

TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN ENFERMERÍA



UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA

Tratamiento de las úlceras por presión mediante estimulación eléctrica: Revisión sistemática y meta-análisis

Pressure ulcers' treatment by electrical stimulation: systematic review and meta-analysis

AUTOR

D. José Eduardo Romero Reyes

DIRECTOR

Prof.^a Gracia María Castro de Luna



Facultad de
Ciencias de la Salud
Universidad de Almería

Curso Académico

2019/2020

Convocatoria

Junio

RESUMEN:

Introducción:

Las úlceras por presión se llevan un 5%, 416 millones de euros, de la partida destinada al gato sanitario español, cuantía que podría verse reducida si se encuentran nuevas estrategias de tratamiento como el uso de una corriente eléctrica que acelere el proceso de curación de las heridas.

Objetivos:

Determinar la eficacia de la estimulación eléctrica en el tratamiento de las úlcera por presión.

Metodología:

Revisión sistemática y meta-análisis de ensayos clínicos publicados en los diez últimos años, realizado en las bases de datos de revistas indexadas repositorios y páginas de registro de ensayos clínicos según criterio PRISMA. Tras el cribado se seleccionaron diez estudios que fueron sometidos a una lectura crítica

Resultados:

El análisis de los resultados demuestra una disminución del diámetro de la úlcera en los pacientes tratados con la estimulación eléctrica frente al tratamiento estándar en las úlceras por presión

Conclusiones:

El uso de la estimulación eléctrica es eficaz en el tratamiento de las úlceras por presión

ABSTRACT:**Introduction:**

Pressure ulcers take 5%, 416 million euros, of the item destined for the Spanish sanitary cat, an amount that could be reduced if new treatment strategies are found such as the use of an electric current to accelerate the healing process of the wounds.

Objectives:

To determine the efficacy of electrical stimulation in the treatment of pressure ulcers.

Methodology:

Systematic review and meta-analysis of clinical trials published in the last ten years, carried out in databases of indexed journals, repositories, and registration pages of clinical trials according to PRISMA criteria. After screening, ten studies were selected that underwent a critical reading.

Results:

Analysis of the results shows a decrease in the diameter of the ulcer in patients treated with electrical stimulation versus standard treatment in pressure ulcers.

Conclusions:

The use of electrical stimulation is effective in treating pressure ulcers.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN:	1
<i>Concepto y clasificación:</i>	1
<i>Etiología:</i>	1
<i>Prevalencia y repercusiones económicas:</i>	2
<i>Tratamiento:</i>	3
<i>Estimulación eléctrica:</i>	3
2. OBJETIVOS:	4
3.METODOLOGÍA:	4
<i>Diseño:</i>	4
<i>Bases de datos:</i>	4
<i>Descriptores utilizados:</i>	5
<i>Criterios de inclusión:</i>	6
<i>Búsqueda y análisis de datos:</i>	6
3. RESULTADOS:	8
<i>Resultados de la búsqueda:</i>	8
<i>Características de los estudios incluidos:</i>	13
<i>Evaluación de la calidad:</i>	14
<i>Meta-análisis:</i>	15
4. DISCUSIÓN:	18
<i>Proporción de UPPs curadas:</i>	19
<i>Tiempo de curación:</i>	19
<i>Variación del tamaño de la herida</i>	20
<i>Características de la corriente:</i>	21
<i>Meta-análisis:</i>	22
<i>Limitaciones del trabajo:</i>	22
5. CONCLUSIÓN:	22
6. BIBLIOGRAFIA:	23

1. INTRODUCCIÓN:

Concepto y clasificación:

Se define úlcera por presión a una lesión cutánea producida en segunda instancia por un proceso isquémico (disminución de la circulación sanguínea), que puede llegar a afectar y necrosar el tejido óseo y articulaciones, pasando, previamente, por epidermis, dermis, tejido subcutáneo y músculo. (Blanco Lopez, 2003). Además, son consideradas como un pilar fundamental de la calidad y seguridad asistencial en la sanidad.

El European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP) clasifica las úlceras por presión en 4 estadios, según la profundidad y características de la lesión. (European Pressure Ulcer Advisory Panel, 2016):

- *Estadio I:* eritema no blanqueante:
 - *Características:* localizado generalmente en prominencias óseas, decoloración de la piel, calor, edemas, endurecimientos o dolor y difícil de detectar en pieles oscuras.
- *Estadio II:* pérdida parcial del espesor de la piel o ampolla:
 - *Características:* úlcera superficial con rubor y sin esfacelo.
 - También puede presentarse como una ampolla intacta o abierta/rota llena de suero o de suero sanguinolento.
- *Estadio III:* pérdida total del grosor de la piel (grasa visible)
 - *Características:* Pérdida completa del grosor del tejido, siendo visible el tejido subcutáneo. Suelen caracterizarse por tratarse de cavitaciones y tunelizaciones.
- *Estadio IV:* pérdida total del espesor de los tejidos
 - *Características:* exposición del hueso, músculo y tendón, con presencia de esfacelos y a menudo cavitada y/o tunelizada.

Etiología:

Sin duda, la aparición de una úlcera por presión gira en torno a dos grandes ejes (García, Martín, & Herrero, 2004):

- Presencia de fuerzas mecánicas: presión, fricción o cizalla.
- Intolerancia de los tejidos para soportar a los anteriores.

Las fuerzas mecánicas son responsables de las UPP debido a que provocan un mecanismo de aplastamiento, presión, entre dos planos (corporal y externo). Este aplastamiento puede deberse a la aplicación de fuerzas tangenciales, cizalla, o por fuerzas de fricción que provocan la oclusión de los vasos mayores y el daño endotelial a nivel arteriolar.

Los factores de riesgo causantes de heridas por presión se agrupan en dos grandes grupos, intrínsecos (propios del paciente y en pocas ocasiones modificables) y extrínsecos (propios del medio y modificables en la mayoría de las ocasiones):

- *Intrínsecos*: inmovilismo, enfermedad circulatoria o respiratoria, diabetes, obesidad, malnutrición, edad etc.
- *Extrínsecos*: humedad, agentes irritantes, superficies de apoyo, sondajes nasogástricos o vesicales, fijaciones, sujeciones mecánicas etc.

Prevalencia y repercusiones económicas:

En el último estudio de prevalencia de las úlceras por presión realizado en 2013 por el Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en Úlceras por Presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP) concluye que en los centros hospitalarios la prevalencia de UPPs es del 7,8%, del 13,41% en el caso de los centro sociosanitarios y entre un 0,11% y un 8,51% en atención primaria, siendo esta variación debido a la edad y dependencia de los usuarios. En cuanto a la prevalencia de las UPP por estadio destaca que, prácticamente, la mitad de las lesiones pertenecen al estadio II (48,7%), seguidas del estadio III (21,2%), estadio I (15,2%) y estadio IV (11,3%). (Pancorbo-Hidalgo et al, 2014).

Además, el coste de tratamiento de una úlcera de presión aumenta substancialmente en razón directa con el estadio de la úlcera, yendo desde los 24 € (Grado I) a los 6.802 € (Grado IV) para pacientes tratados en hospitales. Esto se debe a que el tiempo de curación se alarga y la incidencia de complicaciones es más alta. El costo total de tratamiento de las úlceras por presión en España en un año es aproximadamente de 461 millones de euros, cerca del 5% del gasto sanitario anual. De esta cifra, el 15% lo representan el costo de apósitos y otros materiales, mientras que el 19% lo representan el costo del tiempo de enfermería, y el 45% del total lo representa el costo de las estancias extra en el hospital relacionadas con estas lesiones. (Rojas, Hernández, & Mateos, 2007)

Tratamiento:

El tratamiento estándar de una úlcera por presión es muy simple siempre y cuando sea precoz y se evite que se prolongue en el tiempo, cambiando así de estadio y complicando el tratamiento a emplear. Este se clasifica en dos tipos de cuidados, generales y locales. Dentro de los generales existen medidas como el alivio de presión, aumento del aporte proteico y calórico y la educación sanitaria y, por otro lado, dentro de los cuidados locales se haya la limpieza y desinfección de la herida de manera regular, el desbridamiento, imprescindible para evaluar el estadio de la úlcera, la apuesta por la cura húmeda y la prevención de infecciones.(Martínez Angulo, 2008)

Estimulación eléctrica:

Mas allá del tratamiento estándar se encuentra la electroterapia. Esta se define como la aplicación de una corriente eléctrica mediante electrodos situados directamente sobre una herida o en una zona de la piel próxima con el objetivo de producir reacciones fisiológicas y biológicas que favorezcan la regeneración celular. (Ojingwa & Isseroff, 2002). El uso de estimulación eléctrica como terapia complementaria a la curación de heridas se remonta al siglo XVII cuando se utilizaban las hojas de oro sobre las heridas abiertas para facilitar la curación.(Quiroga-Santamaría et al, 2013) No obstante, solo se conocen estudios experimentales hacia la década de los 70, cuando se inicia un proceso investigativo para conocer profundamente las propiedades eléctricas de la piel y el efecto que tiene la estimulación eléctrica en las reacciones fisiológicas de las células epidérmicas para aumentar y favorecer la curación de las heridas.(Velnar, Bailey, & Smrkoj, 2009)

Las células se componen de un complejo sistema eléctrico susceptible de modificación por agentes externos que puede ser responsable de varios cambios, generales y específicos, de la célula; entre ellos cambios en el metabolismo o comportamiento celular. (Oscar, Mertz, Smerbeck, & Eaglstein, 1983).Esto es extrapolable a las células epiteliales, las células del borde de las heridas experimentan disminución, modificable externamente, de su potencial eléctrico de membrana y reorganización del citoesqueleto de actina. La disminución del campo eléctrico de la membrana no permite la reorganización del citoesqueleto de actina y decrece significativamente la velocidad de cicatrización.(Chifflet & Hernández, 2013)

2. OBJETIVOS:

- *General:* determinar la recomendación del uso de corriente eléctrica.
- *Específicos:*
 - o Determinar las características de la corriente empleada.
 - o Conocer los datos que avalan dicha recomendación.

3.METODOLOGÍA:

Diseño:

Revisión sistemática y meta-análisis sobre la evaluación del uso de estimulación eléctrica como tratamiento efectivo de las úlceras por presión.

La revisión se realizó siguiendo el formato estandarizado PICO (población, intervención, comparación y resultados):

- *Población:* paciente que presenta alguna ulcera por presión.
- *Intervención:* aplicación de corriente eléctrica de alto voltaje en combinación con el tratamiento estándar.
- *Comparación:* aplicación del tratamiento estándar usado en la cura de UPPs.
- *Resultado:* mejores resultados, en cuanto a tiempo de curación y disminución del lecho de la herida, en aquellos pacientes que recibieron el tratamiento combinado.

Bases de datos: para la elaboración del estudio se utilizaron las bases de datos PubMed, SCOPUS, Web of Science, Cochrane y repositorios Dialnet, Teseo y Universidad de Almería. Se realizaron también búsquedas bibliográficas en metabases, cuentas oficiales de organizaciones o literatura gris y páginas de registro de ensayos clínicos (www.clinicaltrial.gov). Para la elaboración del flujograma se siguieron los criterios PRISMA recogidos en el Manual de revisiones sistemáticas de Cochrane (PT Higgins & Green, 2011).

Los tesauros obtenidos del descriptor de búsqueda medical subject headings (MeSH) a partir del lenguaje natural fueron utilizados en la totalidad de las bases de datos.

Tabla 1 Comparación entre lenguaje natural y estructurado; Fuente: elaboración propia

Lenguaje natural	Lenguaje estructurado (MeSH)
Tratamiento	Treatment
Estimulación eléctrica	Electrical stimulation
Úlcera por presión	Pressure ulcer

Por último, para la combinación de los distintos descriptores se usaron los operadores booleanos AND y OR de esta forma se obtuvo un amplio número de resultados.

A continuación, se expone la estrategia de búsqueda empleada:

Tabla 2 Estrategia de búsqueda; Fuente: elaboración propia

Buscador	Estrategia
PubMed	Fórmula: (((treatment[Title/Abstract]) OR healing[Title/Abstract])) AND electric* stimulation[Title/Abstract] AND pressure ulcer[Title/Abstract] Filters: Clinical Trial; published in the last 10 years; Humans; English
Scopus	Fórmula: (title-abs-key (electric* and stimulation) and title-abs-key (pressure and ulcer) and title-abs-key (treatment)) and (limit-to (pubyear , 2020) or limit-to (pubyear , 2019) or limit-to (pubyear , 2018) or limit-to (pubyear , 2017) or limit-to (pubyear , 2016) or limit-to (pubyear , 2015) or limit-to (pubyear , 2014) or limit-to (pubyear , 2013) or limit-to (pubyear , 2012) or limit-to (pubyear , 2011)) and (limit-to (doctype , "ar")) and (limit-to (exactkeyword , "human") or limit-to (exactkeyword , "humans")) and (limit-to (language , "english"))
Web of Science	Fórmula: TS=(electrical stimulation) AND TS=(pressure ulcer*) AND TS=(treatment OR healing) Refinado por: AÑOS DE PUBLICACIÓN: (2020 OR 2011 OR 2010 OR 2018 OR 2017 OR 2016 OR 2015 OR 2014 OR 2013 OR 2012) AND IDIOMAS: (ENGLISH) AND TIPOS DE DOCUMENTOS: (CLINICAL TRIAL)

Las diferencias en las estrategias recaen únicamente en la diferencia de terminología usada para el filtrado de búsqueda en las distintas bases.

Descriptores utilizados:

Los descriptores de búsqueda usados en las bases PubMed, Scopus y WOS fueron:

- Electric* stimulation
- Pressure ulcer
- Treatment

Criterios de inclusión:

- *Tipo de estudio:* Se incluyeron únicamente ensayos clínicos, escritos en inglés y publicados en los últimos 10 años, siendo esto último un requisito no indispensable si los resultados del ensayo se consideran relevantes para el estudio.
- *Tipo de participantes:* Se incluyeron sujetos de cualquier característica, es decir, sin tener en cuenta género, edad o raza. Además, en todos los ensayos los sujetos debían sufrir, como mínimo, úlceras por presión grado I (eritema no blanqueante).
- *Tipo de intervención:* Ensayos que únicamente median la capacidad de la estimulación eléctrica en el tratamiento de las úlceras por presión. Aun así, se tuvieron en cuenta los que comparaban la estimulación eléctrica con la cura tradicional, los que usaban un tratamiento mixto o los que comparaban distintos tipos de corriente.
- *Tipo de resultados:*
 - *Primarios:*
 - Proporción UPP curadas.
 - Variación del tamaño del lecho de la herida.
 - *Secundarios:*
 - Tiempo de curación.
 - Características de la corriente eléctrica usada.

Búsqueda y análisis de datos:

- *Selección de estudios:* un solo autor se encargó de filtrar los títulos y resúmenes de cada resultado para identificar aquellos que más concordaban con el objeto de estudio. Tras este filtrado, se procedió a la lectura del texto completo para seleccionar los ensayos que cumplían con todos los criterios de inclusión.
- *Procedimiento:* para explicar el procedimiento de recolección y búsqueda de artículos se recurrió una tabla cronológica que recoge los siguientes datos:
 - Resultados tras la estrategia de búsqueda.
 - Resultados tras seleccionar la fecha de publicación y tipo de artículo.
 - Resultados tras leer título y resumen.
 - Resultados tras lectura de texto completo.
 - Resultados seleccionados para la revisión.

- *Extracción de datos:* se procedió a una extracción de datos de todos los artículos. Se extrajeron la máxima cantidad de datos, estos son:
 - Título y autor.
 - Año.
 - Tipo de estudio.
 - Número de participantes.
 - Tipo de intervención.
 - Resultados.

- *Estudio de la calidad metodológica:* siguiendo la recomendaciones Cochrane para la evaluación de la calidad de los ensayos se recurrió a la Herramienta de la Colaboración Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo mediante distintos ítems que se califican con bajo o alto riesgo de sesgo según la información aportada en los artículos:
 - Notificación selectiva.
 - Manejo de resultados incompletos.
 - Cegamiento de ellos evaluadores.
 - Cegamiento del personal.
 - Cegamiento de los participantes.
 - Ocultación de la asignación.
 - Generación de la secuencia aleatorizada.

- *Meta-análisis:* se seleccionaron aquellos artículos que compartían aspectos similares a la hora de plasmar en sus resultados para llevar a cabo un metaanálisis de resultados mediante el programa Epidat 3.1. En el meta-análisis se realizaron las siguientes comprobaciones:
 - Prueba de heterogeneidad de Dersimonian y Laird's
 - Forest Plot.
 - Sesgo de publicación (prueba de Begg y prueba de Egger).
 - Análisis de sensibilidad (modelo de efectos aleatorio y gráfica de influencia).

3. RESULTADOS:

Resultados de la búsqueda:

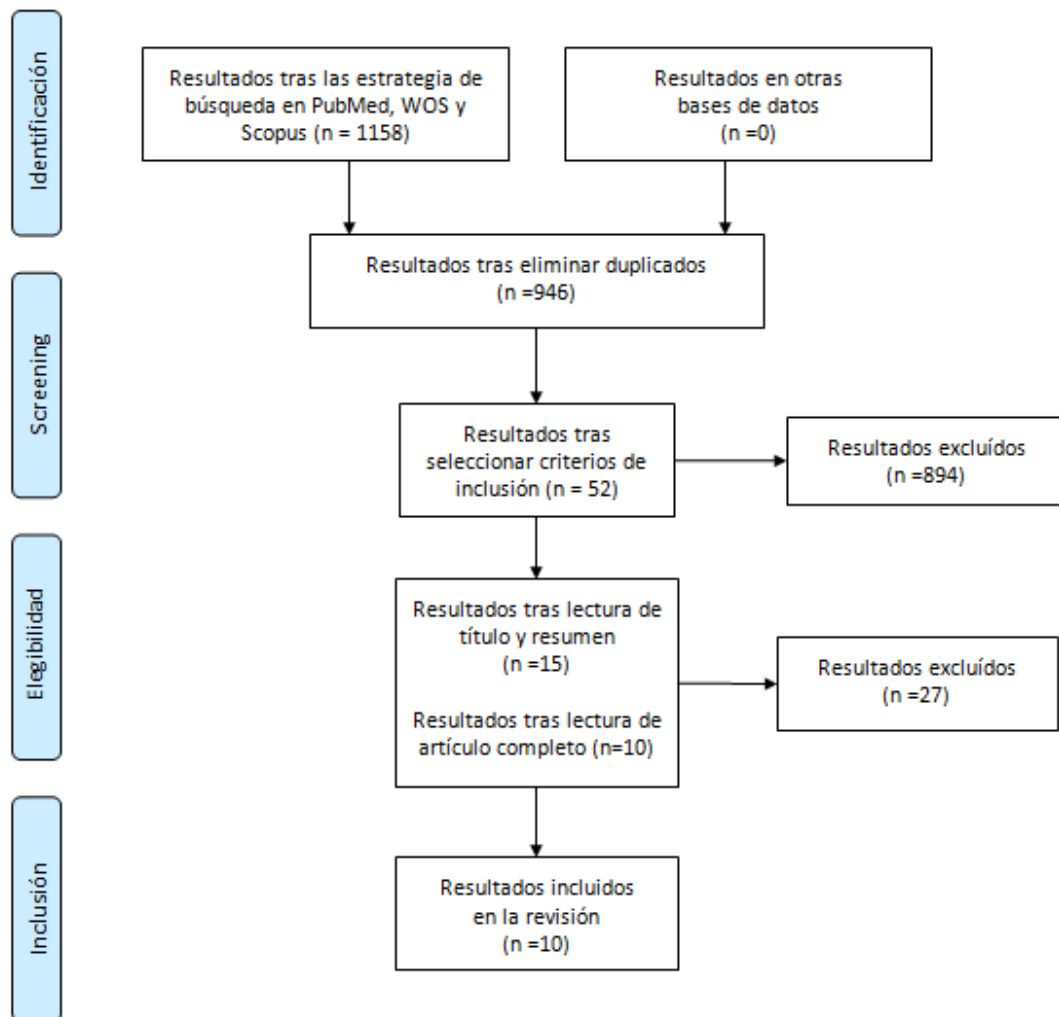


Ilustración 1 Diagrama de flujo; Fuente: elaboración propia

Se revisó un total de 1158 publicaciones, tras el cribado de los artículos se descartaron 1148 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión. Finalmente, se obtuvieron 10 resultados para la lectura del texto completo.

Se descartó el 18.31% de los resultados por estar duplicados (n=212), de los restantes (n=946) se descartó un 94.5% (n=894) por no cumplir los filtros seleccionados (año, idioma, fecha de publicación, tipo de estudio y realizado en humanos). Por último, tras la lectura el título, resumen y, posteriormente, el texto completo se descartó un 80.77% (n=42) de las publicaciones, incluyendo en la revisión un 19,23% (n=10) de los estudios.

A continuación, se exponen las principales características de los resultados:

Tabla 3 Principales características de los resultados; Fuente elaboración propia

Autor	Año	Diseño	Tamaño	Resultados principales
Houghton et al	2010	Ensayo clínico aleatorizado	34	<ul style="list-style-type: none"> – El porcentaje de disminución del tamaño del lecho de la herida al final de la intervención fue significativamente mayor en el GE (media \pm desviación estándar, $70 \pm 25\%$) que el GC $36 \pm 61\%$; $P=0.048$). – La proporción de UPPs grado III, IV o sin calificar mejoran en al menos un 50% del tamaño del lecho en el GE que en el GC ($P=0.02$). – El progreso de curación se realizó fotográficamente sólo en el GE.
Franek et al	2011	Ensayo clínico aleatorizado	58	<ul style="list-style-type: none"> – Los cambios producidos en las heridas fueron: <ul style="list-style-type: none"> ○ Superficie total de lecho: 85,38% en el GE y 40,08% en el GC. ○ Longitud: 71,22% en el GE y 30,38% en el GC. ○ Ancho: 76,06% en el GE y 32,48% en el GC. ○ Volumen: 20,69% en el GE y 9,39% en el GC. – El índice de Gilman (0,64cm en el GE y 0,28cm en el GC) indicó una diferencia a favor del grupo experimental ($P \leq 0.001$). – Se notó un notable descenso en la secreción de pus y un aumento en el tejido de granulación en las úlceras del grupo experimental.

Recio et al	2012	Serie de casos	3	<ul style="list-style-type: none"> – Paciente A: el tamaño del lecho de la herida se redujo en un 95,58% tras 16 semanas de tratamiento complementario con estimulación eléctrica. – Paciente B: el tamaño del lecho de la herida se redujo en un 96,25% tras 22 semanas de tratamiento complementario con estimulación eléctrica. – Paciente A: el tamaño del lecho de la herida se redujo en un 100% tras 6,5 semanas de tratamiento complementario con estimulación eléctrica.
Franek et al	2012	Ensayo clínico aleatorizado	50	<ul style="list-style-type: none"> – Los cambios producidos en las heridas fueron: <ul style="list-style-type: none"> ○ Superficie total de lecho: 88,9% en el GE y 44,4% en el GC. ○ Longitud: 74% en el GE y 36,1% en el GC. ○ Ancho: 79% en el GE y 36,3% en el GC. ○ Volumen: 100% en el GE y 54% en el GC. ○ Tejido de granulación: 37,66% en el GE y 10,36% en el GC. – El índice de Gilman (0,66cm en el GE y 0,26m en el GC) indicó una diferencia a favor del grupo experimental (P= 0,000003)
Polak et al	2014	Ensayo clínico aleatorizado	42	<ul style="list-style-type: none"> – Tras 6 semanas el lecho disminuyó con una diferencia importante en el GE (68.80% ± 37.23%) comparado con el GC (37.24% ± 57.84%) – El índice de Gilman fue mayor en el GE que en el GC, 0.88 ± 0.62 y 0.43 ± 0.50, respectivamente.

				<ul style="list-style-type: none"> – La media semanal de la disminución del tamaño del lecho fue mayor en el GE que en GC, pero solo en UPPs grado II (3.09 ± 2.93 cm²/semana y 1.08 ± 1.43 cm²/semana respectivamente). – GE: se cerró un 50% de las UPPs II y un 14,29% de las UPPs III. Un 42,86% de las UPPs III disminuyó de tamaño en más de un 50%. – GC: se cerró un 16,67% de las UPPs II y un 60% de las UPPs III disminuyó de tamaño en más de un 50%.
Polak et al	2016	Ensayo clínico aleatorizado	77	<ul style="list-style-type: none"> – El porcentaje de disminución del lecho de la herida fue mayor en el GE con ultrasonido (77.48 ± 11.59 %; $P=0.024$) en comparación al GE con alto voltaje (76.19 ± 32.83%; $P=0.030$) y que en el GC (48.97 ± 53.42%). – El GE con alto voltaje obtuvo una mayor cantidad de UPPs que disminuyeron de tamaño en más de un 50% en comparación al GC ($P=0.05$ and 0.031, respectivamente). – No se encontraron cambios entre el GE con ultrasonido y el de alto voltaje.
Polak et al	2016	Ensayo clínico aleatorizado	49	<ul style="list-style-type: none"> – En el GE hubo una notable disminución del lecho tras la primera semana ($35\% \pm 30.5\%$) en comparación al GC ($17.07\% \pm 34.13\%$). – Al final del ensayo, 6 semanas, el porcentaje de reducción fue de un $80.31\% \pm 29.02\%$ en el GE y de un $54.65\% \pm 42.65\%$ en el GC ($P = 0.046$).

Karsli et al	2017	Ensayo clínico aleatorizado	27	<ul style="list-style-type: none"> – El porcentaje de disminución del lecho en el GE con ultrasonido fue: <ul style="list-style-type: none"> ○ UPP II: 80.29±84,46%; P=0.041. ○ UPP III: 54.67±12,67%; P < 0.01. – El porcentaje de disminución del lecho en el GE con alto voltaje fue: <ul style="list-style-type: none"> ○ UPP II: 34.48±15,5%; P=0.012. ○ UPP III: 27.58±23,66%; P < 0.01. ○ UPP IV: 39.44±21,52%; P=0.020.
Polak et al	2017	Ensayo clínico aleatorizado	63	<ul style="list-style-type: none"> – El tamaño del lecho de las UPPs del GE con cátodo disminuyó en un 82,34% (95% de confianza) y el de las UPPs del GE con cátodo-ánodo disminuyó en un 70,77% (95% de confianza). – Estos cambios son mayores que en el GC (40.53%; confianza del 95%). – No hay datos relevantes para determinar si es más efectivo el uso del cátodo o del cátodo-ánodo.
Polak et al	2018	Ensayo clínico aleatorizado	61	<ul style="list-style-type: none"> – El cálculo de resultados se realizó a las 8 semanas. No se observaron cambios importantes en los GGEE, pero sí entre el GE y el GC: <ul style="list-style-type: none"> ○ GE con ánodo: 64.10% ± 29.22%. ○ GE con cátodo: 74.06% ± 23.23%. ○ GC: 41.42% ± 27.88%; P = 0.0391 y P = 0.0024 respectivamente.

Características de los estudios incluidos:

- *Participantes:*

Tabla 4 Principales características de la muestra; Fuente elaboración propia

Participantes	Sexo	Hombre	200
		Mujer	262
	Edad (años)	Mínima	32,63
		Máxima	81,14
Úlceras	Localización (+ común)	Sacro > tuberosidad isquiática > MI	
	Estadio (+ común)	II>III>IV	
	Antigüedad (meses)	Mínima	2,5
		Media	<3
		Máxima	36

- *Intervenciones:*

Tabla 5 Principales características de las intervenciones; Fuente elaboración propia

Duración semanal (hrs/sem)	Mínima	3
	Media	6,14
	Máxima	21
Tipo de corriente	Pulsátil	10
	Continua	0
Número electrodos	Uno (activo)	2
	Dos (activo y dispersivo)	8
Localización de los electrodos	Zona perilesional	2
	Lecho y zona perilesional	2
	Lecho y a 20cm	6
Frecuencia	Alterna (50-100Hz)	5
	Fija (100Hz)	2
	Progresiva (10-100Hz)	2
	Sin especificar	1
Voltaje	Alterno (50-150V)	2
	Fijo (100V)	5
	Progresivo (100-150V)	2
	Sin especificar	1
Placebo	Sí	3
	No	7

- **Resultados:**

Tabla 6 Resultados expresados en los artículos; Fuente elaboración propia

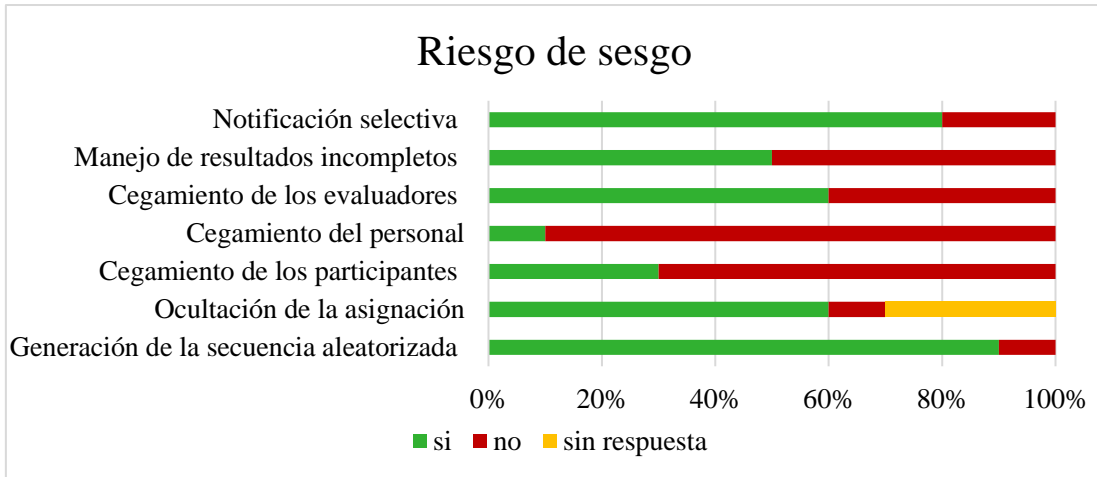
Úlceras curadas	Reflejado	6
	Sin reflejar	4
Tiempo de curación (sobre las curadas)	Reflejado	1
	Sin reflejar	5
Variación tamaño del lecho	Reflejado	9
	Sin reflejar	1
Características del tratamiento	Reflejado	9
	Sin reflejar	1

Evaluación de la calidad:

Tabla 7 Riesgo de sesgo por artículo; Fuente: elaboración propia

	Generación de la secuencia aleatorizada	Ocultación de la asignación	Cegamiento de los participantes	Cegamiento del personal	Cegamiento de los evaluadores	Manejo de los datos de resultados incompletos	Notificación selectiva
Houghton et al 2010	+	+	-	-	+	+	-
Franek et al 2011	+	+	-	-	+	+	+
Recio et al 2012	-	?	-	-	-	-	-
Franek et al 2012	+	-	-	-	-	-	+
Polak et al 2014	+	?	-	+	+	-	+
Polak et al 2016a	+	+	+	-	+	-	+
Polak et al 2016b	+	+	-	-	-	+	+
Karsli et al 2017	+	?	-	-	-	+	+
Polak et al 2017	+	+	+	-	+	+	+
Polak et al 2018	+	+	+	-	+	-	+

Tabla 8 Riesgo de sesgo por categoría; Fuente elaboración propia

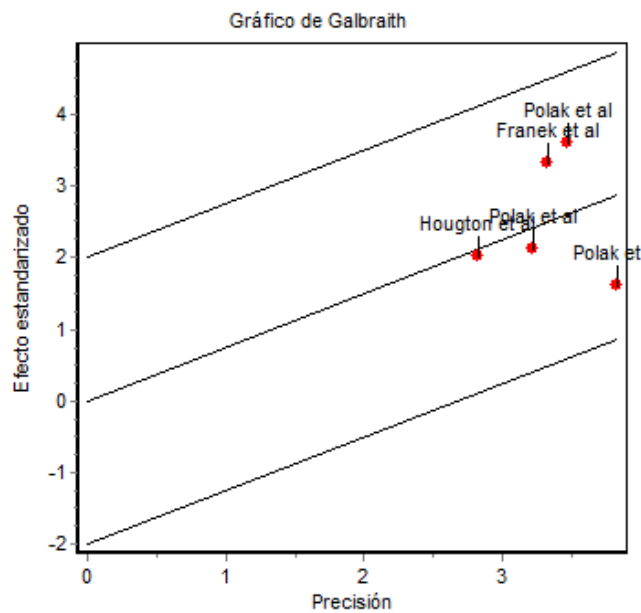


Meta-análisis:

- *Heterogeneidad:* Prueba de heterogeneidad de Dersimonian y Laird's

Estadístico Q (Ji-cuadrado)	gl	Valor p
3.3506	4	0.5010

Estadísticos de heterogeneidad	Estimador
Varianza entre estudios	0.0000
Varianza intra-estudios	0.0890
Coeficiente RI	0.0000 (Prop de varianza total debida a la varianza entre estudios)
Coef. Variación entre estudios	0.0000

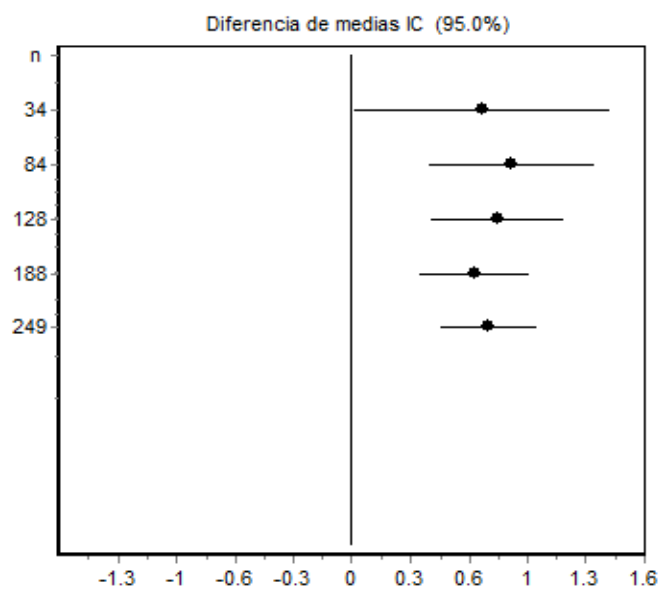
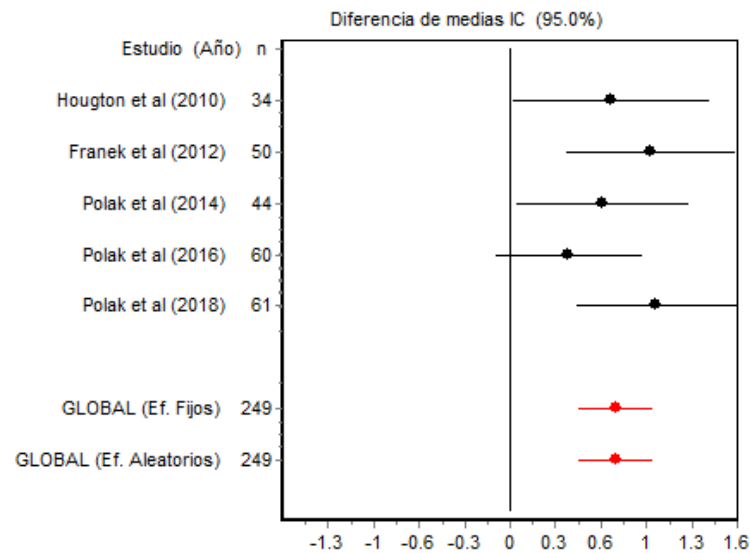


- *Resultados individuales y combinados:*

Estudio	Año	n	d	IC (95,0%)		Pesos (%)	
						E.fijos	E. aleat.
Houghton et al	2010	34	0.7137	0.0192	1.4081	14,1754	14,1754
Franek et al	2012	50	0.9926	0.4047	1.5805	19,7782	19,7782
Polak et al	2014	44	0.6554	0.0482	1.2626	18.5424	18.5424
Polak et al	2016	60	0.4169	-0.0949	0.9287	26.0989	26.0989
Polak et al	2018	61	1.0333	0.4681	1.5984	21.4051	21.4051

Estudios fijos	249	0.7490	0,4875	1,0104
Estudios aleatorios	249	0.7490	0.4875	1.0104

- *Forest Plot:*



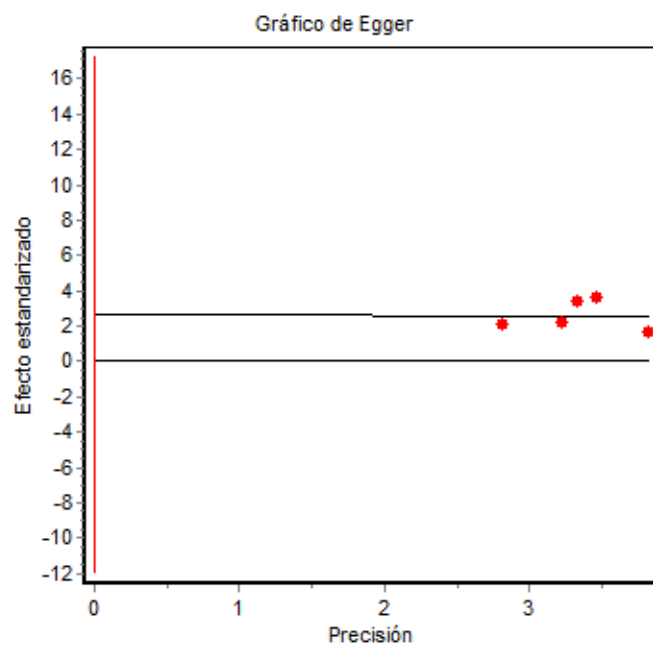
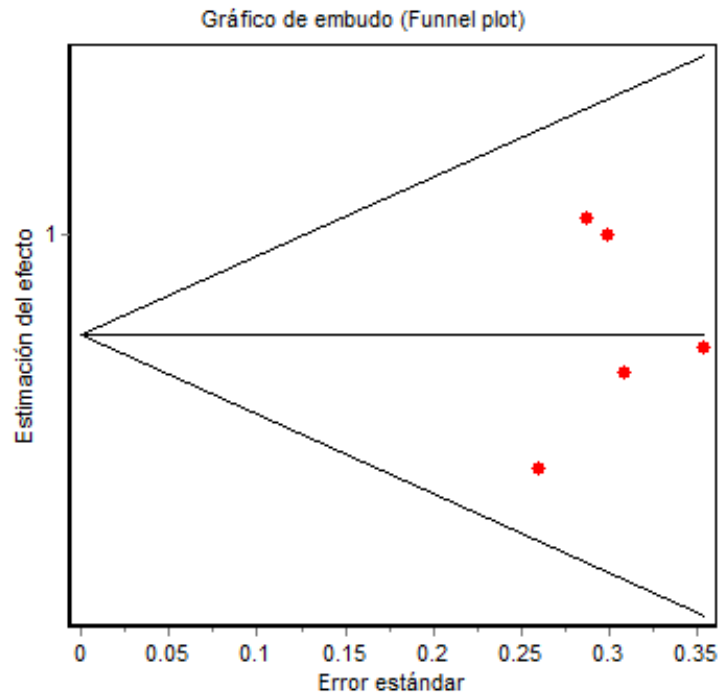
- *Sesgo de publicación:*

Prueba de Begg

Estadístico Z	Valor P
-0.2449	0.8065

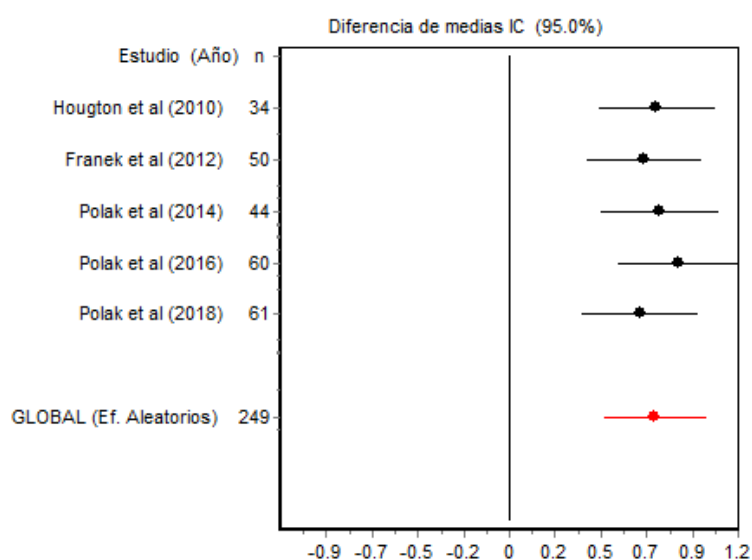
Prueba de Egger

Estadístico t	gl	Valor P
0.5674	3	0.6101



- *Análisis de la sensibilidad:*

MODELO EFECTOS FIJOS				IC (95%)		Cambio relativo (%)
Estudio omitido	Año	n	d	L. inferior	L. superior	
Houghton et al	2010	215	0.7572	0.4591	1.0553	1.10
Franek et al	2012	199	0.6889	0.3970	0.9809	-8.02
Polak et al	2014	205	0.7722	0.4706	1.0739	3.11
Polak et al	2016	189	0.8663	0.5621	1.1704	15.66
Polak et al	2018	188	0.6715	0.3766	0.9665	-10.34
GLOBAL		249	0.7490	0.4875	1.0104	



4. DISCUSIÓN:

Las úlceras por presión son consideradas como uno de los indicadores más importantes en los resultados de calidad del cuidados y satisfacción del paciente. Por eso, se deben buscar nuevas alternativas de tratamiento, como la estimulación eléctrica, que ofrezcan un abordaje más rápido, complejo y que produzca una disminución del gasto, suponen un coste de 416 millones de euros anuales para la sanidad española. (Rojas et al., 2007)

En este sentido, la presente revisión sistemática pretende evaluar si la estimulación eléctrica es una terapia complementaria efectiva que acelere y mejore el proceso de curación de una herida por presión y qué característica debe tener dicha corriente eléctrica.

Para responder a dicha pregunta se seleccionaron 10 artículos, un 90% (n=9, Houghton et al., 2010; Franek et al., 2011; Franek et al., 2012; Anna Polak et al., 2014; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2017; Karsli, Gurcay, Karaahmet, & Cakci, 2017 y Anna Polak et al., 2018) de los resultados eran ensayos clínicos cuyos participantes habían sido aleatoriamente elegidos, con cegamiento de los participantes o del personal y un 10% (n=1, Recio, Felter, Schneider, & McDonald, 2012) de los resultados era estudio serie de casos. Por tanto, se han podido extrapolar resultados de los estudios, ya que, compartían similitudes metodológicas como la variación del tamaño del lecho de la herida expresada tanto en % como en cm², el índice de Gilman al principio y al final del tratamiento, las características de la corriente utilizada, proporción de UPPs y el análisis de la calidad o sesgo que mostraba ciertas diferencias en cuanto al sesgo analizado, se muestran carencias en el doble cegamiento o en el ocultamiento de la asignación.

Los resultados expuestos muestran una fuerte inclinación por adoptar una combinación entre el tratamiento estándar de las UPPs y la estimulación eléctrica obteniendo así mejores resultados en comparación al uso único del tratamiento estándar.

Proporción de UPPs curadas:

Únicamente siete estudios (Houghton et al., 2010; Franek et al., 2011; Recio et al., 2012; Anna Polak et al., 2014; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2016 y Anna Polak et al., 2017) analizaron la proporción de úlceras curadas por completo. En estos estudios se analizaron un total de 325 úlceras por presión de las cuales 176 fueron tratadas con estimulación eléctrica (GE) frente a las 149 que únicamente recibieron tratamiento estándar (GC). De las pertenecientes al GE 95 úlceras (53,98%) se cerraron completamente y del GC se cerraron 33 úlceras (22,15%). Cabe decir que, si analizamos las úlceras por su estadio, en las heridas por presión estadio II no se encontraron diferencias entre en grupo y otro, siendo más visible un aumento de la proporción de heridas curadas con estimulación eléctrica en las heridas por presión de estadio III y IV.

Tiempo de curación:

Los artículos no hicieron referencia exacta al tiempo medio en que se cerraron las UPPs. Por tanto, no es posible establecer de manera la afirmación de que la estimulación eléctrica acelera el proceso de curación en comparación al tratamiento estándar, ya que los resultados fueron medidos al final de la investigación cuya extensión en el tiempo iba desde las tres emanas hasta las veintiuna.

Variación del tamaño de la herida

Todos los artículos, excepto uno (Karsli et al., 2017), en su totalidad expresan como resultado la disminución del lecho de la herida. Estos resultados se pueden dividir en dos grupos: los que expresan el número de UPPs que disminuyeron en más de un 50% de tamaño y los que expresan la reducción del tamaño de la herida expresada en porcentaje.

- *Número de UPPs cuyo lecho disminuyó en más de un 50%:* tres artículos (Houghton et al., 2010; Anna Polak et al., 2014 y Recio et al., 2012) expresaron la variación del lecho usando este método. En estos artículos, el número total de heridas por presión, quitando aquellas que se habían cerrado al 100%, fue de 56, 25 pertenecientes al GE y 31 al GC. De las UPPs incluidas en el GE, 15 disminuyeron de tamaño en un más de un 50% al final del tratamiento y de las incluidas en GC, 12 disminuyeron de tamaño.
- *Porcentaje de disminución al final del tratamiento:* seis artículos (Franek et al., 2012, 2011; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2017, 2016, 2018) expresaron la variación del lecho usando este método. En estos artículos, el número total de heridas por presión fue de 357, 183 pertenecientes al GE y 174 al GC. De las UPPs incluidas en el GE, el porcentaje de disminución varía entre un 69% y un 88,9 %, en cambio, en el grupo control el porcentaje de disminución oscila entre un 40,08% y un 48,95%.

Además, siete artículos (Franek et al., 2012; Houghton et al., 2010; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2014, 2017, 2016; Recio et al., 2012) que reunían un total de 374 úlceras (201 del GE y 173 del GC) hicieron alusión al incremento del tamaño del lecho de la herida. En el grupo experimental solo aumento de tamaño una úlcera y trece úlceras en el grupo control.

Podemos decir que la estimulación eléctrica no solo favorece la disminución del lecho de la herida y, por tanto, frena su crecimiento. Ahora bien, habría que determinar cuáles son los mecanismos de acción, aparte de favorecer el crecimiento del tejido de granulación, que hacen que una corriente eléctrica favorezca este hecho.

Características de la corriente:

- *Tipo de corrientes:* en todos los estudios se recurrió a una corriente pulsátil.
- *Número electrodos:* ocho estudios (Houghton et al., 2010; Franek et al., 2011; Recio et al., 2012; Franek et al., 2012; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2017 y Anna Polak et al., 2018) usaron dos electrodos (activo y dispersivo) y dos estudios (Anna Polak et al., 2014 y Karsli et al., 2017) usaron únicamente un electrodo.
- *Localización de los electrodos:*
 - Los ensayos que usaron únicamente un electrodo (Anna Polak et al., 2014 y Karsli et al., 2017) colocaron este en la zona perilesional, sin especificar distancia al lecho de la herida.
 - Dos ensayos (Franek et al., 2011 y Recio et al., 2012) colocaron un electrodo sobre el lecho y el otro en la zona perilesional, sin especificar distancia.
 - El resto (Houghton et al., 2010; Franek et al., 2012; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2016 y Anna Polak et al., 2018) de los resultados colocaron un electrodo sobre el lecho y el otro a 20cm de la herida, sobre piel sana e intacta .
- *Frecuencia:* cinco estudios (Franek et al., 2011; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2017 y Anna Polak et al., 2018) usó una frecuencia comprendía entre 50 y 100Hz (según la contracción muscular provocada), dos (Recio et al., 2012 y Franek et al., 2012) se decantó por una frecuencia invariable de 100Hz, dos (Houghton et al., 2010 y Karsli et al., 2017) optó por una frecuencia intercalada semanalmente de 10 y 100Hz y el restante (Anna Polak et al., 2014) de los resultados no especifica la frecuencia usada.
- *Voltaje:* un cinco estudios (Franek et al., 2011; A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2017 y Anna Polak et al., 2018) usó un voltaje de 100V, dos investigaciones (Recio et al., 2012 y Franek et al., 2012) se decantó por un voltaje comprendido entre 100 y 150V, dos (Houghton et al., 2010 y Karsli et al., 2017) optó por un voltaje intercalado semanalmente de 50 y 150V y el restante (Anna Polak et al., 2014) de los resultados no especifica la frecuencia usada.
- *Placebo:* únicamente cuatro estudios (A. Polak et al., 2016; Anna Polak et al., 2017 y Anna Polak et al., 2018) decidieron usar un dispositivo que simulaba al generador eléctrico en el grupo control.

Meta-análisis:

La prueba de heterogeneidad de Dersimonian y Laird's resultó no significativa, es decir hay homogeneidad entre los estudios (observar gráfica de Galbraith). Al interpretar el resultado final del modelo de efectos fijos y aleatorios presentes en el gráfico forest plot se observa como los resultados, en su totalidad, se muestran a favor de la eficacia del uso de la estimulación eléctrica en el tratamiento de las úlceras por presión. No se observan sesgos de publicación tal y como se interpreta en la prueba de Begg, con resultado no significativo, y en el funnel plot, donde los artículos se encuentran dentro del embudo. En el análisis de sensibilidad el artículo más influyente en el resultado es el publicado por Polak et al en el año 2016.

Limitaciones del trabajo:

La revisión presenta algunas limitaciones tales como el tamaño de la muestra. Tres de los artículos pertenecen al mismo autor (Polack et al) en años consecutivos, aunque el resultado del meta-análisis no varía eliminando algunos de los trabajos de Polack et al. Sería interesante ampliar el estudio a pacientes con otro tipo de úlceras (venosas u arteriales).

5. CONCLUSIÓN:

- La estimulación eléctrica mejora notablemente los resultados en la curación de las heridas por presión, tanto en heridas curadas completamente con en disminución del lecho.
- La estimulación eléctrica es una alternativa eficaz en el tratamiento de las úlceras por presión cronificadas y de difícil tratamiento.
- La formación en la prevención de las úlceras por presión de los familiares y cuidadores de estos pacientes es una labor esencial para realizar por el personal de enfermería.

6. BIBLIOGRAFIA:

- Blanco Lopez, J. L. (2003). Definición y clasificación de las úlceras por presión. *El Peu*, 23(4), 194–198.
- Chifflet, S., & Hernández, J. A. (2013). *Las baterías eléctricas: un invento de las células*. 2. Retrieved from <http://uvadoc.uva.es:80/handle/10324/11667>
- European Pressure Ulcer Advisory Panel. (2016). *Tratamiento de las úlceras por presión: guía de referencia rápida*.
- Franek, A., Kostur, R., Polak, A., Taradaj, J., Szlachta, Z., Blaszcak, E., Kucio, C. (2012). Using high-voltage electrical stimulation in the treatment of recalcitrant pressure ulcers: Results of a randomized, controlled clinical study. *Ostomy Wound Management*, 58(3), 30–44.
- Franek, A., Kostur, R., Taradaj, J., Blaszcak, E., Szlachta, Z., Dolibog, P., Polak, A. (2011). Effect of high voltage monophasic stimulation on pressure ulcer healing: Results from a randomized controlled trial. *Wounds*, 23(1), 15–23.
- García, J., Martín, A., & Herrero, J. (2004). Úlceras Por Presión. In *Guías clínicas en el tratamiento de ulceras por Presion* (Vol. 1).
- Houghton, P. E., Campbell, K. E., Fraser, C. H., Harris, C., Keast, D. H., Potter, P. J., Woodbury, M. G. (2010). Electrical Stimulation Therapy Increases Rate of Healing of Pressure Ulcers in Community-Dwelling People With Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(5), 669–678. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.12.026>
- Karsli, P. B., Gurcay, E., Karaahmet, O. Z., & Cakci, A. (2017). High-Voltage Electrical Stimulation Versus Ultrasound in the Treatment of Pressure Ulcers. *Advances in Skin and Wound Care*, 30(12), 565–570. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000526606.72489.99>
- Martínez Angulo, J. (2008). *GUÍA para la Prevención, Diagnóstico y Tratamiento de las Úlceras por Presión*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003861.pub2>
- Ojingwa, J. C., & Isseroff, R. R. (2002). Electrical Stimulation of Wound Healing. *Progress in Dermatology*, 36, 1–12.

- Oscar, A., Mertz, P., Smerbeck, R., & Eaglstein, W. (1983). The healing of superficial skin wounds is stimulated by external electrical current. *The Journal of Investigative Dermatology*, *81*(2), 144–148.
- Pancorbo-Hidalgo, P. L., García-Fernández, F. P., Torra I Bou, J. E., Soriano, J. V., & Soldevilla-Agreda, J. J. (2014). Epidemiología de las úlceras por presión en España en 2013:4.º Estudio Nacional de Prevalencia. *Gerokomos*, *25*(4), 162–170. <https://doi.org/10.4321/s1134-928x2014000400006>
- Polak, A., Taradaj, J., Nawrat-Szoltysik, A., Stania, M., Dolibog, P., Blaszcak, E., Kucio, C. (2016). Reduction of pressure ulcer size with high-voltage pulsed current and high-frequency ultrasound: A randomised trial. *Journal of Wound Care*, *25*(12), 742–754. <https://doi.org/10.12968/jowc.2016.25.12.742>
- Polak, Anna, Franek, A., Blaszcak, E., Nawrat-Szoltysik, A., Taradaj, J., Wiercigroch, L., Juras, G. (2014). A prospective, randomized, controlled, clinical study to evaluate the efficacy of high-frequency ultrasound in the treatment of Stage II and Stage III pressure ulcers in geriatric patients. *Ostomy Wound Management*, *60*(8), 16–28.
- Polak, Anna, Kloth, L. C., Blaszcak, E., Taradaj, J., Nawrat-Szoltysik, A., Ickowicz, T., ... Kucio, C. (2017). The efficacy of pressure ulcer treatment with cathodal and cathodal-anodal high-voltage monophasic pulsed current: A prospective, randomized, controlled clinical trial. *Physical Therapy*, *97*(8), 777–789. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx052>
- Polak, Anna, Kloth, L. C., Blaszcak, E., Taradaj, J., Nawrat-Szoltysik, A., Walczak, A., Kucio, C. (2016). Evaluation of the Healing Progress of Pressure Ulcers Treated with Cathodal High-Voltage Monophasic Pulsed Current: Results of a Prospective, Double-blind, Randomized Clinical Trial. *Advances in Skin and Wound Care*, *29*(10), 447–459. <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000493164.75337.de>
- Polak, Anna, Kucio, C., Kloth, L. C., Paczula, M., Hordynska, E., Ickowicz, T., Franek, A. (2018). 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 Management*, *64*(2), 10–29. <https://doi.org/10.25270/owm.2018.2.1029>

- PT Higgins, J., & Green, S. (2011). Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0. In *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011779.pub2>
- Quiroga-Santamaría, P. A., Guarín-Corredor, C., Forero-López, M., & Landínez-Parra, N. S. (2013). Propuesta de un protocolo de electro-estimulación para el tratamiento de úlceras por presión grado II y III. *Revista Facultad de Medicina*, 61(4), 431–440. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v61n4/v61n4a13.pdf>
- Recio, A. C., Felter, C. E., Schneider, A. C., & McDonald, J. W. (2012). High-voltage electrical stimulation for the management of Stage III and IV pressure ulcers among adults with spinal cord injury: Demonstration of its utility for recalcitrant wounds below the level of injury. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 35(1), 58–63. <https://doi.org/10.1179/2045772311Y.0000000044>
- Rojas, A. E. V., Hernández, Á. R. V., & Mateos, M. D. (2007). Una aproximación al impacto del coste económico del tratamiento de las úlceras por presión en España. *Gerokomos*, 18(1), 201–210.
- Velnar, T., Bailey, T., & Smrkolj, V. (2009). The wound healing process: An overview of the cellular and molecular mechanisms. *Journal of International Medical Research*, 37(5), 1528–1542. <https://doi.org/10.1177/147323000903700531>