mayores de 18 años con lesión medular y úlceras por presión Grado II-IV presentes durante al menos 3 meses, asignados al azar a grupo de tratamiento o grupo control	3 meses de tratamiento y posterior evaluación de 4 meses de promedio. Todos los participantes recibieron cuidado estándar de las úlceras. El grupo de tratamiento, además, recibió corriente pulsada de alto voltaje en el lecho de la úlcera. Los parámetros fueron 20' a 100 Hz con duración de pulso de 50 microseg, 20' a 10 Hz y otros 20' fuera del ciclo cada hora, durante 8 horas/día (habitualmente por la noche) todos los días, durante 3 meses	Compara el uso de la corriente galvánica, en concreto la HVPMC junto con el cuidado estándar de las úlceras, con únicamente el uso de tratamiento convencional (manejo de la presión, aporte nutricional y variedad de apósticos en función del estado de la úlcera)	Mide la reducción porcentual del área de superficie de la herida a los 3 meses de tratamiento y una posterior evaluación para observar si han cerrado o se han producido nuevas úlceras. También la proporción de úlceras que mejoraron o cicatrizaron, además de los cambios en la apariencia en la úlcera al final de los 3 meses	La reducción del área de superficie fue significativamente mayor en el grupo de tratamiento (70%) que en el grupo control (36%). Ninguna de las úlceras del grupo de tratamiento empeoró ni aumentó de tamaño, mientras que en el grupo control sí (4 aumentaron de tamaño). El 80% de las úlceras de mayor grado disminuyeron al 50% en el grupo de tratamiento, mientras que un 36% lo hizo en el grupo control. Con el posterior seguimiento se observó que 6/10 personas cuyas úlceras no cerraron después de 3 meses de tratamiento decidieron continuar con la intervención y todas cerraron menos una
Franek, 2011	58 sujetos (30 hombres y 28 mujeres) con úlceras por presión en Grados II y III, asignados al azar a grupos A y B, cada uno de 29 sujetos	6 semanas de tratamiento. El grupo de tratamiento recibió corriente monofásica pulsada con los siguientes parámetros: 100 Hz, 100 V. Se realizaron sesiones de 50 minutos, 5 días por semana. 2 semanas de estimulación catódica y 4 semanas de estimulación anódica. El grupo control solamente recibió tratamiento convencional con fármacos, ungüentos y apósticos	Se compara el uso de la corriente galvánica con el tratamiento convencional con fármacos, ungüentos y apósticos	Mide el cambio del área y volumen de la herida; área con tejido de granulación, longitud, ancho y volumen antes y después del tratamiento en los dos grupos	En el grupo de intervención 8/29 úlceras cerraron por completo, mientras que en el grupo control 4/29 lo hicieron. El cambio relativo del área total en el grupo intervención fue de un 85.38%, mientras que en el grupo control fue un 40.08%. El proceso fue más constante y significativo en el grupo de intervención, aunque los cambios no demostraron una diferencia estadísticamente significativa ( $P=0.07$ )

<b>Autor, año</b>	<b>Muestra</b>	<b>Intervención</b>	<b>Comparación</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Resultados</b>
Franek, 2012	50 sujetos de entre 14 y 88 años (las edades del grupo de tto fueron entre 19 y 87 años) con úlceras por presión Grado II-III en extremidades inferiores, asignados al azar a grupo de tratamiento y grupo control	Tratamiento y seguimiento de 6 semanas. El grupo de tratamiento recibió corriente monofásica con parámetros 100-150 V, 100 microseg y 100 Hz, durante 50 minutos al día, 5 días/semana; además de tratamiento tópico con ungüentos y apósticos. El grupo control recibió tratamiento convencional	Se compara el uso de la corriente galvánica con el tratamiento convencional con ungüentos y apósticos	Medir el cambio relativo y porcentual del área de la herida, volumen, longitud y área de tejido de granulación	La longitud en grupo tratamiento y control disminuyó un 74%-36.1%, mientras que la anchura disminuyó un 79%-36.3% respectivamente, siguiendo un proceso de curación uniforme. El área de herida en el grupo de tto disminuyó un 88.9% después de 6 semanas. El cambio en la úlcera, el volumen de la misma y el aumento del tejido de granulación fueron significativamente mayores en el grupo de tratamiento a partir de la segunda semana
Polak, 2016	60 sujetos de entre 60-95 años con úlceras por presión Grado II y III de entre 1-12 meses de evolución que no respondieron a tratamiento anterior, asignados al azar a grupo tratamiento o grupo control	El grupo de intervención recibió corriente galvánica (100 Hz, 100V) 5 sesiones por semana de 50 minutos de duración cada una durante un periodo de 6 semanas, mientras que el grupo control recibió corriente placebo. Todos los sujetos recibieron además tratamiento convencional	Se compara la efectividad de la corriente galvánica frente al tratamiento convencional	Mide principalmente el porcentaje de reducción del área total de la herida antes de la intervención, semana 4 y semana 6. Secundariamente mide la tasa de curación de las úlceras, el cambio porcentual desde la semana 1 a 6 y los porcentajes de úlceras curadas	En la semana 1, el porcentaje de área reducida fue de 35.5% en el grupo de intervención, comparado con el 17.07% en el grupo control. En la semana 4: 71.64% vs 44.21%. En la semana 6 fue estadísticamente mayor: 80.31% vs 54.65%. En grupo de intervención 12/25 úlceras cerradas, mientras que en grupo control 7/24 úlceras cerradas, pero no fue estadísticamente significativo ( $P=0.74$ y $P=0.6$ )

<b>Autor, año</b>	<b>Muestra</b>	<b>Intervención</b>	<b>Comparación</b>	<b>Outcomes</b>	<b>Resultados</b>
Karsli, 2017	27 sujetos (22 hombres y 5 mujeres) con úlceras por presión Grado II-IV asignados al azar en dos grupos: ultrasonidos o estimulación eléctrica de alto voltaje (HVES)	Grupo HVES corriente monofásica pulsátil 100 Hz con ancho de pulso de 10/50/100 microseg y 50-150 V (por debajo de la contracción muscular; 60', 3veces/semana, 4-12 semanas. Grupo Ultrasonidos con dos grupos de parámetros diferentes; misma duración de intervención que grupo HVES. Todos los pacientes reciben además cuidado estándar	Compara el uso de la corriente monofásica pulsátil de alto voltaje vs la aplicación de ultrasonido	Mide la reducción del área de superficie y volumen antes (T0) y después de la intervención (T1)	Los resultados obtenidos en el grupo de HVES muestran una reducción del área media de superficie de 25 cm <sup>2</sup> a 17 cm <sup>2</sup> ; en el grupo de Ultrasonido de 15 cm <sup>2</sup> a 8 cm <sup>2</sup> . En el grupo HVES el volumen se vio reducido en 16 cm <sup>3</sup> , mientras que en el grupo Ultrasonido se vio reducido en 12 cm <sup>3</sup>
Polak, 2017	63 sujetos mayores de 60 años con úlceras por presión de Grado II-IV de entre 1-12 meses de duración, asignados de forma aleatoria a grupo catódico, grupo catódico-anódico y grupo control	Grupo de tratamiento recibió corriente galvánica (HVMPC) a 100 Hz, >100V, 154 microsegundos, 0.25 Amperios, 250 microculombios; se realizó durante 50 minutos al día, 5 días por semana, durante 6 semanas. Todos los sujetos recibieron además tratamiento convencional de las heridas	Compara la efectividad del uso de corriente catódica, catódica-anódica y corriente placebo	Mide el área de superficie de la úlcera de cada paciente antes de la intervención y cada semana.	El porcentaje acumulado de reducción del área en el grupo catódico fue 82.34%, 70.77% en el grupo catódico-anódico y 40.53% en el grupo control. Durante las 6 semanas, 47.83% de las úlceras cerraron en el grupo catódico, 45% en el grupo catódico-anódico y 0% en el grupo control

Autor, año	Muestra	Intervención	Comparación	Outcomes	Resultados
Polak, 2018	61 sujetos mayores entre 22-78 años con úlceras por presión de Grado II-IV de al menos una duración de 4 semanas, asignados al azar a grupos de tratamiento (anódico o catódico) y grupo control	<p>Grupo anódico y catódico recibió los siguientes parámetros de HVMPC: 154 microseg, 100 Hz, &gt;100V (sin contracción muscular), 360 microculombios por segundo durante 50 minutos al día, 5 días / semana durante un máximo de 8 semanas. El grupo control recibió corriente simulada. Todos los sujetos recibieron además tratamiento estándar con medidas preventivas, apósitios</p>	Se compara el uso de la estimulación anódica y catódica, además del grupo que recibe corriente simulada	<p>Comparar el flujo sanguíneo perilesional después de 2 y 4 semanas de tratamiento entre cada grupo, además de la reducción del área de la úlcera tras 8 semanas de tratamiento. También, el número de úlceras cerradas durante el estudio y el tiempo en lograrlo, examinando las correlaciones entre el flujo sanguíneo y los cambios en el área.</p>	<p>A las 2 semanas, el cambio del flujo sanguíneo perilesional para grupo anódico fue 109.52%, grupo catódico 131.54% y grupo control 35.83%. A las 4 semanas grupo anódico 89.30%, grupo catódico 88.25% y grupo control 34.53%. Tras 8 semanas, el porcentaje de reducción del área de superficie fue de 64.1% para el grupo anódico, 74.06% para el catódico y 41.42 % para el grupo control. 20% de las úlceras en el grupo anódico cerraron (6.7 semanas de media), 33% en el grupo catódico (7.38 semanas) y 10% en el grupo control (6.05 semanas)</p>

Tabla 2. Principales intervenciones y resultados de los Estudios Controlados Aleatorios incluidos en la Revisión Sistemática

## DISCUSIÓN

El objetivo de la presente revisión sistemática fue analizar la evidencia del uso de la corriente galvánica/monofásica en la curación de las úlceras producidas por presión o agentes externos como fricción o cizallamiento. El resultado de 9 estudios controlados aleatorizados analizados indica que el efecto es beneficioso, consiguiendo una reducción en el área total de la herida y una curación completa de las úlceras en algunas ocasiones durante el tratamiento realizado, así como en el posterior seguimiento en los estudios que lo llevaron a cabo.

Comúnmente, las úlceras por presión son lesiones de origen isquémico, localizadas en la piel y tejidos subyacentes en las que se produce una pérdida de sustancia cutánea producida por presión prolongada o fricción entre dos planos duros.

La presión sufrida se puede diferenciar en dos tipos. En un primer lugar se encuentra la presión directa, entendida como la ejercida de forma perpendicular; en segundo lugar, la presión tangencial, que se define como la ejercida en sentido contrario al desplazamiento sobre un plano duro.<sup>27</sup> En aquellos sujetos que se encuentran inmovilizados, el principal factor de riesgo de desarrollo de una úlcera por presión debido al daño tisular es la fuerza ejercida sobre la prominencia ósea, influenciada por el tiempo y la intensidad de la fuerza de presión ejercida.<sup>28</sup>

Estos factores se ven influenciados por otros procesos como puede ser la pérdida de sensibilidad, conciencia local y general del área anatómica donde se ejerce la presión, que sumado a la inmovilidad que genera en ocasiones, favorecen la aparición de esta patología debido a que no deja de generarse presión de forma constante (en ocasiones dos horas son suficientes para provocar una úlcera por presión). Otro aspecto fundamental a la hora de producirse una úlcera por presión es la disfunción que ocurre a nivel circulatorio, pues suele ocurrir que los reguladores nerviosos que se ocupan de la regulación de la irrigación sanguínea se encuentran alterados. Esto, sumado a la presión constante, hace que el aporte de oxígeno a los tejidos no sea adecuado. Este flujo y oxigenación tisular se interrumpen cuando la presión excede la del capilar arterial (32 mmHg) y la del venoso (8-12 mmHg).<sup>29</sup>

El proceso isquémico resulta en una disminución de la producción de adenosín trifosfato (ATP), una fosforilación oxidativa mitocondrial alterada y un aumento de la activación leucocitaria, derivando en un proceso inflamatorio. Dicha condición

de hipoxia, además de producir muerte celular, libera metabolitos tóxicos como la ciclooxigenasa y la interleucina-6. Estos estimulan a los neutrófilos y macrófagos, que a su vez liberan más citocinas estimulantes de la inflamación, perpetuando el proceso inflamatorio. Por lo tanto, el resultado inminente es la acumulación de metabolitos tóxicos, produciendo de forma final una necrosis tisular muy difícil de revertir.<sup>30</sup>

En la mayoría de los casos las úlceras pueden prevenirse, pero una vez se generan, pueden inhabilitar a la persona a desenvolverse con normalidad, pueden interrumpir la participación comunitaria y de ocio y finalmente afectar y disminuir la calidad de vida de aquellas personas que las padecen. Estas condiciones, cuando son serias, pueden suponer la inmovilidad de las mismas, incluso llegar a los casos en los que se produzca una infección sistémica o precisen de intervención quirúrgica en los peores casos.<sup>31</sup> Otro aspecto altamente relacionado con la presencia de úlceras es el dolor severo que producen en los pacientes. Se estima que alrededor del 43-91% de los pacientes lo sufren.<sup>32,33</sup>

Actualmente, se recomienda valorar el riesgo de padecer una úlcera por presión. El procedimiento se encuentra recogido en el Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud de 2006 en los estándares de calidad y seguridad de la atención al paciente.<sup>34,35</sup>

El tratamiento local convencional de este tipo de heridas sigue los mismos principios del esquema TIME (este se basa en el control del tejido no viable, infección, control de la humedad y epitelización de los bordes<sup>36</sup>) empleado para todas las heridas crónicas. La diferencia con otro tipo de úlceras es que hay que hacer un mayor énfasis en la distribución de la presión, descarga y control del microclima de la herida.<sup>37</sup>

Como tratamiento fisioterápico se ha demostrado la eficacia de la estimulación eléctrica como tratamiento coadyuvante para acelerar el proceso de cicatrización. De los varios tipos de corrientes, una que posee efectos beneficiosos a la hora de promover la granulación es la corriente directa o galvánica. Esta es un tipo de corriente de baja frecuencia que se emplea por fisioterapeutas en el tratamiento de la electroestimulación. El objetivo de la corriente galvánica, también conocida como monofásica (esta se caracteriza por pulsos unidireccionales breves seguidos de un periodo inactivo finito<sup>38</sup>), radica en sus fines analgésicos y en el aumento

del flujo sanguíneo en una zona específica. Para lograr dichos objetivos necesita el paso de la electricidad a través de dos electrodos, uno de ellos conocido como activo y el segundo como dispersante. Estos electrodos, al ser colocados sobre la piel del paciente, proporcionan un contacto directo con la zona en la que se encuentra la lesión.

Además de producir analgesia también posee efecto antiinflamatorio, vasodilatador, aumenta el calor local y es considerado un bactericida, efecto considerado importante en este estudio por la proliferación de tejido sano en la zona lesionada<sup>39</sup>. Específicamente, este tipo de corriente simula la corriente bioeléctrica natural, estimulando la cicatrización. Además, se ve incrementado por el efecto de la galvanotaxis sobre los macrófagos, neutrófilos y fibroblastos; mejora la síntesis proteica y del colágeno, además de estimular la producción de ATP, que como se ha visto anteriormente, se encuentra comprometida. De este modo y con los efectos descritos promueve la formación de tejido de granulación.<sup>40</sup>

**La ubicación de los electrodos** es uno de los factores más importantes en el tratamiento con electroterapia, más aún si cabe en la aplicación de corriente galvánica, ya que garantiza que se produzca la migración celular deseada a través del campo eléctrico generado por el voltaje. El proceso de galvanotaxis, activado de forma externa, permite la estimulación de las células implicadas en el proceso de cicatrización. Posteriormente, estas células migran hacia uno de los polos, que puede ser el negativo o el positivo, dependiendo de la carga natural de cada célula. El proceso por el cual la corriente galvánica actúa como bactericida se da en los casos en los que se aplica sobre úlceras o heridas que se encuentran en un proceso inflamatorio o infeccioso. De esta forma, mediante la galvanotaxis se consigue que los neutrófilos activados que presentan una carga positiva se dirijan al electrodo negativo, con el objetivo final de que se inicie el proceso de eliminación de bacterias y material muerto del área lesionada o comprometida.<sup>41</sup>

La mayoría de los estudios emplearon dos electrodos ubicados de tal manera que el activo se colocó directamente sobre la úlcera. De estos, un porcentaje mayor dispuso el electrodo dispersante a 20 cm de la misma sobre la piel íntegra. Este caso engloba los estudios de Houghton (2010), Franek (2012), Polak (2016, 2017, 2018). Los datos revelados por los mismos muestran resultados en la curación

más eficaces entre los grupos control y tratamiento que los que emplearon una disposición diferente de los electrodos.

En cuanto al análisis de los resultados por parámetros evaluados, teniendo en cuenta la **polaridad** utilizada durante el tratamiento, se observó que solamente un estudio no alternaba la polaridad durante el mismo. Este fue el caso de Polak (2016)<sup>23</sup>, quien utilizó la polaridad negativa (estimulación catódica) durante todo el tratamiento; sin embargo, los resultados que obtiene, aunque son interesantes en cuanto a la reducción del área de las úlceras siendo estadísticamente significativos, los que obtiene en cuanto al cierre completo de las mismas a lo largo del tratamiento no lo son ( $p=0.74$ ).

Sin embargo, la mayoría alternaron la polaridad de los electrodos, aunque se encontraron diferencias en los intervalos de modificación de la misma. Lo que sí queda claro es que la alternancia de la polaridad es beneficiosa para la curación y cierre de las úlceras por presión, obteniendo los mejores resultados, estadísticamente significativos, en los estudios de Ahmad (2008)<sup>19</sup>, Franek (2011, 2012)<sup>21,22</sup> y en uno de los grupos de intervención del estudio de Polak (2017)<sup>25</sup>. Una combinación de los mismos sería la pauta de tratamiento más idónea, empleando de forma inicial la polaridad negativa o estimulación catódica durante una semana, momento a partir del cual se invierte la polaridad a positiva o anódica hasta el final del tratamiento. Si hubiese una fase de meseta o momento en el que la herida no mejora se volvería a cambiar la polaridad durante unos días o una semana.

Para analizar los **parámetros de la corriente** se realizará en subapartados.

En referencia a los **Hercios** (Hz), aunque el estudio de Ahmad (2008)<sup>19</sup> muestra resultados estadísticamente significativos y emplea una frecuencia de 120 Hz, los estudios que muestran mejores resultados y son estadísticamente significativos emplean 100 Hz de frecuencia (entre ellos los de Houghton (2010)<sup>20</sup>, Franek (2011, 2012)<sup>21,22</sup> y Polak (2017,2018)<sup>25,26</sup>. No es casualidad entonces que la mayoría de los estudios utilizasen una corriente a 100 Hz de frecuencia, ya que se ha observado que ha sido la más beneficiosa para conseguir una reducción de la herida en el menor tiempo posible comparado con otras frecuencias diferentes. Es este motivo por el cual se toma como elección la frecuencia de 100 Hz.

Todos los estudios utilizaron un **voltaje** inferior al que produce la contracción muscular, que osciló entre 50-175 voltios (V) dependiendo del estudio. Esto indica que por encima de los límites donde se sobrepasan estos parámetros y se produce la contracción muscular, no se conseguiría el efecto deseado de aumento de la vascularización y bactericida, o al menos en la misma medida. Los estudios que mejores resultados consiguieron utilizaron un voltaje que osciló entre los 100-150 V, siempre por debajo de la contracción muscular visible. Estos fueron los de Ahmad (2008)<sup>19</sup>, Franek (2011,2012)<sup>21,22</sup> y Polak (2017,2018)<sup>25,26</sup>.

El **tiempo o ancho de pulso** es el parámetro de corriente en el que más variabilidad se ha encontrado, donde se encuentran aquellos que utilizan un tiempo de pulso inferior a 50 microsegundos, los que utilizan un tiempo de pulso superior a 50 microsegundos y un único estudio que utiliza un tiempo de 10-50-100 microsegundos. Aquellos estudios que obtuvieron resultados estadísticamente significativos y que más repiten el ancho de pulso de la corriente fueron los de Polak (2017 y 2018)<sup>25,26</sup>, empleando 154 microsegundos en su tratamiento.

La **duración de las sesiones** y la **cantidad de sesiones por semana** es otro dato que debe tenerse en cuenta. Existe cierta similitud de este aspecto en los estudios, pues la mayoría de ellos eligen sesiones diarias de alrededor de los 50-60 minutos de duración cada una. Los estudios que mejores resultados han obtenido, basándose en los parámetros anteriores, han sido aquellos que realizaron 5 sesiones/semana de 50 minutos de duración cada una. Por lo tanto, esta va a ser la frecuencia de sesiones elegida para el tratamiento.

Para poder incluir a los pacientes en el tratamiento, la duración previa de las úlceras en el estudio de Adunsky (2005)<sup>18</sup> debió ser menor a 24 meses. Mucho más reciente fue la media en el estudio de Ahmad (2008)<sup>19</sup>, donde fue de poco más de 4 meses en los grupos del mismo.

Por otro lado, las úlceras del estudio de Houghton (2010)<sup>20</sup> debían presentar una duración mínima de 3 meses de evolución, aunque realizaron una división de dos grupos en los que se encontraban úlceras de menos de dos años y más de dos años de evolución según el estadio en el que se encontraban.

Franek (2011)<sup>21</sup> estudió úlceras con una duración previa al tratamiento aplicado de entre 1 y 6 meses. Sin embargo, en el presente estudio y en el de 2012<sup>22</sup>

ambos grupos del estudio tuvieron una media de duración de las úlceras previa alrededor de 3 meses.

Polak, en sus estudios de 2016<sup>23</sup> y 2017<sup>25</sup>, eligió úlceras con una duración de entre 1 y 12 meses, con una media de 2.54 y 2.41-2.65 meses respectivamente. Sin embargo, en 2018<sup>26</sup> se determinó una duración mínima de 4 semanas de evolución para la inclusión.

Por último, Karsli (2017)<sup>24</sup> utilizó úlceras en su estudio con una duración de 2.76 +/- 2.72 meses de evolución.

#### Limitaciones de la revisión:

La selección de estudios controlados aleatorizados se limitó a aquellos que fueron publicados preferentemente durante los últimos 15 años debido a la escasez de documentos de calidad metodológica suficiente y al mismo tiempo a la limitada variedad de aquellos que incluían úlceras por presión en su intervención y no otro tipo de heridas (véase úlceras arteriales o gástricas). En el caso de no ser suficientes, se recurrió a estudios de un tiempo de publicación mayor si se consideró que eran realmente significativos para el estudio.

No se encontraron limitaciones de otro tipo.

#### Implicaciones clínicas:

Al analizar la bibliografía se puede afirmar que la corriente galvánica tiene un efecto beneficioso en la recuperación de las úlceras que se han producido por presión mediante el efecto analgésico, antiinflamatorio y bactericida, de forma principal, conseguido por el paso de la corriente de un electrodo activo situado sobre la propia úlcera y un electrodo dispersante dispuesto a 20 cm de la misma sobre la piel íntegra. Las determinaciones que se han observado más efectivas han sido el cambio de polaridad en los electrodos, comenzando con el electrodo negativo (polaridad negativa o estimulación catódica) sobre la úlcera, alternándolo a la semana de tratamiento y volviendo a cambiar la polaridad si se llega a una fase de meseta en la curación, así como los parámetros de la corriente a 100 Hz, un voltaje entre 100-150 V inferior a la contracción muscular y un ancho de pulso de 154 microsegundos. El número idóneo de sesiones se establece en 5/semana de 50 minutos de duración cada una.

## CONCLUSIÓN

Para la curación de las úlceras, entendida en un primer momento como la reducción del área de la misma durante el tratamiento, se ha llegado a la conclusión de que la corriente galvánica tiene un efecto beneficioso. Cabe destacar que el objetivo final es la curación completa de la herida. En algunos estudios se consigue el cierre completo de la úlcera durante el tratamiento, a pesar de que en varios de ellos no se consigue. No obstante, en todos los estudios analizados, el porcentaje de curación completa ha sido mayor en el grupo que recibió la corriente galvánica comparado con el grupo que recibió corriente simulada/placebo o tratamiento convencional.

Por otra parte, algunos estudios analizan la evolución de las úlceras al terminar el tratamiento mediante un periodo de seguimiento. En estos casos de nuevo se observa que la curación completa se consigue en un tiempo menor en aquellos que recibieron la corriente galvánica. Tal y como se describe, a los tres meses del comienzo de la intervención, tres cuartas partes de las úlceras mejoraron su aspecto y varios estudios delimitan en este periodo de tiempo el necesario para la curación completa.

Además, la gravedad de las úlceras se vio reducida en prácticamente todos los casos. En muy limitadas ocasiones se observó que las úlceras empeorasesen durante el tratamiento, por lo que se puede afirmar que, de forma general, la corriente galvánica no tiene efectos perjudiciales sobre la integridad de la herida y la piel perilesional. No obstante, se reportan algunos casos de efectos secundarios tras la aplicación de la corriente galvánica. La mayoría de ellos referían enrojecimiento de la piel donde se dispusieron los electrodos, picor o hipergranulación. En la mayoría de los casos estos efectos secundarios se revirtieron reduciendo el voltaje de la corriente.

Para el impacto económico generado por las úlceras, cabe destacar que un estudio sobre el coste económico en la asistencia de pacientes con úlceras por presión adquiridas en hospitales de Estados Unidos<sup>42</sup> advierte que la incidencia anual de aparición de úlceras se encuentra aproximadamente en 2.5 millones. Refiere que el 58% de los costes se destinan a aquellas que son de grado 3 o 4. Teniendo en cuenta que cada paciente puede suponer unos 10.000 dólares anuales se estima un gasto anual de 26,800 millones de dólares. Cabe destacar una susceptible

reducción de estos costes reduciendo la estancia hospitalaria y consiguiendo una curación completa de estas úlceras de forma precoz. Además, hábitos como el tabaquismo, sumados a la presión constante sobre los tejidos, se han demostrado perjudiciales hasta tal punto de favorecer la aparición de úlceras y poder complicar la evolución en la curación de las mismas.

Finalmente, para la evaluación del cambio en el flujo sanguíneo a la herida y tejidos perilesionales y tras los resultados obtenidos en los estudios de Polak<sup>23,25,26</sup>, se puede afirmar que la aplicación de la terapia eléctrica, concretamente la corriente galvánica, mejora el flujo sanguíneo de la zona de la úlcera y piel perilesional, contribuyendo a una recuperación precoz comparada con aquellos sujetos del grupo control. Se establece que los sujetos del grupo tratamiento experimentaron un aumento del flujo sanguíneo casi tres veces mayor que aquellos del grupo control. También queda demostrado que este aumento es más eficaz durante las primeras 2-4 semanas de tratamiento.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arora M, Harvey LA, Glinsky J V., Nier L, Lavencic L, Kifley A, et al. Electrical stimulation for treating pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2020 [citado 14 Abr 2022];2020(1). Disponible en: [/pmc/articles/PMC6984413/](https://pmc/articles/PMC6984413/)
2. González CM. Impacto psicológico de las úlceras por presión. NPunto [Internet]. 2021 [citado 14 Abr 2022];4(38):93-118. Disponible en: <https://www.npunto.es/revista/38/impacto-psicologico-de-las-ulceras-por-presion-cuales-son-las-intervenciones-enfermeras-para-paliarlo>
3. Herraiz Á, Romero JJ. Prevalencia de úlceras por presión en atención primaria: estudio de Cuenca. *Gerokomos* [Internet]. 2021 [citado 14 Abr 2022];32(2):111-116. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1134928X202100200111#:~:text=La%20prevalencia%20global%20de%20UPP,Nacional%20\(1%2C087%E2%80%80%20B0\)2.](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134928X202100200111#:~:text=La%20prevalencia%20global%20de%20UPP,Nacional%20(1%2C087%E2%80%80%20B0)2.)
4. Zonas más comunes de las Úlceras Por Presión y su tratamiento - CMUC [Internet]. [citado 2 May 2022]. Disponible en: <https://www.centroulceraschronicas.com/noticias/zonas-mas-comunes-de-las-ulceras-por-presion-y-su-tratamiento/>
5. Úlceras por presión: Categorías | Úlceras.net [Internet]. [citado 2 May 2022]. Disponible en: <https://www.ulceras.net/monografico/110/98/ulceras-por-presioncategorias.html>
6. Campos I. Úlceras por presión en cuidados paliativos. NPunto [Internet]. 2021 [citado 14 Abr 2022];4(39):76-94. Disponible en: <https://www.npunto.es/revista/39/ulceras-por-presion-en-cuidados-paliativos>
7. Ramos Sánchez A. Coste de enfermedad de las úlceras por presión en el contexto sociosanitario. Tesis doctoral. GNEAUPP [Internet]. 2017 [citado 1 May 2022]. Disponible en: <https://gneaupp.info/coste-de-enfermedad-de-las-ulceras-por-presion-en-el-contexto-sociosanitario/>

8. El coste del tratamiento de las úlceras por presión supera los 600 millones de euros cada año. GNEAUPP [Internet]. 2010 [citado 1 May 2022]. Disponible en: <https://gneaupp.info/el-coste-del-tratamiento-de-las-ulceras-por-presion-supera-los-600-millones-de-euros-cada-ano/>
9. Nguyen KH, Chaboyer W, Whitty JA. Pressure injury in Australian public hospitals: a cost-of-illness study. *Aust Health Rev* [Internet]. 2015 [citado 12 Abr 2022];39(3):329–36. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25725696/>
10. Westby MJ, Dumville JC, Soares MO, Stubbs N, Norman G. Dressings and topical agents for treating pressure ulcers. *Cochrane database Syst Rev* [Internet]. 2017 [citado 20 Abr 2022];6(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28639707/>
11. Walker RM, Gillespie BM, Thalib L, Higgins NS, Whitty JA. Foam dressings for treating pressure ulcers. *Cochrane database Syst Rev* [Internet]. 2017 [citado 20 Abr 2022];10(10). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29025198/>
12. Reddy M. Pressure ulcers: treatment. *BMJ Clin Evid* [Internet]. 2015 [citado 20 Abr 2022];2015:1901. Disponible en: [/pmc/articles/PMC4678418/](https://pmc/articles/PMC4678418/)
13. Ashrafi M, Alonso-Rasgado T, Baguneid M, Bayat A. The efficacy of electrical stimulation in lower extremity cutaneous wound healing: A systematic review. *Exp Dermatol* [Internet]. 2017 [citado 2 May 2022];26(2):171–8. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/exd.13179>
14. Xu X, Zhang H, Yan Y, Wang J, Guo L. Effects of electrical stimulation on skin surface. *Acta Mech Sin = Li Xue Xue Bao* [Internet]. 2021 [citado 2 May 2022];37(12):1843. Disponible en: [/pmc/articles/PMC7866966/](https://pmc/articles/PMC7866966/)
15. Yepes-Nuñez JJ, Urrútia G, Romero-García M, Alonso-Fernández S. Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Rev Española Cardiol* [Internet]. 2021 [citado 20 Abr 2022];74(9):790–9. Disponible en: <https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748>

16. PEDro.org [Internet]. Sidney:PEDro. Physiotherapy Evidence Database; 1999 [actualizado 4 Abr 2022; citado 25 Abr 2022]. Disponible en: <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>
17. Cardoso Ribeiro C, Gómez-Conesa A, Hidalgo Montesinos MD. Metodología para la adaptación de instrumentos de evaluación. *Fisioterapia*. 2010 Nov 1;32(6):264-70.
18. Adunsky A, Ohry A. Decubitus direct current treatment (DDCT) of pressure ulcers: Results of a randomized double-blinded placebo controlled study. *Arch Gerontol Geriatr* [Internet]. 2005 [citado 12 Dic 2021];41(3):261-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167494305000403?via%3Dhub>
19. Ahmad ET. High Voltage Pulsed Galvanic Stimulation: effect of Treatment Durations on Healing of Chronic Pressure Ulcers. *Indian J Physiother Occup Ther* [Internet]. 2008 [citado 21 Dic 2021];21(3):124-128. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN01093496/full>
20. Houghton PE, Campbell KE, Fraser CH, Harris C, Keast DH, Potter PJ, et al. Electrical Stimulation Therapy Increases Rate of Healing of Pressure Ulcers in Community-Dwelling People With Spinal Cord Injury. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2010 [citado 12 Dic 2021];91(5):669-78. Disponible en: <http://www.archives-pmr.org/article/S0003999310000742/fulltext>
21. Franek A, Kostur R, Taradaj J, Blaszcak E, Szlachta Z, Dolibog P, et al. Effect of high voltage monophasic stimulation on pressure ulcer healing: results from a randomized controlled trial. *Wounds* [Internet]. 2011 [citado 12 Dic 2021];23(1):15-23. 2011. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/255993488\\_Effect\\_of\\_High\\_Voltage\\_Monophasic\\_Stimulation\\_on\\_Pressure\\_Ulcer\\_Healing\\_Results\\_From\\_a\\_Randomized\\_Controlled\\_Trial](https://www.researchgate.net/publication/255993488_Effect_of_High_Voltage_Monophasic_Stimulation_on_Pressure_Ulcer_Healing_Results_From_a_Randomized_Controlled_Trial)
22. Franek A, Kostur R, Polak A, Taradaj J, Szlachta Z, Blaszcak E, et al. Using high-voltage electrical stimulation in the treatment of recalcitrant pressure ulcers: results of a randomized, controlled clinical study. *Ostomy Wound*

- Manage [Internet]. 2012 [citado 12 Dic 2021];58(3):30–44. Disponible en: <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/wmp/content/using-high-voltage-electrical-stimulation-treatment-recalcitrant-pressure-ulcers-results-ran>
23. Polak A, Taradaj J, Nawrat-Szoltysik A, Stania M, Dolibog P, Blaszczak E, et al. Reduction of pressure ulcer size with high-voltage pulsed current and high-frequency ultrasound: a randomised trial. *J Wound Care* [Internet]. 2016 [citado 12 Dic 2021];25(12):742–54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27974012/>
24. Bora Karsli P, Gurcay E, Karaahmet OZ, Cakci A, Karsli PB, Gurcay E, et al. High-Voltage Electrical Stimulation Versus Ultrasound in the Treatment of Pressure Ulcers. *Adv Skin Wound Care* [Internet]. 2017 [citado 12 Dic 2021];30(12):565–70. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29140840/>
25. Polak A, Nawrat-Szołtysik A, Ickowicz T, Kucio E, Kasprzak K, Chlebek A, et al. Pressure injury treatment with anodal and cathodal electrical stimulation in persons with central nervous system injuries. A prospective, randomized, clinical study. Preliminary report. *Rehabil Med* [Internet]. 2017 [citado 12 Dic 2021];21(3):58–63. Disponible en: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2s2.085047092569&doi=10.5604%2F01.3001.0011.6824&partnerID=40&md5=987cfa592ec2450c9b7b6621283467b4>
26. Polak A, Kucio C, Kloth LC, Paczula M, Hordynska E, Ickowicz T, et al. A Randomized, Controlled Clinical Study to Assess the Effect of Anodal and Cathodal Electrical Stimulation on Periwound Skin Blood Flow and Pressure Ulcer Size Reduction in Persons with Neurological Injuries. *Ostomy Wound Manage* [Internet]. 2018 [citado 12 Dic 2021];64(2):10–29. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29481324/>
27. GNEAUPP.info [Internet]. Logroño: GNEAUPP; [citado 22 Abr 2022]. Disponible en: <https://gneapp.info/ulceras-por-presion-y-heridas-cronicas/>

28. Gaspar S, Peralta M, Marques A, Budri A, Gaspar de Matos M. Effectiveness on hospital-acquired pressure ulcers prevention: a systematic review. *Int Wound J* [Internet]. 2019 [citado 18 Mar 2022];16(5):1087–102. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31264345/>
29. Zaidi SRH, Sharma S. Pressure Ulcer. *Integumentary Phys Ther* [Internet]. 2022 [citado 1 May 2022];61–84. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553107/>
30. Niemiec SM, Louiselle AE, Liechty KW, Zgheib C. Role of microRNAs in Pressure Ulcer Immune Response, Pathogenesis, and Treatment. *Int J Mol Sci* [Internet]. 2021 [citado 1 May 2022];22(1):1–14. Disponible en: [/pmc/articles/PMC7793489/](https://pmc/articles/PMC7793489/)
31. Zhang Z, Li B, Wang Z, Wu L, Song L, Yao Y. Efficacy of Bimodal High-Voltage Monopulsed Current in the Treatment of Pressure Ulcer: A Systematic Review. *Iran J Public Health* [Internet]. 2019 [citado 1 May 2022];48(11):1952. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6961193/](https://pmc/articles/PMC6961193/)
32. Jaul E, Calderon-Margalit R. Systemic factors and mortality in elderly patients with pressure ulcers. *Int Wound J* [Internet]. 2015 [citado 1 May 2022];12(3):254–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23692122/>
33. Essex HN, Clark M, Sims J, Warriner A, Cullum N. Health-related quality of life in hospital inpatients with pressure ulceration: Assessment using generic health related quality of life measures. *Wound Repair Regen* [Internet]. 2009 [citado 1 May 2022];17(6):797–805. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19903301/>
34. Ministerio de Sanidad Politica Social e Igualdad. Plan de calidad para el Sistema Nacional de Salud 2010 [Internet]. Plan de calidad para el Sistema Nacional de Salud. 2010. Disponible en: <http://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pncalidad.htm%5Cnhttp://www.msssi.gob.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/pncalidad/PlanCalidad2010.pdf>
35. Ministerio de Sanidad y Politica Social. Indicadores de buenas prácticas sobre seguridad del paciente. 2009.

36. Colegio Oficial de Enfermería de Cantabria : Nuberos Científica : Manejo del paciente con úlcera de etiología venosa de miembros inferiores [Internet]. [citado 1 May 2022]. Disponible en: <http://enfermeriacantabria.com/enfermeriacantabria/web/articulos/9/64>
37. Chronic Wounds: Evaluation and Management - American Family Physician [Internet]. [citado 1 May 2022]. Disponible en: <https://www.aafp.org/afp/2020/0201/p159.html>
38. Liu L, Moody J, Gall A, A LL, Moody J, Gall, et al. A Quantitative, Pooled Analysis and Systematic Review of Controlled Trials on the Impact of Electrical Stimulation Settings and Placement on Pressure Ulcer Healing Rates in Persons With Spinal Cord Injuries. Ostomy Wound Manage [Internet]. 2016 [citado 1 May 2022];62(7):16–34. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27428563/>
39. Fisioterapia-online.com [Internet]. España: Fisioonline; [citado 22 Abr 2022]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/glosario/galvanizacion-o-corriente-galvanica>
40. Terapia de electroestimulación en pacientes con heridas crónicas. Ocronos - Editorial Científico-Técnica [Internet]. [citado 1 May 2022]. Disponible en: <https://revistamedica.com/terapia-de-electroestimulacion-heridas-cronicas/>
41. Quiroga PA, Guarín C, Forero M, Landínez NS. Propuesta de un protocolo de electro-estimulación para el tratamiento de úlceras por presión grado II y III. Rev. Fac. Med. [Internet]. 2013 [citado 22 Abr 2022];61(4):431-440. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012000112013000400013&script=sci\\_abstract&tlang=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012000112013000400013&script=sci_abstract&tlang=es)
42. Padula W V., Delarmente BA. The national cost of hospital-acquired pressure injuries in the United States. Int Wound J [Internet]. 2019 [citado 22 Abr 2022];16(3):634–40. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30693644/>