



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO

EFECTIVIDAD DEL USO DE DIATERMIA EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR Y CERVICAL

Antonia Margarita Gual Cifre

Grado de Fisioterapia

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Año Académico 2020-21

EFECTIVIDAD DEL USO DE DIATERMIA EN EL TRATAMIENTO DEL DOLOR LUMBAR Y CERVICAL

Antonia Margarita Gual Cifre

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Fisioterapia

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2020-21

Palabras clave del trabajo:

Dolor lumbar, dolor cervical, diatermia por radiofrecuencia monopolar capacitiva resistiva

Nombre Tutor/Tutora del Trabajo losune Salinas Bueno

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RESUMEN

Introducción: El dolor lumbar y el dolor cervical son muy frecuentes en la población adulta, se estima que un 80% de la población sufrirá algún episodio de lumbalgia a lo largo de su vida, y un 50% padecerá algún proceso de dolor cervical. Ambas patologías pueden resultar incapacitantes y provocar limitaciones funcionales que pueden afectar negativamente a la calidad de vida del que la padece. La diatermia por radiofrecuencia monopolar resistiva capacitiva (CRMRF) trabaja con frecuencias próximas a 448kHz que transfieren energía al tejido, capaz de llegar a tejidos más profundos. Esta transferencia de energía produce un efecto hipertérmico que favorece a los procesos antiinflamatorios y de recuperación del tejido después de una lesión. El objetivo principal de este trabajo es comprobar la efectividad de la CRMRF en la disminución del dolor.

Método: Se realizó una búsqueda en EBSCOhost, PubMed, PeDro, Science Direct, Cochrane y BVS. Tras filtrar en función de los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 13 artículos.

Resultados: Tras la aplicación de CRMRF se observa una mejoría del dolor en los pacientes con dolor lumbar y dolor cervical. La CRMRF tiene efectos sobre el aumento y retención de temperatura tanto en piel como en tejidos, influye en la circulación sanguínea y ayuda en la recuperación de tejidos.

Conclusiones: La CRMRF parece tener efectos positivos en el tratamiento del dolor lumbar y cervical, parece que acelera el proceso de curación. La combinación con otras terapias es una buena herramienta para el manejo del dolor. El efecto termoterapéutico y la influencia sobre el flujo sanguíneo posiciona a la CRMRF como una posible opción en el tratamiento del dolor y su intensidad.

Introduction: Low back pain and neck pain are very common in adult population, it is estimated that 80% of population will suffer some episode of low back pain throughout their life, and 50% will suffer from a cervical pain process. Both pathologies can result disabling and cause functional limitations that can adversely affect life quality of the person who suffers it. Capacitive resistive monopolar radiofrequency (CRMRF) works with frequencies close to 448kHz which transfer energy to the tissue, capable of reaching deeper tissues. This energy transfer produces an hyperthermic effect that favors anti-inflammatory processes and tissue recovery after an injury. The main objective of this review is to verify the effectiveness of CRMRF in reducing pain.

Method: A research was carried out in EBSCOhost, PubMed, PeDro, Science Direct, Cochrane and BVS. After filter based on the inclusion and exclusion criteria, 13 articles were selected.

Results: Following the CRMRF application an improvement has been observed in patients with low back and neck pain. CRMRF has effects on the increase and retention of the temperature of the skin as well as the tissues, influences on blood circulation and helps in tissue recovery.

Conclusions: CRMRF seems to have positive effects in low back and neck pain treatment, it seems to speeding up the healing process. The combination with other therapies is a good tool for pain management. The thermotherapeutic effect and its influence on blood flow define CRMRF as a possible option as a treatment for pain and its intensity.

ÍNDICE

<i>INTRODUCCIÓN</i>	1
<i>OBJETIVOS</i>	4
<i>ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA</i>	4
<i>Diagrama de flujo</i>	8
<i>RESULTADOS</i>	9
<i>DISCUSIÓN</i>	16
<i>CONCLUSIONES</i>	19
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>	21
<i>ANEXOS</i>	23

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual es común oír hablar de dolor lumbar (LBP, por sus siglas en inglés, *low back pain*) o dolor cervical (NP, en inglés, *neck pain*). El dolor lumbar es una de las dolencias más frecuentes e incapacitantes en la población adulta (1,2). Hasta un 80% de personas sufrirán a lo largo de su vida por lo menos un episodio de LBP (1). Por otro lado, el dolor cervical afecta a un 50% de la población a lo largo de su vida (3).

El LBP se divide en dos grandes grupos, dolor específico e inespecífico. El primero se asocia a una patología concreta y compleja como pueda ser infección, tumoración o fractura (alrededor de un 2-5%). El LBP inespecífico se asocia a una duración de 3 meses difícil de tratar debido al origen incierto (1). Al igual que el LBP, el NP se divide en dolor específico e inespecífico (o mecánico) (3).

Entre las afectaciones más comunes e incapacitantes que provocan dolor lumbar encontramos procesos artrósicos, escoliosis, estenosis, degeneración discal y protuberancias (2).

El dolor incapacitante y la limitación funcional afectan negativamente a la calidad de vida de los pacientes (2,3), son patologías que tienen un alto coste económico y social (3). Por ello es común el uso de diferentes métodos como fármacos, cirugía y fisioterapia para abordar el dolor (1,2,4).

En fisioterapia el manejo del dolor tiene diferentes modalidades de abordaje, por ejemplo: ejercicio terapéutico, manipulación, tracción, ergonomía, termoterapia, crioterapia, electroterapia, masoterapia... (1,4).

La electroterapia se ha usado desde hace décadas para el tratamiento de todo tipo de lesiones y patologías. La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), onda corta, láser o diatermia por radiofrecuencia son algunas de las modalidades que se utilizan (5). Algunos de estos tratamientos pueden inducir hipertermia de manera superficial en el área del cuerpo donde se aplican, por ejemplo la terapia con infrarrojos, o hipertermia profunda, como lo hacen las terapias basadas en radiofrecuencia (6). Este tipo de terapias se llevan utilizando desde hace más de quince años por médicos y fisioterapeutas (7).

Hay varios factores que influyen en el efecto térmico de la radiofrecuencia; por ejemplo, los parámetros de la onda, como la frecuencia, intensidad, área y tiempo de exposición.

Las ondas de radiofrecuencia tienen la capacidad de interactuar con tejidos biológicos. Estas interacciones entre campos de radiofrecuencia y tejidos biológicos dan lugar a una transferencia de energía, lo que conduce a un aumento de la temperatura(6).

La diatermia por radiofrecuencia monopolar resistiva capacitiva (a la que a partir de ahora haremos referencia como CRMRF) se basa en un dispositivo que genera energía eléctrica con un rango de frecuencia entre 450 y 600 kHz(2). La corriente eléctrica fluye cuando existe una diferencia de voltaje a través del cuerpo entre dos electrodos colocados en diferentes áreas del cuerpo. Se utilizan dos tipos de electrodos, uno activo (que puede ser manejado por el fisioterapeuta) y otro pasivo. Normalmente, el electrodo pasivo o neutro es una placa rectangular y flexible que mide 20x25 cm \pm 1cm(6,8) aproximadamente de acero inoxidable que durante el tratamiento permanece en la misma zona del cuerpo y está conectada a tierra, actuando como electrodo de retorno (7).

El tratamiento CRMRF se aplica mediante dos modalidades: capacitiva (CAP) y resistiva (RES)(5,6,9). Se utilizan electrodos activos según la modalidad que se quiera aplicar, cada modalidad induce unas respuestas tisulares diferentes en función del tejido a tratar (9). Los electrodos activos son circulares (entre 20 y 65 mm de diámetro) y pueden ser de diferentes tamaños y materiales(7). El electrodo capacitivo está cubierto de una capa de cerámica aislante o poliamida que actúa como medio dieléctrico(6–9), el efecto se produce en tejidos más superficiales, concretamente en tejidos de baja impedancia (ricos en agua), es decir, tejido adiposo, musculatura, cartílago y sistema linfático(9). Para la aplicación del electrodo CAP se necesita una crema conductora como medio de conducción entre la piel y el electrodo (6). A diferencia del anterior, el electrodo resistivo no tiene capa aislante(9) y es de acero inoxidable(7), por esta razón la energía emitida atraviesa los tejidos hacia el electrodo inactivo, actuando sobre el tejido más profundo (8,9) y más resistente (bajo porcentaje en agua), por ejemplo huesos, musculatura profunda, cápsula y tendones (9).

Existen varias contraindicaciones en el uso de CRMRF, por ejemplo, embarazo, trombosis venosa profunda, hipostesia, lesiones cutáneas y marcapasos (8).

La CRMRF genera hipertermia en tejidos profundos, que aporta una mejoría del dolor y de la función en diferentes patologías, así como el LBP, además se le asocia un papel fundamental en la recuperación muscular después de la realización de un ejercicio fatigante(10). Entre sus efectos, se encuentra la actuación sobre el flujo sanguíneo y ayuda

al proceso de cicatrización de los tejidos (9,11,12), recuperar la flexibilidad del tejido después de la realización de ejercicio (10,12), así como mejorar la saturación de hemoglobina (8), reducir el edema(11) y aumentar la temperatura de los tejidos profundos (1,2,8,11) y la piel(5,13). Muchos de los beneficios fisiológicos de la hipertermia se producen al elevar la temperatura por lo menos 2 °C (6,13).

La CRMRF no causa una generación de calor excesiva entre la piel y el electrodo, por lo que no requiere de un sistema de enfriamiento ya que utiliza aproximadamente 448 kHz (1,7,8,12,13). El flujo sanguíneo disipa el calor hacia estructuras adyacentes, centrando el efecto en las estructuras a tratar y manteniendo la hipertermia en éstas (11). La longitud de onda utilizada promueve la movilización iónica entre la matriz intracelular y extracelular actuando sobre la capacidad de permeabilidad de la membrana celular, facilitando el intercambio intra y extracelular para la regeneración del tejido(5).

En una lesión, la regeneración del tejido involucra una gran cantidad de procesos fisiológicos. Uno de estos procesos incluye la fase de proliferación de células precursoras, las células madre mesenquimales (MSC, por sus siglas en inglés, *mesenchymal stem cells*) que están presentes en casi todos los tejidos adultos y tienen un papel fundamental en la regeneración debido a su capacidad de respuesta antiinflamatoria e inmunológica en la recuperación de lesiones (11).

Los tratamientos CRMRF están muy extendidos en la actualidad, tanto en ámbitos terapéuticos como estéticos. En la práctica parece ser un método eficaz para tratar el tejido a pesar de disponer de poca evidencia científica. En este estudio se plantea cual es la efectividad que tiene sobre la disminución del dolor de la región lumbar y cervical, además de conocer los parámetros óptimos para el tratamiento y establecer qué efectos fisiológicos y beneficios produce la diatermia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Comprobar la efectividad del uso de la diatermia en la disminución del dolor lumbar y cervical

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Conocer la efectividad de la diatermia en el dolor inespecífico
2. Explorar qué parámetros de frecuencia son más efectivos para generar analgesia/tratamiento del dolor
3. Conocer beneficios que produce el tratamiento con diatermia
4. Determinar qué efectos fisiológicos produce la diatermia

ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Se realizaron varias búsquedas bibliográficas en el mes de marzo en las bases de datos Pubmed, PeDro, BVS, Ebscohost, Cochrane y Science Direct.

En la primera fase de búsqueda se utilizó las siguientes combinaciones de booleanos y descriptores (DeCS/MeSH):

Pubmed	diathermy AND ("low-back pain" OR "lumbar pain" OR "neck pain" OR "neckache" OR "dorsal pain" OR "cervical pain" OR "spine") AND effectiveness
PeDro	Diathermy AND "low back pain"
	Diathermy AND "neck pain"
BVS	Diathermy AND ("low back pain" OR "neck pain")
EBSCOhost	diathermy AND ("low back pain" OR "lumbar pain" OR "lumbar spine pain" OR "non specific low back pain")
	diathermy AND ("cervical pain" OR "neck pain") AND effectiveness
Cochrane	diathermy AND ("low back pain" OR "lumbar pain" OR "neck pain") AND effectiveness
Science Direct	diathermy AND ("low back pain" OR "lumbar pain" OR "neck pain" OR "cervical pain") AND effectiveness

Además, se utiliza el filtro del año de publicación, incluyendo los artículos de los últimos 10 años, es decir, desde 2011.

Esta primera búsqueda presenta limitaciones, ya que el concepto de diatermia es muy amplio, por ello no se incluye ningún resultado. Es necesario concretar la intervención en la que se centra la búsqueda y excluir aquellas que no son interesantes para esta. Es por ello que se realiza una segunda búsqueda incluyendo nomenclatura, siglas y marcas registradas que utilizan dispositivos de radiofrecuencia capacitiva y resistiva para trabajar con diatermia.

	BVS	Pubmed	Cochrane	PeDro	EBSCOhost	Science Direct
448 kHz	4/21	4/32	7/17	0	1/3	2/27
Capacitive and resistive electric transfer	1/29	2/8	1/10	0/1	0/6	0
Capacitive energy transfer	0	3/8	1/10	0/1	1/6	0/5
Capacitive resistive energy transfer	0	2/5	2/7	1/3	2/2	0
Capacitive-resistive diathermy therapy	1/7	1/2	2/4	0/1	3/39	0
CRET	0	2/10	0/18	0/3	1/15	0/5*
CRMRF	0/6	0/1	2/11	0/1	1/4	1/8
Diathermy contact	0/62	2/21	1/2	0/1	0/1	0/11
INDIBA	1/11	1/2	2/3	0	0/1	2/13
TECAR	3/15	1/5	5/21	2/5	0/6	0/51

* ("CRET") AND (Capacitive resistive energy transfer), ya que la búsqueda con las siglas CRET incluía otro tipo de intervenciones.

En esta búsqueda también se ha utilizado el filtro de año de publicación (desde 2011), se han incluido artículos cuya patología a tratar es el dolor lumbar o dolor cervical, así como aquellos que tratan de la eficiencia de la radiofrecuencia capacitiva y resistiva para

trabajar con diatermia, además se han excluido aquellos artículos que traten sobre otras patologías o animales. Después de la lectura completa se han seleccionado 10 artículos.

En tercer lugar, se realiza una búsqueda con una nueva formulación de descriptores y booleanos:

Base	Formulación	Resultados
Pubmed	((("capacitive and resistive electric transfer") OR ("448 khz") OR ("tecar") OR ("indiba") OR ("transfer capacitive resistive energy") OR ("radiofrequency-based therapy") OR ("CRMRF"))) NOT (("short wave") OR ("microwave") OR ("horses") OR ("ultrasound")))	9/30
BVS	((("capacitive and resistive electric transfer") OR ("448 khz") OR ("tecar") OR ("indiba") OR ("transfer capacitive resistive energy") OR ("radiofrequency-based therapy") OR ("CRMRF"))) NOT (("short wave") OR ("microwave") OR ("horses") OR ("ultrasound")))	1/4
Cochrane	((("capacitive and resistive electric transfer") OR ("448 khz") OR ("tecar") OR ("indiba") OR ("transfer capacitive resistive energy") OR ("radiofrequency-based therapy") OR ("CRMRF"))) NOT (("short wave") OR ("microwave") OR ("horses") OR ("ultrasound")))	7/40
Science Direct	((("capacitive and resistive electric transfer") OR ("448 khz") OR ("tecar") OR ("indiba") OR ("transfer capacitive resistive energy") OR ("radiofrequency-based therapy") OR ("CRMRF")))	2/90
EBSCOhost	((("capacitive and resistive electric transfer") OR ("448 khz") OR ("tecar") OR ("indiba") OR ("transfer capacitive resistive energy") OR ("radiofrequency-based therapy") OR ("CRMRF")))	3/18

Después de realizar esta última búsqueda con los mismos filtros que las anteriores, se han revisado los artículos ya repetidos y se han podido añadir 3 artículos más después de la lectura completa.

Criterios de inclusión:

- Publicación de artículos entre 2011 y 2021
- Idioma del artículo en inglés o castellano
- Población adulta
- Artículos obtenidos con texto completo
- Estudios que utilicen como intervención dispositivos de radiofrecuencia capacitiva y resistiva para trabajar con diatermia

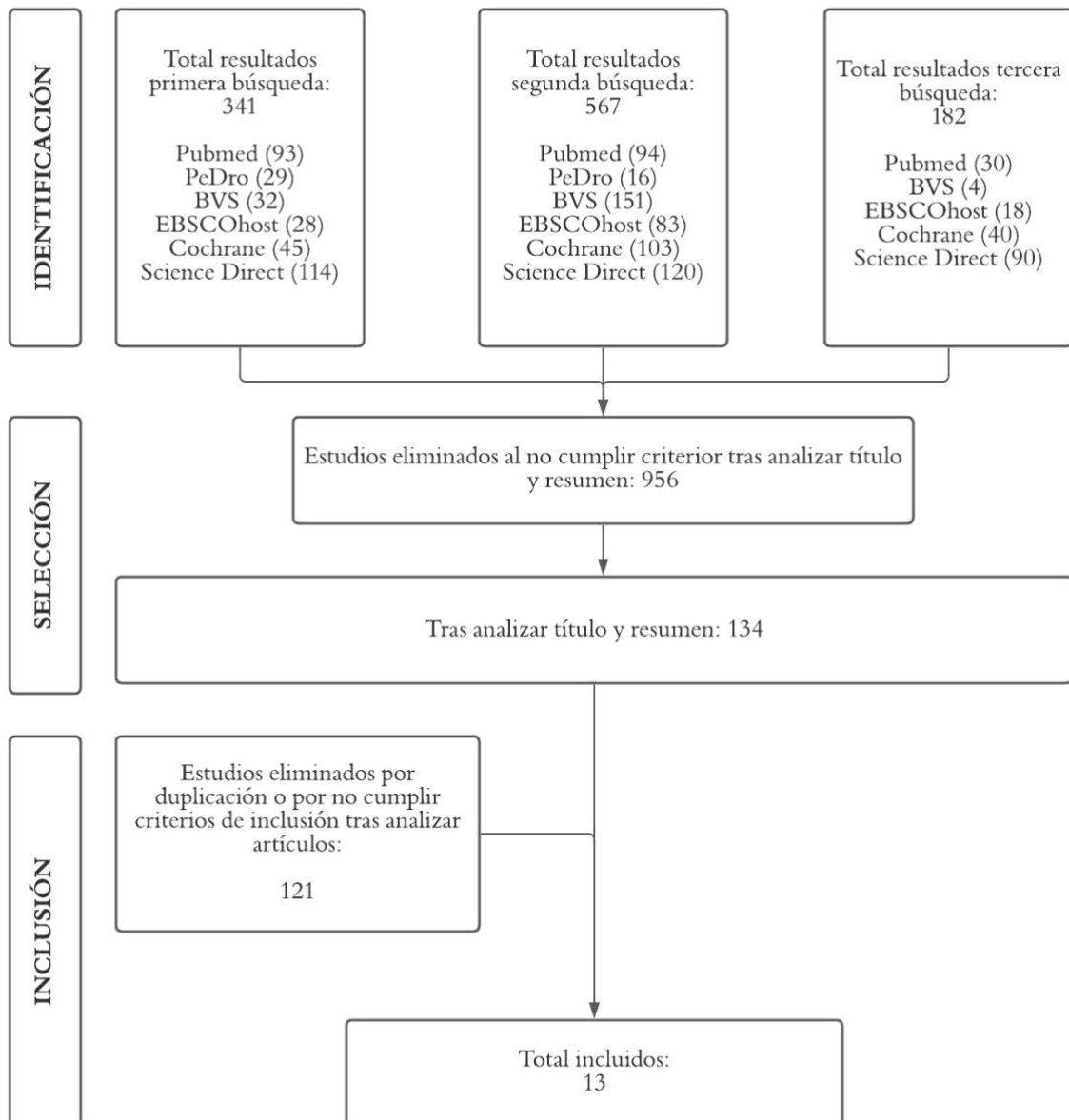
Criterios de exclusión:

- Estudios con animales
- Otras fuentes de diatermia (onda corta, microondas, ultrasonido...)
- Otras áreas anatómicas
- Posters de congresos
- Estudios con intervenciones invasivas

DIAGRAMA DE FLUJO

La búsqueda bibliográfica se divide en 3 fases, se obtienen un total de 1090 artículos, de los cuales se hace una selección de 134 para la lectura del resumen. Tras eliminar los artículos duplicados y aquellos que no cumplen los criterios de selección tras la lectura, finalmente se dispone de un total de 13 artículos.

Para esta revisión se cuenta con un total de 11 ensayos clínicos aleatorizados y 2 estudios cuasiexperimentales.



RESULTADOS

Se han seleccionado un total de 13 artículos después de haber llevado a cabo la búsqueda bibliográfica, ésta se ha realizado en Pubmed, Cochrane, BVS, PeDro, EBSCOhost y Science Direct.

Se incluyeron 11 ensayos clínicos aleatorizados y 2 estudios cuasiexperimentales.

Los resultados obtenidos en la búsqueda bibliográfica permiten clasificar la investigación en tres ámbitos; el primero, acorde al objetivo general, la efectividad del uso de la diatermia en el tratamiento del dolor cervical y lumbar; en segundo lugar, los objetivos específicos, artículos que hacen referencia a los efectos fisiológicos y beneficios que puede proporcionar la CRMFR; y por último, dos estudios *in vitro* que permiten conocer y entender mejor el funcionamiento y los efectos de la CRMRF tanto en tejido sintético como en tejido humano.

En consecuencia de lo comentado, seguidamente se ha realizado una clasificación de los resultados obtenidos para su mayor comprensión.

Dolor

Alguacil-Diego *et al.* (3) estudiaron el efecto de CRMRF en pacientes con cervicalgia de características miofasciales, en su estudio se observa como disminuye el dolor de manera significativa en ambos grupos de estudio a lo largo del proceso, aunque en el grupo de intervención esta disminución es mucho mayor, la puntuación de la escala visual analógica (EVA) disminuye hasta 4,4 puntos (al iniciar el tratamiento la media es de 4,9 y al terminar de 0,5), por otro lado el grupo control disminuye 3,5 puntos (5,7 a 2,5 al finalizar el seguimiento), así mismo, también disminuyó la discapacidad de cuello, medido con NDI (índice de discapacidad de cuello). Por otro lado, no se obtuvo mejoría significativa en el rango de movimiento (ROM) de la columna cervical.

El dolor lumbar es un eje común en varios de los artículos, todos ellos confirman que el dolor disminuye desde el inicio al final del seguimiento (1,2,4). Osti *et al.* y Tashiro *et al.* coinciden en que la combinación de la CRMRF con otras terapias (láser y ejercicio terapéutico respectivamente) mejoran las puntuaciones de dolor en la EVA, es cierto que la intensidad del dolor sobre todo se ve disminuida después de la primera intervención,

pero se observó que durante el periodo de seguimiento la disminución del dolor se prolongó más allá de la intervención en el grupo de terapia combinada en comparación con el grupo que solo recibió ejercicio terapéutico(1). Por otro lado, Notarnicola *et al.* compara dos intervenciones, láser y CRMRF, muestra que el dolor disminuye con ambas intervenciones, pero la evolución del dolor a lo largo del seguimiento es notablemente más favorable en el grupo en el que se aplica CRMRF, que mejora significativamente en todos los seguimientos, este grupo de puntuaciones disminuyó significativamente de T2 a T3 ($z=2'8$, $p<0'01$). La aplicación de láser mejora las puntuaciones del dolor, pero solo obtiene un resultado significativo después de la primera aplicación (grupo láser T0: $z=4'3$, $p<0'01$; T1: $z=4'7$, $p<0'01$). Si se hace referencia a las escalas de discapacidad funcional (Índice de discapacidad de Oswestry (1,2,4) y el cuestionario de discapacidad de Roland Morris(4)) todos los resultados tienen una puntuación equivalente a las obtenidas con la aplicación de la escala analógica visual para el dolor, es decir, siguen la misma tendencia de mejora en la intensidad del dolor más allá de la primera aplicación, al contrario que otras técnicas como el láser.

En definitiva, diversos estudios destacan el efecto beneficioso del uso de la CRMRF (1,2,4), sobre todo si es combinado con otras modalidades de tratamiento (1,2). De igual modo, sobresale la mejora en la intensidad del dolor y la discapacidad funcional que pueda provocar(1,3).

Temperatura

En diversos artículos, la temperatura ha sido uno de los parámetros que más se ha estudiado. En ellos, todos coinciden en que la CRMRF influye en el aumento de la temperatura de la piel(5,6,8,10,13), así como la temperatura a diferentes profundidades del tejido donde se realiza la intervención(8). Además del aumento de temperatura tras la aplicación de CRMRF se asocia a una retención de la temperatura en un tiempo más prolongado en comparación con otras intervenciones(5,6,10), por ejemplo, *hot-pack* o la aplicación de onda corta.

Temperatura de la piel

La temperatura de la piel o temperatura superficial, como es de esperar, aumenta en todas las aplicaciones (5,6,8,10,13). Kumaran y Watson, señalan que no hay diferencias significativas en el aumento de la temperatura superficial con la aplicación del modo capacitivo o resistivo, aunque señalan que en la modalidad capacitiva la temperatura de la piel aumenta un 11'1% respecto a la temperatura basal y un 12'7% con la modalidad resistiva(6). Posteriormente, los mismos autores, comparan el aumento de la temperatura de la piel en comparación con el uso de un dispositivo de onda corta (13), y además incluyen dos intervenciones con CRMRF, CRMRF alta o térmica (la intensidad se incrementó hasta que el calentamiento fue moderado pero cómodo para el paciente) y CRMRF baja o subtérmica (la intensidad se mantuvo en un nivel submínimo térmico).

Temperatura del tejido

La CRMRF provoca un aumento significativo de temperatura en tejidos profundos, a 10 mm y 20 mm. Transcurridos 5 minutos después de la aplicación, el tejido a 10 mm de profundidad tiene un aumento de temperatura de 3'2°C de media, y en el tejido a 20 mm su incremento es de 3'3°C(8).

La CRMRF tiene capacidad de inducir una respuesta en el tejido profundo sin aumentar de manera excesiva la temperatura de la piel (6,9).

Retención temperatura

El uso de CRMRF mostró una retención significativa del aumento de la temperatura de la piel en los modos capacitivo y resistivo, sobre todo en el modo resistivo, transcurridos 45 minutos su tasa de retención fue del 53'6%, en comparación con un 17'5% del modo capacitivo (6). Fousekis (5), siguiendo las líneas de investigación de Kumaran, confirma mediante la aplicación combinada de CRMRF la capacidad de retención de temperatura de la piel con el uso de la CRMRF. Por un lado, la utilización de Indiba Activ® (aplicación combinada de 5 minutos en modo capacitivo y 10 minutos en modo resistivo) proporcionó una retención de 54'8 minutos, aunque esta retención fue mucho menor que la alcanzada por el modo Indiba Fascia® (combinación de tratamiento de radiofrecuencia

a 448 kHz durante 15 minutos con movilización de tejidos blandos indicados por la marca), que condujo a una retención de 164'2 minutos.

Tashiro(8) corrobora los datos proporcionados por Kumaran y Fousekis, la retención del aumento de temperatura en la piel es de 1'6°C de media, 2°C de media en 10mm de profundidad y 1'9°C de media en tejidos a 20mm de profundidad.

Circulación sanguínea

Microcirculación cutánea (flujo sanguíneo)

El flujo sanguíneo cutáneo es influido de manera significativa por la aplicación de CRMRF en dosis altas (42'37W de media), este aumento sobre todo se observa después de la aplicación y, además, se mantiene elevado hasta pasados 20 minutos. De igual manera, se aprecia en la aplicación de dosis baja (18'77W de media), aunque en menor medida(13).

Se ha observado que ambos modos, capacitivo y resistivo, son eficaces para inducir cambios en la perfusión de la microcirculación cutánea. El modo capacitivo disminuye la perfusión de la microcirculación cutánea, de manera contraria, el modo resistivo induce a un aumento de la perfusión microcirculatoria cutánea (9).

Flujo sanguíneo intramuscular

En áreas de amplia sección transversal se ha visto que el flujo sanguíneo intramuscular aumenta de manera significativa tras la aplicación de 10 minutos de modo resistivo, por ejemplo, en el tercio proximal del antebrazo en comparación al tercio distal. Este fenómeno puede deberse a la vascularización de la zona (9).

Volumen, intensidad y velocidad de flujo sanguíneo

El volumen del flujo sanguíneo se ve afectado por la aplicación de CRMRF. La aplicación de dosis altas de CRMRF provoca un aumento significativo del volumen de flujo sanguíneo (Wilcoxon, $p=0'001$, $r=0'60$), también hay un incremento en aplicaciones de

dosis bajas, pero con menor intensidad (Wilcoxon, $p=0'006$, $r=0'47$). Por otro lado, se observan cambios en la intensidad del flujo sanguíneo, que mejora con la aplicación de dosis altas de CRMRF (Wilcoxon, $p=0'001$, $r=0'55$). En contraposición, no se han hallado evidencias de cambios en la velocidad del flujo sanguíneo (12).

Saturación de hemoglobina

La CRMRF tiene un aumento significativo de la temperatura en comparación con *hotpack*.

El aumento de temperatura provoca un aumento de hemoglobina oxigenada, que es un componente de la hemoglobina total. El cambio en la hemoglobina total se debe al aumento de la hemoglobina oxigenada y a la mejora de la saturación de hemoglobina después de la aplicación. La saturación de la hemoglobina total y la hemoglobina oxigenada se mantiene durante los 30 minutos posteriores a la aplicación. (8).

Cambios musculares

Yokota(10) asocia el uso de la CRMRF a una recuperación muscular más rápida después del ejercicio intenso debido a los efectos térmicos de la hipertermia inducida. Asocia la recuperación más rápida, en primer lugar, a la mejora de la circulación sanguínea en el músculo, al igual que otros autores(9), y en segundo lugar, al aumento de temperatura del tejido, ya que con ella aumenta los efectos del colágeno que repercuten en la viscoelasticidad de las fibras musculares.

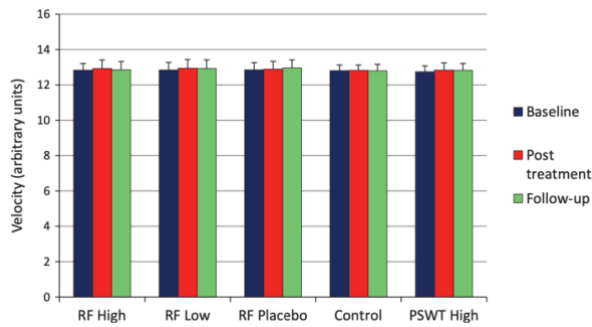
Contrariamente, Kumaran *et al.*(12) afirman que no hay cambios en la extensibilidad del tejido, pues no se percibieron datos significativos en la medición mediante sonoelastografía.

Otros resultados

No se han observado variaciones significativas ni respuestas relacionadas con el sistema cardiovascular, no ha habido cambios en la temperatura timpánica, presión arterial o

frecuencia cardíaca (9,12,13). Estos hechos sugieren que la CRMRF afecta al flujo sanguíneo a nivel local (9).

No se aprecian cambios significativos en la velocidad de conducción nerviosa, ya que los resultados de los diferentes grupos del estudio fueron mostraron valores similares a la medición de base (13).

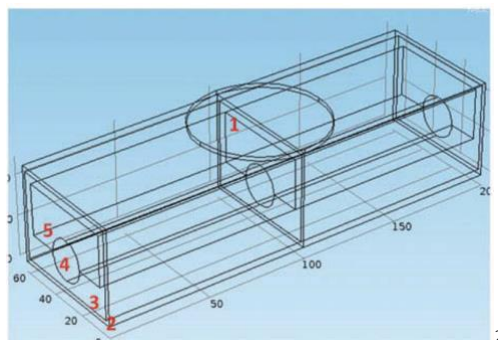


1

Por último, no se han notificado efectos adversos ni secundarios después del uso de CRMRF (2,4).

In vitro

En el estudio *in vitro* de Spottorno, et al. se estudia como se comporta la densidad de la energía en cada órgano, ya que se utiliza una forma geométrica en la que se simula diferentes tejidos con diferentes propiedades como la piel, la grasa, el músculo y el hueso.



2

¹ (13)Media (desviación estándar) de la respuesta de velocidad de conducción nerviosa que muestran los datos tomados en antes del tratamiento, 20 minutos después del tratamiento y durante el seguimiento.

² (7)1. Área para las simulaciones transversales; 2. Área con propiedades físicas de la piel; 3. Área con propiedades físicas de la grasa; 4. Área con propiedades físicas del hueso; 5. Área con propiedades físicas del músculo.

Si se observa la energía eléctrica total de manera longitudinal, ésta es mayor para el electrodo de mayor tamaño, ya que la impedancia disminuye, así como se va aumentando el área de la sección transversal, esta disminución no es inversamente proporcional al tamaño del electrodo, es decir, la densidad de energía eléctrica en el electrodo es mayor cuando el electrodo es de menor tamaño, pero, por otro lado, la utilización del electrodo de menor tamaño hace que la densidad de energía vaya disminuyendo hasta un 30% menos a medida que va penetrando, siendo la energía eléctrica total un 50% menor que el electrodo de mayor tamaño(7). Es decir, la penetración de la energía depende del tamaño de los electrodos, a mayor tamaño, mayor capacidad de penetración(6), y por lo contrario, el de menor tamaño tiene mayor densidad de energía.

	Electrodo de mayor tamaño	Electrodo de menor tamaño
Energía eléctrica total	↑↑↑	↓ (50% menor)
Densidad energía eléctrica en el electrodo	↓	↑↑↑
Penetración	↑↑↑	↓
Densidad de energía en el tejido	↑↑	↓ (30% menor a medida que se profundiza)

Por otro lado, Hernández-Bule(11), estudia los posibles efectos que pueda proporcionar la CRMRF en tejidos humanos, la estimulación repetida con CRMRF implica cambios en el ciclo celular. Es a partir de la semana cuando se observa que los cultivos se expanden a un ritmo de 30 a 50 veces por semana, las células son sensibles y su tasa de proliferación aumenta como respuesta al estímulo eléctrico. Se incrementó la cantidad de células proliferativas después de 48h del tratamiento con CRMRF, concretamente un 38% con respecto a las muestras control, lo que indica que la influencia del tratamiento sobre estimulación de la proliferación celular estimula la progresión del ciclo celular.

El tratamiento provocó un aumento significativo (aumento del 35%) del antígeno nuclear de células proliferantes. Por lo tanto, el tratamiento eléctrico podría promover o acelerar la reparación de la lesión estimulando la proliferación de las células madre que están en proceso de expansión (11).

En el apartado de anexos se incluye la tabla de resultados donde se muestran de manera más concreta las características y rasgos destacables de los artículos incluidos en esta revisión (Anexo 1).

DISCUSIÓN

Se puede considerar que la respuesta a la pregunta de investigación ha sido contestada de manera parcial, ya que la evidencia sobre los efectos de la CRMRF en el tratamiento del dolor cervical y lumbar es escasa, aunque los estudios que existen muestran efectos beneficiosos con el uso de esta terapia, sobre todo si es combinada con otros procedimientos. A pesar de ello, los estudios encontrados son muy heterogéneos y es difícil llegar a conclusiones firmes por la diversidad de líneas de investigación.

Aunque hay falta de evidencia, la que se dispone hasta la fecha sugiere que el uso de la CRMRF podría estar indicado para el tratamiento de dolor de columna cervical y lumbar. Su capacidad de generar efecto termoterapéutico en tejidos profundos sin generar un aumento excesivo de la temperatura de la piel (superficial) hace que la diatermia por CRMRF sea una buena opción para el tratamiento de trastornos musculoesqueléticos, sobre todo en patologías relacionadas con la disfunción del flujo sanguíneo, como en tendinopatías, osteoartrosis o síndrome de dolor miofascial, en los que está muy presente el dolor crónico, la disfuncionalidad (2-4,6,9,13) y baja extensibilidad del tejido(13).

Llama la atención la gran amplitud de población en los estudios que aplican la CRMRF en dolor lumbar y cervical. La franja de edad en algunos estudios no ha sido determinada (2,4), por lo que se hace la suposición de que los individuos incluidos en el estudio pertenecen a una franja de edad entre 18 y 60 años aproximadamente, al igual que los otros dos estudios (1,3). A pesar de ello, esta técnica parece tener un buen resultado en el tratamiento del dolor en las áreas ya mencionadas, proporcionando una disminución del uso de fármacos y reduciendo la intensidad del dolor.

La CRMRF podría aplicarse como adyuvante para reducir el uso de fármacos para el tratamiento del dolor, lesiones tisulares o como alternativa de tratamiento para personas con sensibilidad o contraindicaciones para otras terapias.

Por otro lado, cabe destacar que los artículos que estudian los posibles efectos que produce el uso de la CRMRF se basan en una población sana y asintomática (5,6,8-10,12,13). Las áreas anatómicas en las que se ha estudiado estos efectos son varias: cara posterior del muslo(5), cara medial del muslo(12,13), cara anterior del muslo(6), zona lumbar(8) y antebrazo(9).

La CRMRF incrementa la temperatura de la piel, además de mantener la retención del aumento de temperatura de la misma después de la aplicación(5,8,13). Concretamente, el modo capacitivo produce un aumento de temperatura más rápido y su periodo de retención es más corto, por lo contrario, el modo resistivo tiene un periodo de retención del incremento de temperatura más duradero(6), este hecho puede asociarse al aumento de la temperatura del tejido más profundo (hasta 20mm)(8).

Igualmente, destacan los efectos que puede generar en la circulación sanguínea a nivel local (8,9,12,13). Por lo que hace referencia al flujo sanguíneo, se observa que el CRMRF influye en el aumento del flujo sanguíneo cutáneo si la aplicación se realiza con dosis altas (12,13), este aumento también se observa en dosis bajas, pero no es tan significativo(12). Adicionalmente, mejora la saturación de hemoglobina (8), y en concordancia con los anteriores resultados, también ejerce influencia beneficiosa sobre la perfusión de la microcirculación cutánea. De nuevo, se observan cambios más significativos con la aplicación del modo resistivo, como en el caso del flujo sanguíneo intramuscular, beneficio que puede vincularse al efecto de aumento de temperatura que produce sobre tejidos más profundos.

Otro de los efectos que sería interesante profundizar por a su escasa evidencia que lo acompañe, es la posible eficacia de la CRMRF en la mejora y recuperación de la flexibilidad muscular, ya que los datos obtenidos no son concluyentes.

A su vez, los estudios *in vitro*, realizan los estudios con una forma geométrica para observar el comportamiento de diferentes tejidos bajo la influencia de la CRMRF (7) y por otro lado, el comportamiento en muestras de tejido humano (11).

Se habla de altas y bajas dosis (12,13) pero no se especifica. Por lo tanto, en cuanto al objetivo específico sobre la exploración de parámetros de frecuencia más efectivos para generar analgesia y abordar el dolor, no se identifican parámetros concretos cuando se habla de altas y bajas dosis en algo medible o objetivable. Aunque en la aplicación práctica si que se ha observado que con el uso de los electrodos resistivos se aprecia que las líneas de energía son similares en la aplicación transversal y la densidad eléctrica es mayor en los bordes del electrodo debido al efecto piel, hace que la energía disminuya a medida que profundizamos. En las zonas próximas a los electrodos las líneas de energía son perpendiculares, aunque van cambiando de dirección a medida que se alejan del electrodo. Por otro lado, en la aplicación longitudinal se percibe que la densidad de

energía también es mayor en los bordes del electrodo pero las líneas de densidad de energía son las mismas, las resistencias en paralelo hacen que la energía se transporte con una impedancia proporcional en los diferentes órganos(7).

La distribución de energía de los electrodos capacitivos es parecida a la de los electrodos resistivos, aunque hay que destacar que la energía cercana al electrodo capacitivo es más homogénea debido al recubrimiento de material con propiedades dieléctricas que hacen que reduzca su efecto en la piel por la baja conductividad. Además, la densidad de corriente es menor que la obtenida con los electrodos resistivos si se aplica el mismo voltaje(7).

Los datos que aporta Spottorno(7) se pueden relacionar con los comentados anteriormente, el electrodo resistivo tiene la capacidad de alcanzar tejidos más profundos, hecho atribuible al efecto piel, que crea una mayor densidad de corriente en el borde de los electrodos, pero a medida que discurre en los diferentes órganos se divide en proporción a las propiedades impedantes del tejido.

En sucesión a lo mencionado anteriormente, la impedancia del tejido ayuda a la reparación de la lesión gracias al efecto de la CRMRF, que desencadena fenómenos celulares y moleculares con un papel fundamental para la proliferación de células madre en los tejidos lesionados.

Las células madre tienen una acción directa sobre el control de procesos inflamatorios, por lo tanto, la CRMRF puede ser útil en tratamientos antiinflamatorios por su capacidad para incrementar las células madre de manera local (11).

Limitaciones:

La búsqueda se ha visto muy limitada ya que se ha tenido una gran dificultad para encontrar artículos que relacionen el dolor lumbar y cervical y el uso de la diatermia en la modalidad que interesaba a la investigación, CRMRF. El concepto de diatermia es muy amplio, este factor ha dificultado la búsqueda de la intervención de interés. Para superar este obstáculo se realizó otra búsqueda más concreta que permitiera especificar aún más el concepto de la intervención.

Los artículos incluidos en este trabajo son estudios con n muy pequeñas, con poblaciones muy dispares, pacientes con patología y otros estudios solo con pacientes sanos. Además, la mayoría de los estudios han sido en un tiempo muy limitado, los seguimientos no se han prolongado y no se han podido observar los resultados a largo plazo.

Así mismo ha sido difícil estandarizar de manera objetiva la intensidad del tratamiento, ya que la diferencia de intensidad entre participantes entre estudios y entre participantes dentro del mismo estudio ha incrementado el riesgo de las variaciones en los resultados. Por ejemplo, las diferencias en la cantidad de crema conductora que se haya podido utilizar, la presión ejercida por el fisioterapeuta en la aplicación de la terapia, las diferentes áreas anatómicas, las diferencias en el tejido y la subjetividad de la percepción de la temperatura, así como la sensibilidad a esta. Por ello, sería interesante la realización de estudios con un grupo placebo. La comparación de un grupo placebo con un grupo de intervención con CRMRF podría facilitar la diferenciación de los efectos del acto terapéutico con CRMRF.

Se ha percibido una falta de especificación de los parámetros eficaces para el tratamiento utilizados en los estudios. Sería interesante determinar estos parámetros para poder obtener un mayor beneficio en tratamientos con CRMRF.

En esa misma línea, otro obstáculo en la búsqueda ha sido la heterogeneidad de los estudios. Ha sido muy difícil contrastar datos entre artículos por sus diferentes enfoques, por ello se ha agrupado según la temática que se estudia.

CONCLUSIONES

El uso de la CRMRF parece tener un efecto potencial en el tratamiento del dolor cervical y lumbar, además de disminuir la intensidad del dolor desde la primera aplicación.

Es evidente el aumento de temperatura de la piel bajo el efecto de la diatermia.

Es importante localizar la profundidad de la lesión, para tener en cuenta el tipo de electrodo, tamaño y área a tratar.

El modo capacitivo parece ser una buena opción para el tratamiento de lesiones más superficiales, en cambio el modo resistivo se sugiere como buena opción en el tratamiento

de lesiones musculoesqueléticas más profundas debido a su capacidad de penetración y retención de temperatura.

La combinación de CRMRF con otras terapias podría ser una buena propuesta para el tratamiento de dolor lumbar y cervical. El ejercicio terapéutico u otras modalidades de electroterapia combinadas con CRMRF parece que reducen el dolor y su intensidad, así como mejora la calidad de vida de los pacientes con problemas inflamatorios o degenerativos.

Sería de utilidad poder comparar diferentes protocolos para poder consensuar los parámetros de energía y el número de sesiones óptimo, además de la combinación con otras terapias para poder conseguir una mayor eficacia y eficiencia en el tratamiento del dolor y la recuperación de lesiones y tejidos.

La capacidad de la CRMRF de profundizar en el tejido provoca la estimulación de las fases proliferativas estimulando el proceso de recuperación del tejido en la zona lesionada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tashiro Y, Suzuki Y, Nakayama Y, Sonoda T, Yokota Y, Kawagoe M, et al. The effect of Capacitive and Resistive electric transfer on non-specific chronic low back pain. *Electromagn Biol Med [Internet]*. 2020;39(4):437–44. Available from: <https://doi.org/10.1080/15368378.2020.1830795>
2. Osti R, Pari C, Salvatori G, Massari L. Tri-length laser therapy associated to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series. *Lasers Med Sci*. 2015;30(1):407–12.
3. Alguacil-Diego IM, Fernández-Carnero J, Val SL, Cano-De-la-Cuerda R, Calvo-Lobo C, Piédrola RM, et al. Analgesic effects of a capacitive-resistive monopolar radiofrequency in patients with myofascial chronic neck pain: A pilot randomized controlled trial. *Rev Assoc Med Bras*. 2019;65(2):156–64.
4. Notarnicola A, Maccagnano G, Gallone MF, Covelli I, Tafurp S, Moretti B. Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: A prospective randomized controlled trial. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2017;31(2):509–15.
5. Fousekis K, Chrysanthopoulos G, Tsekoura M, Mandalidis D, Mylonas K, Angelopoulos P, et al. Posterior thigh thermal skin adaptations to radiofrequency treatment at 448 kHz applied with or without Indiba® fascia treatment tools. *J Phys Ther Sci*. 2020;32(4):292–6.
6. Kumaran B, Watson T. Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency: A prospective randomised crossover study in healthy adults. *Int J Hyperth*. 2015;31(8):883–95.
7. Spottorno J, Gonzalez de Vega C, Buenaventura M, Hernando A. Influence of electrodes on the 448 kHz electric currents created by radiofrequency: A finite element study. *Electromagn Biol Med [Internet]*. 2017;36(3):306–14. Available from: <https://doi.org/10.1080/15368378.2017.1354015>
8. Tashiro Y, Hasegawa S, Yokota Y, Nishiguchi S, Fukutani N, Shirooka H, et al. Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and

tissue temperature. *Int J Hyperth* [Internet]. 2017;33(6):696–702. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02656736.2017.1289252>

9. Clijsen R, Leoni D, Schneebeli A, Cescon C, Soldini E, Li L, et al. Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects. *J Altern Complement Med*. 2020;26(2):147–53.
10. Yokota Y, Sonoda T, Tashiro Y, Suzuki Y, Kajiwara Y, Zeidan H, et al. Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on changes in muscle flexibility and lumbopelvic alignment after fatiguing exercise. *J Phys Ther Sci*. 2018;30(5):719–25.
11. Hernández-Bule ML, Paíno CL, Trillo MÁ, Úbeda A. Electric stimulation at 448 kHz promotes proliferation of human mesenchymal stem cells. *Cell Physiol Biochem*. 2014;34(5):1741–55.
12. Kumaran B, Herbland A, Watson T. Continuous-mode 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency induces greater deep blood flow changes compared to pulsed mode shortwave: a crossover study in healthy adults. *Eur J Physiother*. 2017;19(3):137–46.
13. Kumaran B, Watson T. Skin thermophysiological effects of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency in healthy adults: A randomised crossover study and comparison with pulsed shortwave therapy. *Electromagn Biol Med* [Internet]. 2018;37(1):1–12. Available from: <https://doi.org/10.1080/15368378.2017.1422260>

ANEXOS

ANEXO 1.

Autor, año	Título	Muestra	Inclusión*	Exclusión*	Grupo exp	Grupo control	Seguimiento	Variables	Resultados pre-post
Alguacil-Diego, 2018	Analgesic effects of a capacitive-resistive monopolar radiofrequency in patients with myofascial chronic neck pain: a pilot randomized controlled trial	N=24	Pacientes de entre 18 y 60 años con cervicalgia crónica miofascial	Trastornos graves de columna cervical, estenosis espinal, prolapso de disco, afecciones postIQx cervical o de hombro, antecedentes traumatismo severo, latigazo cervical, espasmo, torticollis, migraña, fibromialgia, enfermedades del hombro, reumáticas, psiquiátricas graves y embarazo	Paciente con dolor cervical crónico miofascial con puntos gatillo activos en trapecio superior tratados con radiofrecuencia monopolar capacitiva resistiva (448 kHz). 8 sesiones	Paciente con dolor cervical crónico miofascial con puntos gatillo activos en trapecio superior tratados con radiofrecuencia de placebo. 8 sesiones	T0 Primera sesión T1 a las 8 sesiones	Dolor (EVA), rango de movimiento (CROM), índice de discapacidad de cuello (NDI)	No hubo diferencia entre ambos grupos, pero podría tener efecto potencia sobre la intensidad del dolor
Kumaran & Watson, 2018	Skin thermophysiological effects of 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency in healthy adults: A randomised crossover study and comparison with pulsed shortwave therapy	N = 17	Pacientes asintomáticos con percepción térmica cutánea normal y sin contraindicaciones para RF		Los 17 pacientes asistieron a 4 sesiones (cada una de ellas diferente). 1S: CRMRF alta; 2S: CRMRF baja; 3S:CRMRF placebo; 4S: grupo control	15 de los 17 asistieron a una quinta sesión: onda corta	Antes y después del tratamiento	Presión arterial y frecuencia cardíaca (monitor PA digital), temperatura central (termómetro timpánico), datos antropométricos (monitor composición corporal)	Tanto las dosis altas como bajas de CRMRF aumentan y mantienen la temperatura de la piel, en cambio solo la alta tiene un impacto significativo en el flujo sanguíneo
Spottorno, 2017	Influence of electrodes on the 448 kHz electric currents created by radiofrequency: A finite element study	Simulador			Electrodos CAP	Electrodos RES	Programa COMSOL para calcular las corrientes eléctricas dentro del cuerpo humano.		Para lesiones superficiales, tener en cuenta el efecto del electrodo resistivo sobre la piel, si son lesiones profundas, tener en cuenta el tamaño y la distancia del electrodo activo para tratar

Tashiro, 2020	The effect of Capacitive and Resistive electric transfer on non-specific chronic low back pain	N=26	Pacientes entre 20 y 50 años con dolor lumbar (L1-L5) de más de 3 meses de evolución	Pacientes con hernias discales, osteoporosis, causas viscerales, infecciones o enfermedades sistémicas, compresión nerviosa, dolor radicular, alteraciones sensoriales, pérdida de fuerza y reflejos, antecedentes IQx lumbar, fx vertebrales, tumores, embarazo, marcapasos...	Programa de ejercicios combinada de transferencia eléctrica capacitiva y resistiva Ejercicio + CRet (10 sesiones, 2-3 veces por semana)	Programa de ejercicios Ejercicio (10 sesiones, 2-3 veces por semana)	Antes y después de la intervención + 1 periodo de seguimiento de un mes	Datos demográficos, intensidad del dolor, discapacidad funcional (Oswestry), pruebas de Kraus-Weber	La intensidad de dolor mejoró en ambos grupos después de la intervención, el efecto continuó en el seguimiento. La discapacidad funcional mejoró en el grupo experimental.
Yokota, 2018	Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on changes in muscle flexibility and lumbopelvic alignment after fatiguing exercise	N=22	Pacientes sanos	Individuos con antecedentes de enfermedad ortopédica o del SN en MMII o lumbar o contraindicaciones CRet	Grupos CRet, recibió 15 minutos de CRet después de ejercicio fatigante	15 minutos de descanso después del ejercicio fatigante	Mediciones antes y después del ejercicio, 15 minutos y 30 minutos después de la intervención.	Prueba de Ely (flexibilidad cuádriceps), medidor PALM (medidor de palpación para anteversión pélvica), Spinal Mouse (lordosis lumbar), temperatura superficial	Mejora la flexibilidad del cuádriceps, posiblemente debido al aumento de flujo sanguíneo
Osti, 2014	Tri-length laser therapy associated to tecar therapy in the treatment of low-back pain in adults: a preliminary report of a prospective case series	N = 66	Pacientes con dolor lumbar discogénico (con o sin dolor en las piernas)	Pacientes con dolor en la pierna y déficit muscular y/o problemas de sensibilidad (hiper o hipoestesia) en la pierna afectada, tumores, fracturas activas, enfermedades reumáticas (AR), infecciones y enfermedades sistémicas (diabetes, neuropatías)	Terapia láser (Tri-length I-Triax) y Tecarterapia Pharon tres veces por semana, día por medio, 10 sesiones en total Dosis 500J	NO, ya que no creía ético dar placebo a pacientes con EVA promedio 8'6	Antes del comienzo de las terapias y 8 semanas después del fin de las terapias	EVA (Dolor) y discapacidad (escala Oswestry)	La terapia con láser y con tecarterapia disminuye significativamente el dolor y mejora la calidad de vida de los pacientes con enfermedades degenerativas y problemas inflamatorios.
Kumaran, 2015	Thermal build-up, decay and retention responses to local therapeutic application of 448 khz capacitive resistive monopolar radiofrequency: a prospective randomised crossover study in healthy adults	N=15	Pacientes sanos		Se aplicaron modo capacitivo y resistivo, se fue incrementando intensidad hasta incomodidad térmica		Inicio térmico, sensación térmica y malestar térmico. Medida antes, después del tratamiento y 45 minutos después del tratamiento	Temperatura (termómetro), IMC (medidor composición corporal), temperatura y humedad de la habitación	La tasa de retención de calor fue significativamente mayor en modo resistivo, RF 448kHz puede aumentar significativamente y mantener la temperatura de la piel

Kumaran, 2017	Continuous-mode 448 kHz capacitive resistive monopolar radiofrequency induces greater deep blood flow changes compared to pulsed mode shortwave: a crossover study in healthy adults	N=17	Percepción térmica normal y sin contraindicaciones para terapia con RF	Contraindicaciones para terapia con Rf	RF monopolar capacitiva resistiva	Onda corta pulsada		Flujo sanguíneo de los tejidos (mediante ecografía Doppler) y extensibilidad tisular (mediante sonoelastografía), presión arterial, temperatura central y IMC	Las dosis altas y bajas pueden mejorar el volumen de flujo sanguíneo, la dosis alta también puede mejorar la intensidad de flujo.
Clijesen, 2019	Does the Application of Tecar Therapy Affect Temperature and Perfusion of Skin and Muscle Microcirculation? A Pilot Feasibility Study on Healthy Subjects	N=10	Rango de movimiento activo completo no doloroso en MSD y columna cervicotorácica derecha	No consentimiento para TT, uso de marcapasos, epilepsia, angina de pecho, patologías vasculares, embarazo, lactancia, lesiones cutáneas, dolor reciente en cervical o MSD, trastornos SN, DM, disfunción térmica, IQx mama o cervical, drogas, alcohol, tumores, radioterapia...	1.RES 2.CAP 3. Placebo Aleatoriamente	No	Antes y después de cada intervención	FC, PA, temperatura piel, temperatura y humedad de la habitación	Modo CAP y RES aumentan perfusión microcirculación cutánea. Aumento temperatura piel y flujo sanguíneo intramuscular en RES a nivel local
Notarnicola, 2017	Short term efficacy of capacitive-resistive diathermy therapy in patients with low back pain: a prospective randomized controlled trial	N=60	Pacientes mayores de 18a, dx LBP de 12 semanas de duración, EVA mayor de 4, hernia radiológica	Contraindicaciones para TT, neoplasia, infecciones en el área, marcapasos, embarazo, fx activas lumbar, enfermedades reumáticas, diabetes, drogas, o fisioterapia las ultimas 4 semanas	Tecarterapia de lunes a viernes durante dos semanas	Laserterapia de lunes a viernes durante dos semanas	T0: antes T1: a las 2 semanas T2: un mes T: dos meses	Dolor (EVA) y discapacidad (Roland and Morris y Oswestry)	Ambas terapias han mostrado mejoras, aunque la tecarterapia ha obtenido unas mejoras más significativas a lo largo del tiempo
Tashiro, 2017	Effect of Capacitive and Resistive electric transfer on haemoglobin saturation and tissue temperature	N=13	Varones sanos, no deportistas y actualmente no habían realizado un ejercicio excesivo.	Antecedentes de enfermedad ortopédica o del sistema nervioso de la zona lumbar	CRet (15 minutos, 5CAP y 10RES)	1.Hotpack 2.CRet simulado	Intervalos de 5 minutos. T0= antes de la intervención T1-T7=cada 5 minutos después de la intervención	Saturación de hemoglobina y temperatura tisular	El efecto de la saturación de hemoglobina fue mayor en el grupo de CRet que en el grupo de hotpack. CRet calentó el tejido profundo de manera más eficaz.

Fousekis, 2020	Posterior thigh thermal skin adaptations to radiofrequency treatment at 448 kHz applied with or without Indiba [®] fascia treatment tools	N=10	Varones sanos	Miembro inferior dominante 1. Indiba Active 2. Indiba Fascia 3. Indiba Active placebo 4. Indiba Fascia placebo	Miembro inferior no dominante	Antes y después del tratamiento (y cada minuto hasta que la piel llegó a T0)	Escala IA, temperatura	El tratamiento por radiofrecuencia 448kHz es capaz de inducir ganancias significativas en la temperatura superficial de la piel.
Hernández-Bulé, 2014	Electric stimulation at 448 kHz promotes proliferation of human mesenchymal stem cells	N=4	Muestras de tejido de cuatro donantes sanos (dos hombres de 65 y 69 años y dos mujeres de 29 y 35 años)	Muestra en placa de Petri con aplicación de CRET	Muestra en placa de Petri sin aplicación de CRET		Citometría de flujo, inmunofluorescencia y Western Blot	Se identifican fenómenos celulares y moleculares asociados a la respuesta CRET e indican su influencia en la reparación de la lesión mediada por la estimulación de la proliferación de células madre de los tejidos lesionados