

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO DE FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



**Título del Trabajo Fin de Grado.** PREVENCIÓN DE RIESGOS FRENTE A RADIACIONES NO IONIZANTES EN FISIOTERAPIA. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

**AUTOR.** SÁNCHEZ MARTÍ, CLAUDIA

**N ° expediente.** 1814

**TUTOR.** IVORRA I VILAPLANA, LORENA MARIA

**Departamento y Área.** Patología y cirugía. Área de fisioterapia.

**Curso académico.** 2018-2019

**Convocatoria.** JUNIO

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

2. HIPÓTESIS

3. OBJETIVOS

3.1. GENERAL

3.2. ESPECÍFICOS

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. DISEÑO

4.2. METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

5. RESULTADOS

6. DISCUSIÓN

7. CONCLUSIÓN

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA



## RESUMEN

**Introducción:** Uno de los riesgos laborales a los que se exponen los fisioterapeutas es la radiación no ionizante producida por los aparatos empleados para el tratamiento de pacientes. Se sabe que estas radiaciones presentan efectos a corto plazo sobre el paciente pero, por la misma razón, también afectan al fisioterapeuta que las aplica. Para evitar que el profesional padezca alguno de los riesgos producidos por estas radiaciones, se debe llevar a cabo planes de prevención donde se establezcan pautas para utilizar estos aparatos de manera correcta. Las mujeres embarazadas presentan, a su vez, riesgos sobre el feto, por lo que también debería de haber planes de prevención específicos para ellas.

**Objetivos:** Investigar cuales son los principales efectos de las radiaciones no ionizantes sobre los fisioterapeutas y si los planes de prevención son necesarios en estos casos.

**Material y métodos:** Se realiza una revisión bibliográfica utilizando distintas bases de datos; Pubmed, Google Scholar, EMBASE y PEDro.

**Resultados:** De un total de 3070 resultados, 18 artículos cumplían los criterios de inclusión.

**Conclusiones:** Las radiaciones no ionizantes producen riesgos sobre la salud del fisioterapeuta, sobre todo el aparato de onda corta. Estos riesgos podrían ser controlados mediante planes de prevención universales. Las embarazadas que se someten a estas radiaciones están en riesgo de padecer malformaciones congénitas, falta de peso al nacer, entre otros. Se requiere más investigación sobre el tema.

**Palabras clave:** “non-ionizing radiation”, “physical therapy”, “short wave therapy”, “occupational health”, “pregnancy”.

## ABSTRACT

**Introduction:** One of the occupational risks to which physiotherapists are exposed is the non-ionising radiation produced by the devices used to treat patients. It is known that these radiations have short-term effects on the patient but, for the same reason, they also have effects on the physiotherapist who applies them. In order to avoid that the professional suffers any of the risks produced by these radiations, prevention plans must be carried out where guidelines are established for the correct use of these devices. Pregnant women, in turn, present risks to the fetus, so there should also be specific prevention plans for them.

**Objectives:** To investigate the main effects of non-ionising radiation on physiotherapists and if the prevention plans are necessary in these cases.

**Methods:** a literatura review using various databases is performed; Pubmed, Google Scholar, EMBASE and PEDro.

**Results:** From a total of 3070 results, 18 articles met the requeriments of the inclusion criteria.

**Conclusions:** Non-ionising radiations produce risks on the health of the physiotherapist, especially the shortwave. These risks could be controlled by means of universal prevention plans. Pregnant women who are exposed to these radiations are also at risk of congenital malformations, lack of weight at birth, among others. More research is required.

**Key Words:** “non-ionizing radiation”, “physical therapy”, “short wave therapy”, “occupational health”, “pregnancy”.

# 1. INTRODUCCIÓN

La Confederación Mundial de la Fisioterapia (W.C.P.T) realiza la siguiente definición, suscrita por la Asociación Española de Fisioterapeutas en 1987: “La Fisioterapia es el conjunto de métodos, actuaciones y técnicas que, mediante la aplicación de medios físicos, curan, previenen, recuperan y adaptan a personas afectadas de disfunciones somáticas o a las que se desea mantener en un nivel adecuado de salud” (Cofiga.org [Internet])

Los fisioterapeutas realizan diferentes labores según el ámbito de trabajo:

- Labor de investigación: Actividades que el fisioterapeuta lleva a cabo con el objetivo de profundizar en los conocimientos ya estudiados, y descubrir nuevos campos dentro de la fisioterapia.

- Labor de gestión: Actividades de decisión que implican la dinamización y continuidad de un profesional sobre otros, con el objetivo de que los profesionales desarrollen al máximo su potencial profesional y humano.

- Labor docente: Actividades de planificación y aplicación de programas de las Escuelas Universitarias, en las que participa de manera activa el fisioterapeuta, cuyo principal objetivo es la formación de los alumnos de fisioterapia.

- Labor asistencial: Relación que se establece entre el paciente que presenta una alteración en su estado de salud y el profesional de la fisioterapia, con el objetivo de prevenir, curar y recuperar mediante diferentes actividades terapéuticas encaminadas a la readquisición de la actividad profesional y social del individuo, que había perdido como consecuencia de una enfermedad, para así otorgarle la mayor independencia y autonomía posibles. (Gallego T, 2007)

En esta última, es donde los fisioterapeutas emplean los agentes físicos como instrumento terapéutico. Estos agentes físicos pueden ser naturales o artificiales, dividiéndose según su aplicación en agentes físicos elementales (termoterapia, crioterapia, hidroterapia, etc.), agentes cinéticos (cinesiterapia, masoterapia, ultrasonido, etc.) y agentes electromagnéticos (electroterapia). (Gallego T, 2007)

Como en todos los trabajos, existen ciertos riesgos laborales que el profesional asume a la hora de llevar a cabo su tarea. En el caso de los fisioterapeutas, al trabajar con su propio cuerpo, el riesgo laboral más conocido suele ser aquel relacionado con la ergonomía del propio cuerpo, destacando dolor en la columna vertebral. Pero este no es el único riesgo que puede sufrir el profesional, ya que al trabajar con agentes físicos se exponen a riesgos químicos, eléctricos, biológicos y por radiaciones no ionizantes, estos últimos serán el centro de nuestra revisión.

La regulación de la prevención de riesgos laborales parte del artículo 40.2 de la Constitución Española, que encomienda a los poderes públicos, como uno de los principios rectores de la política social y económica, a velar por la seguridad e higiene en el trabajo y en España la norma que promueve la seguridad y la salud de los trabajadores mediante la aplicación de medidas y el desarrollo de las actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo, es la Ley Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

En el artículo 25 de la ley anteriormente citada expresa que “el empresario deberá tener en cuenta en las evaluaciones los factores de riesgo que puedan incidir en la función de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan ejercer efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación, tanto en los aspectos de la fertilidad, como del desarrollo de la descendencia, con objeto de adoptar las medidas preventivas necesarias”.

Entre los riesgos físicos a los que puede estar expuesto el fisioterapeuta además del ruido o las vibraciones, destacamos la exposición a energía electromagnética o radiaciones.

Las radiaciones electromagnéticas son una forma de propagación de energía que no depende de un soporte material, sino que puede avanzar en el vacío a la velocidad de la luz. Se pueden originar en fuentes naturales, como por ejemplo la radiación emitida por el sol, o en fuentes artificiales, tales como las emitidas por equipos de diatermia.

Estas radiaciones, de naturaleza ondulatoria, están compuestas simultáneamente por un campo magnético y un campo eléctrico, perpendiculares entre sí. (Anexo FIGURA 1. Rasines A et al, 2012)

Se caracterizan por:

- Su frecuencia (Hz), que será el número de ciclos por segundo.
- Su longitud de onda ( $\lambda$ ), que es la distancia entre dos crestas o dos valles consecutivos de la onda.
- La energía (eV) que transporta por fotón. (FREMAP, 2011)

Las radiaciones electromagnéticas pueden ser de dos tipos:

-Ionizantes: Rayos cósmicos, rayos gamma, rayos X; caracterizadas por su capacidad de incidir sobre la materia y arrancar electrones de los átomos que la constituyen (fenómeno de ionización)

-No ionizantes: radiaciones ultravioletas, infrarrojas, microondas, radiofrecuencias y laser. Son aquellas regiones del espectro electromagnético en las que la energía de los fotones emitidos es insuficiente, en circunstancias normales, para producir ionizaciones en los átomos de las moléculas absorbentes. Los efectos que pueden producirse por una exposición a este tipo varían según el tipo, la intensidad, la duración de la misma y, según las condiciones de absorción, de reflexión del local y del equipo de trabajo. (Prevención de Riesgos Sanitarios, 2012) (Anexo FIGURA 2: FREMAP, 2011)

Es bastante común encontrar las radiaciones no ionizantes en las salas de fisioterapia ya que la utilización de la electroterapia como método de tratamiento supone la emisión de estas. Las encontramos en la aplicación de Onda Corta, Microondas, Láser e Infrarrojos.

La exposición por parte de los fisioterapeutas a este tipo de radiaciones es uno de los riesgos laborales que crean más incertidumbre en este ámbito, bien por falta de información o por informaciones contradictorias.

Mediante estudios experimentales no se ha obtenido evidencia científica que afirme que la exposición a campos electromagnéticos tiene efectos a largo plazo sobre la salud humana. Por el contrario, la exposición a estos campos si ocasiona efectos a corto plazo, de ahí su aplicación terapéutica. Una mala aplicación de estos puede generar efectos nocivos como pueden ser quemaduras, hipertermia o problemas en el sistema cardiovascular. (FREMAP, 2011)

Asimismo, también hay estudios que relacionan riesgos fetales de mujeres fisioterapeutas embarazadas y la exposición a radiaciones no ionizantes, pero existe una gran controversia entre ellos y hay una gran falta de evidencia científica sobre el tema.

La Comisión Internacional sobre protección frente a Radiaciones no ionizantes (ICNIRP), presenta una web en la cual aparecen las pautas, tablas, consejos e información útil para prevenir la exposición dañina evitando así riesgos laborales relacionados con este tipo de radiaciones. En esta web aparece, para cada frecuencia, características y uso, efectos sobre la salud, protección. También aparecen noticias y artículos científicos, aplicaciones de este tipo de radiaciones. (Anexo. TABLA 1 Y 2: Icnirp.org [Internet].)

### 1.1. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, la calidad de vida está pasando a ser una de las prioridades de los ciudadanos. Por esta razón, en todos los trabajos se tienen muy en cuenta los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores. En el caso de los fisioterapeutas, hay ciertos riesgos que no se tienen del todo en cuenta como son los producidos por radiaciones no ionizantes. Dada la escasez de información acerca del tema y el riesgo que puede llegar a padecer este sector sanitario, es necesario realizar una revisión bibliográfica para encontrar métodos preventivos y estudiar las posibles consecuencias de estos riesgos. A su vez, se busca investigar sobre el posible riesgo que sufren los fetos de mujeres embarazadas fisioterapeutas ya que existe mucha controversia y falta de información.

## 2. HIPÓTESIS

Las radiaciones ionizantes emitidas en salas de fisioterapia son perjudiciales para la salud de los fisioterapeutas teniendo, a su vez, efectos perjudiciales en el desarrollo del embarazo. Existen planes de prevención en los que se establecen normas para evitar ciertos riesgos.

## 3. OBJETIVOS

### 3.1. OBJETIVO GENERAL

-Investigar cuales son los principales efectos de las radiaciones no ionizantes sobre los fisioterapeutas y si los planes de prevención son necesarios en estos casos.

### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Realizar una revisión bibliográfica, basada en la evidencia científica y la práctica clínica más actualizada, sobre los riesgos laborales relacionados con las radiaciones no ionizantes en el ámbito fisioterapéutico.

-Identificar cuáles son los efectos más comunes que producen las radiaciones no ionizantes sobre la salud.

-Investigar si existen riesgos sobre el feto de una mujer fisioterapeuta embarazada tras la exposición a las radiaciones no ionizantes.

-Estudiar cuales son los mejores métodos para reducir los efectos de las radiaciones no ionizantes, haciendo hincapié sobre los planes de prevención.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1. DISEÑO

El estudio ha consistido en una revisión bibliográfica.

### 4.2. METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

La metodología utilizada para llevar a cabo esta revisión ha sido mediante una búsqueda bibliográfica en distintas bases de datos como son; Pubmed (motor de la búsqueda), Google Scholar, EMBASE y PEDro.

Los criterios de inclusión fueron: todos aquellos artículos que hablasen acerca de la relación entre los fisioterapeutas y las radiaciones no ionizantes, haciendo hincapié en las consecuencias de exposición sobre mujeres fisioterapeutas embarazadas.

Los criterios de exclusión fueron los artículos en los que se hablaba solamente de aspectos físicos, aquellos que estaban incompletos, los que estaban fuera del ámbito fisioterapéutico, artículos que tras la lectura del título no se correspondían con el tema, aquellos que no aportaban información relevante a la revisión bibliográfica y, por último, los que se encontraban duplicados en las bases de datos.

No se tuvo en cuenta el año de publicación cuando se realizó la búsqueda.

A la hora de seleccionar los artículos, se leyó el resumen completo, y, de los que se disponía del documento completo, se revisó en su totalidad. Para la revisión se seleccionó de cada artículo: el título-año, los objetivos, el tipo de estudio, los materiales y métodos, los resultados y las conclusiones. El total de artículos encontrados en la primera búsqueda sobre las 4 bases de datos se encuentra en la tabla 3, localizada en Anexos.

Respecto a la búsqueda de artículos, se utilizaron cuatro bases de datos en las cuales realizamos diferentes ecuaciones de búsqueda. En ninguna de las cuatro bases de datos se utilizó ningún aspecto limitante en la búsqueda.

Por una parte, en la base de datos Pubmed, se utilizaron de palabras clave: “non-ionizing radiation” y “physical therapy”, combinadas con el operador boleano “AND”. Se obtienen 7 resultados, de los

cuales se escogen 5 de interés para el estudio. En la revisión se incluyen finalmente 4. El artículo que no fue seleccionado fue excluido ya que estaba incompleto y estaba fuera del ámbito fisioterapéutico.

En la misma base de datos, también se utilizaron las palabras clave: “short wave therapy” y “occupational health” junto con el operador booleano “AND”. Mediante esta búsqueda se obtienen 2 resultados, de los cuales se escogen todos. Ambos dos se incluyeron en el estudio finalmente, ya que cumplen con el criterio de inclusión.

A su vez, se utilizaron las palabras clave: “pregnancy” y “shortwaves” junto con el operador booleano “AND”. Se obtienen 3 resultados, de los cuales se escogen todos para el estudio. En la revisión se incluye los 3, ya que son útiles para el estudio.

Como última búsqueda en la base de datos Pubmed, se utilizaron las palabras clave: “pregnancy” y “non-ionizing radiations” junto con el operador booleano “AND”. Mediante esta búsqueda se obtienen 2 resultados, de los cuales solamente se escoge 1 para el estudio. Finalmente, se incluye este último en nuestro estudio ya que el otro no es de interés ni abarca los criterios de inclusión.

Con el buscador Google académico se realizó parte de la búsqueda. En primer lugar, se utilizaron de palabras clave: “non-ionizing radiation” y “physical therapy”. Se obtienen 368 resultados en esta búsqueda, de los cuales se escogen 8 de interés para el estudio. Tras establecer los criterios de inclusión y exclusión, son finalmente 7 los incluidos en la revisión bibliográfica.

En segundo lugar, se realizó otra búsqueda en el mismo buscador empleando como palabras clave: “short wave therapy” y “occupational health”. Tras la búsqueda se obtienen 43 artículos de los cuales se seleccionan 2 de interés. Finalmente, de esos 2 artículos, se incluye uno en el estudio ya que el otro no ofrece información relevante.

Asimismo, se realizó una búsqueda con las palabras clave: “pregnancy” y “shortwaves” cuyo resultado fueron 394 artículos. Se escogieron 5 artículos ya que eran de interés para el estudio, y, de los cuales 4 fueron incluidos finalmente en la revisión.

Por último, se realizó una búsqueda con “pregnancy” y “non-ionizing radiations” como palabras clave. De esta búsqueda se obtuvieron 222 resultados, de los cuales se escogieron 4 como de posible interés. Finalmente, se incluyeron en nuestra revisión 2, ya que los otros restantes no eran de utilidad.

En la base de datos EMBASE también se realizó una búsqueda. Se emplearon como palabras clave: “non-ionizing radiation” y “physical therapy”. Se obtuvieron 2018 resultados de los cuales se escogió 1 de interés. Finalmente, éste fue excluido ya que no cumplía los criterios de inclusión.

Por otra parte, se realizó en la misma base de datos una búsqueda con las palabras clave: “short wave therapy” y “occupational health”, cuyo resultado fueron 5 artículos. Del total encontrado, se seleccionaron 3 de interés para el estudio. Estos 3 se incluyeron en la revisión ya que cumplían con los criterios de inclusión.

También se realizó una búsqueda con las palabras clave: “pregnancy” y “shortwaves”. De esta búsqueda se obtuvieron 4 resultados. Para el estudio, se seleccionaron 3 de posible interés, los cuales finalmente fueron incluidos en la revisión.

Finalmente, se utilizaron como palabras clave: “pregnancy” y “non-ionizing radiations”, cuyo resultado de búsqueda fueron 2 artículos. Se escogió 1 artículo para el estudio, pero finalmente se excluyó ya que no cumplía con los criterios de inclusión.

Respecto a la base de datos PEDro, se hicieron 4 búsquedas: “non-ionizing radiation” y “physical therapy”, “short wave therapy” y “occupational health”, “pregnancy” y “shortwaves”, y “pregnancy” y “non-ionizing radiations”. De las 4 búsquedas no se obtuvo resultados por lo que no se pudo seleccionar ningún artículo para el estudio en cuestión.

La búsqueda comenzó con 3070 resultados de búsqueda que, mediante los criterios de exclusión, finalmente se seleccionaron 18 artículos para el estudio. Esto queda esquematizado mediante un diagrama de flujo que se encuentra en el apartado de anexos, Figura 3.

## 5. RESULTADOS

Los resultados han sido obtenidos mediante la búsqueda en bases de datos aplicando las palabras claves precisas. Se han utilizado criterios de inclusión y de exclusión, explicados anteriormente, para acotar la búsqueda y hacerla más específica.

Se ha realizado un resumen en forma de tabla con la información (Título/Autor/Año, Objetivos, Resultados y Conclusiones) sobre los artículos que finalmente han sido introducidos en la revisión bibliográfica. La tabla se encuentra en el apartado de anexos.



## 6. DISCUSIÓN

Todos los artículos seleccionados de la búsqueda realizada se centran en los riesgos producidos o que puede llegar a producir las radiaciones no ionizantes y posibles métodos de prevención. También existe una gran relación entre las radiaciones no ionizantes y el efecto sobre el feto de mujeres fisioterapeutas embarazadas. (He JX et al, 2013; Källén B et al, 2013)

En primer lugar, dos de los artículos revisados cuentan que puede haber daño sobre la salud del fisioterapeuta al utilizar las radiaciones no ionizantes. (He JX et al, 2013; Vesselinova L, 2013)

Como se ha comentado anteriormente, las radiaciones no ionizantes son producidas por instrumentos empleados en fisioterapia, cada uno con una frecuencia, una longitud de onda, una duración y un método de empleo diferente. Por esta razón, aunque las máquinas emitan el mismo tipo de onda, producirán efectos diferentes sobre la salud del fisioterapeuta. Se demuestra que hay riesgo de enfermedad cardíaca al exponer a los fisioterapeutas masculinos a radiaciones emitidas por máquinas de onda corta (Hamburguer S et al, 1983). Se observa, a su vez, que estas máquinas producen un efecto de muerte perinatal (Källén B et al, 2013) y malformaciones congénitas sobre el feto de las embarazos (Källén B et al, 2013; Molsted K et al, 1989; Shields N et al, 2003; Magnavita N et Fileni A, 1994). El riesgo de aborto espontáneo sobre el feto de mujeres embarazadas fisioterapeutas también es producido por radiaciones emitidas de onda corta (Ouellet-Hellstrom R et al, 1993; Magnavita N et Fileni A, 1994). Se suma también a los efectos el bajo peso al nacer de los fetos cuyos embarazos han sufrido la emisión de radiaciones no ionizantes (Lerman Y et al, 2001; Shields N et al, 2003; Allam HK, 2016).

Respecto a la aplicación de microondas, también produce efectos que dañan a la salud de los fisioterapeutas. En este caso, se ha investigado sobre el riesgo de malformaciones congénitas que produce la emisión de esta máquina sobre el feto de fisioterapeutas embarazadas (Molsted K et al, 1989; Shields N et al, 2003).

El ultrasonido, que también emite radiación no ionizante, es capaz de producir riesgos sobre el feto como son los abortos espontáneos y malformaciones congénitas tras la exposición durante el embarazo (Magnavita N et Fileni A, 1994).

En muchos de los artículos en los cuales se evidencia que existe riesgo en la salud del fisioterapeuta al estar expuesto a estas radiaciones, se defiende que las medidas de control y prevención efectivas son la mejor forma de evitar dichos efectos (He JX et al, 2013). Se debe de fomentar la creación de métodos para prevenir la exposición innecesaria a estas radiaciones y prestar más atención a la exposición del personal sanitario ya que en la mayoría de los establecimientos no se llevan a cabo medidas de prevención de riesgo en el trabajo, lo que incrementa las posibilidades de padecer estos riesgos (Vesselinova L, 2012).

Por otra parte, se afirma que para llevar a cabo un método de prevención efectivo se deben seguir las pautas de aparecen en Comisión Internacional sobre Protección de Radiación no ionizante (ICNIRP) y la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) (Maccà I et al, 2002). Es muy importante que el fisioterapeuta esté concienciado de todas estas pautas, que el empresario (si es centro privado) o el jefe de servicio (si es entidad pública) estén comprometidos, y que la aplicación de estas medidas sea vigente para conseguir un entorno laboral saludable (Álvarez P et al, 2009.). Esto conlleva ciertos problemas de ámbito económico, lo que dificulta el consenso y la puesta en vigor (Guerrero J and Pérez JL, 2006).

Se buscaron nuevas medidas de prevención, como colocar una jaula de Faraday para reducir la radiación, pero el resultado fue justo el contrario, aumentando de manera exponencial los niveles de exposición (Messias IA et al, 2011).

Uno de los principales métodos de prevención es marcar una distancia de seguridad mínima ante la exposición a dichas máquinas. En uno de los artículos, se comprobó que, aunque las medidas de prevención establecían que un metro era la distancia de seguridad para los aparatos de diatermia de onda corta, la distancia mínima para los fisioterapeutas es de 2 metros como mínimo para onda corta continua y de 1,5 metros como mínimo para onda corta pulsada. (Sarwar SG et al, 2013). Con estas conclusiones se puede comprobar la controversia que existe y la necesidad de establecer unas medidas definitivas de prevención.

Uno de los efectos que más presente está y más controversia genera es el producido sobre el feto de las fisioterapeutas embarazadas que se han expuesto a estas radiaciones. Tras realizar la revisión, los efectos más comunes que producen las radiaciones son malformaciones congénitas, bajo peso al nacer, aborto espontáneo y muerte perinatal.

Respecto a las malformaciones congénitas, se ha encontrado artículos en los cuales aparece la onda corta como promotor de este efecto (Lerman Y et al, 2001; Shields N et al, 2003). Sin embargo, no hay evidencia del todo completa para afirmar con total seguridad que la radiación de onda corta y las malformaciones congénitas mantienen una relación causa-efecto. Tampoco se puede asegurar que las malformaciones congénitas son producidas por la radiación del microondas ni de la máquina de ultrasonidos, por falta de evidencia sobre ambos los aparatos (Molsted K et al, 1989; Magnavita N et Fileni A, 1994).

El bajo peso al nacer es un efecto que aparece en la mayoría de la bibliografía revisada. Con este efecto hay cierta controversia ya que hay investigaciones que afirman la relación entre el bajo peso al nacer y las radiaciones emitidas por onda corta (Shields N et al, 2003; Allam HK, 2016). Por otra parte, se afirma que no hay significación estadística entre la onda corta y el bajo peso al nacer, reafirmando el hecho de falta de evidencia sobre este tema (Lerman Y et al, 2001; Mortazavi S et al, 2013).

El efecto del aborto espontáneo es de real controversia. Tras revisar la bibliografía, se observa como en algunos artículos los resultados son que las radiaciones mediante onda corta pueden provocar este efecto (Ouellet-Hellstrom R et al, 1993). Asimismo, se encuentran otros artículos en los que niegan tal relación (Shields N et al, 2003), junto con otras investigaciones en las cuales se confirma la falta de evidencia respecto al efecto de aborto espontáneo y las máquinas de onda corta y ultrasonidos (Magnavita N et Fileni A, 1994).

## 7. CONCLUSIONES

-Existen riesgos laborales en el ámbito fisioterapéutico producidos por las radiaciones no ionizantes. Para evitarlos, se deben establecer planes de prevención sobre estas radiaciones. Estos planes de prevención deben de ser válidos y aplicables en cualquier lugar de trabajo relacionado con la fisioterapia.

-Las radiaciones emitidas por el aparato de onda corta es el que mayor número de riesgos produce, seguido del microondas y del ultrasonido. Los riesgos suelen afectar a la salud del fisioterapeuta, destacando los problemas cardiacos.

-Las embarazadas que se exponen a radiaciones no ionizantes están en riesgo de padecer efectos perjudiciales sobre el feto, como pueden ser malformaciones congénitas, falta de peso al nacer, aborto espontáneo y muerte perinatal. Por lo tanto, será muy importante dar cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. Ésta, recoge la obligatoriedad del empresario de adoptar las medidas necesarias para evitar cualquier exposición al riesgo para la seguridad o la salud de las mujeres y su descendencia durante el embarazo o en periodo de lactancia, adoptando las medidas necesarias, así como, una pronta comunicación del embarazo por parte de la fisioterapeuta.

-Los estudios encontrados en esta revisión bibliográfica no eran metodológicamente correctos, ya la mayoría presentaban limitaciones, y por ello no se ha podido sacar conclusiones válidas de esta revisión bibliográfica. Se deben realizar más estudios sobre los efectos finales de las radiaciones no ionizantes, los efectos que padecen los fetos de las embarazadas que se expongan a dichas radiaciones y qué aparatos producen dichos efectos.

## ANEXOS

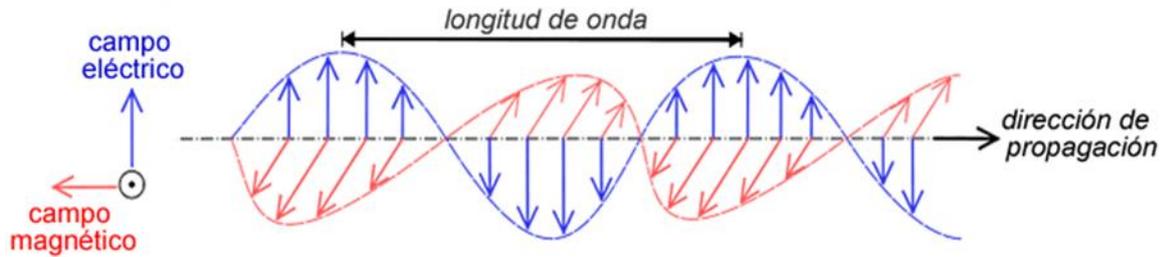


Figura 1. Campo electromagnético.

RADIACIÓN NO IONIZANTE					
CAMPOS ELECTROMAGNETICOS			RADIACIONES OPTICAS		
Radiaciones ELF (extremadamente baja frecuencia)	Radiofrecuencias	Microondas	Infrarrojo	Visible	Ultravioleta
					
FRECUENCIA:					
0 Hz a 30 kHz	30kHz a 300 MHz	300 MHz a 300 GHz	300 GHz a 400 THz	400 THz a 750 THz	750 THz a 1.660 THz
-			+		
Energía					

Figura 2. Tipos de radiaciones no ionizantes dependiendo de la frecuencia.

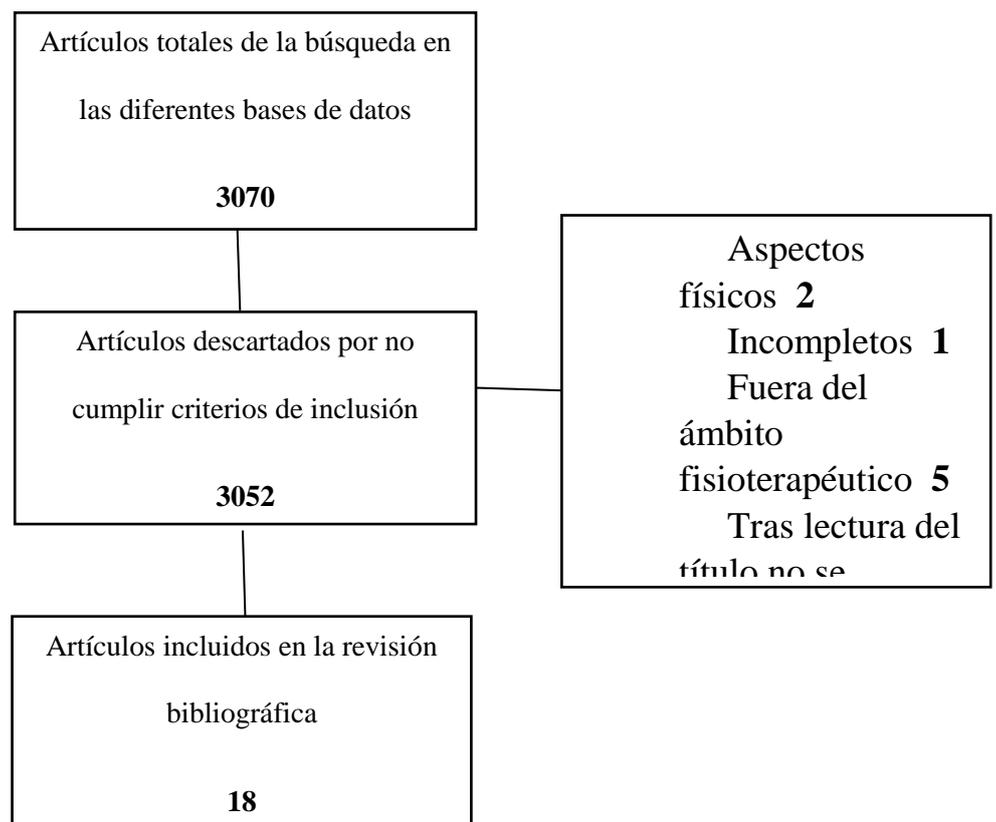


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso de selección de los artículos finalmente analizados en esta revisión bibliográfica.

Tabla 1. Niveles de referencia a tener en cuenta por el profesional para la exposición a la radiación.

<b>EXPOSICIÓN PROFESIONAL</b>	<b>CAMPO ELÉCTRICO</b>	<b>CAMPO MAGNÉTICO</b>
Jornada de trabajo completa	10 kV/m (50 Hz)	5.000 mG
Corto Plazo	30 kV/m	50.000 mG

Tabla 2. Niveles de referencia a tener en cuenta para la exposición a las radiaciones.

<b>Niveles referencia para exposición ocupacional a campos eléctricos y magnéticos</b> (valores rms no perturbados)				
Rango de Frecuencia (MHz)	Intensidad de Campo Eléctrico (Vm-1)	Intensidad de Campo Magnético (Am-1)	Densidad de Flujo Magnético (micro T)	Densidad de Potencia (Wm-2)
Hasta 1 Hz	-	$1,63 \times 10^5$	$2 \times 10^5$	-
1 – 8 Hz	20 000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2 \times 10^5 / f^2$	-
8 – 25 Hz	20 000	$1,63 \times 10^5 / f^2$	$2,5 \times 10^4 / f$	-
0,025 – 0,82 kHz	$500 / f$	$2 \times 10^4 / f$	$25 / f$	-
0,82 – 65 kHz	610	$20 / f$	30,7	-

0,065 – 1 MHz	610	24,4	$2 / f$	-
1 – 10 MHz	$610 / f$	$1,6 / f$	$2 / f$	-
10 – 400 MHz	6	0,16	0,2	10
400 – 2000 MHz	$3 f^{0,5}$	$0,008 f^{0,5}$	$0,01 f^{0,5}$	$f / 40$
2 – 300 GHz	137	0,36	0,45	50

Tabla 3. Número total de documentos encontrados, según los parámetros, en las bases de datos.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>PUBMED</b>	<b>GOOGLE SCHOLAR</b>	<b>EMBASE</b>	<b>PEDro</b>
<b>S</b>				
<b>i</b>	7	368	2018	0
<b>ii</b>	2	43	5	0
<b>iii</b>	3	394	4	0
<b>Iv</b>	2	222	2	0

**i.** “non-ionizing” AND “physical therapy”;

**ii.** “short wave therapy” AND “occupational health”;

**iii.** “pregnancy” AND “shortwaves”;

**iv.** “pregnancy” AND “non-ionizing radiations”

TABLA 4. Resumen de la revisión bibliográfica.

TITULO/ AUTOR/ AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Investigation of non-ionizing radiation hazards from physiotherapy equipment in 16 medical institutions”</i></p> <p>He JX, Zhou W, Qiu HL, Yang GT</p> <p>2013</p>	<p>Investigar los riesgos de radiación no ionizante de los equipos de fisioterapia en instituciones médicas y explorar medidas de control factibles para las enfermedades ocupacionales.</p>	<p>Es un ensayo clínico.</p> <p>Se realizó en 16 instituciones médicas.</p> <p>Medición in situ de: Radiación de frecuencia ultra alta, Campo electromagnético de alta frecuencia. Radiación de microondas. Radiación láser.</p> <p>Mediante métodos de Medición de agentes físicos en lugares de trabajo (GBZ / T189-2007)</p>	<p>De los 17 aparatos de onda ultra-corta: el 70,6% de ellos tenían intensidad segura en cabeza, el 47,1% la tenían en el tórax, y el 17,64% en el abdomen.</p> <p>-De los 4 aparatos de termoterapia de alta frecuencia: el 100% de ellos tenían una intensidad segura en la cabeza, y el 75% la tenían tanto en el tórax como en el abdomen.</p> <p>-La radiación microondas de los 18 aparatos y la radiación láser de los 12 aparatos cumplían con los estándares nacionales de salud.</p>	<p>Las radiaciones no ionizantes sí que producen riesgos en la salud de los fisioterapeutas.</p> <p>Deben existir medidas de prevención y control efectivas ya que ninguna de las instituciones médicas tomó medidas de protección.</p>
<p><i>“Occupational exposure to electromagnetic fields in physiotherapy departments”</i></p> <p>Maccà I, Scapellato ML, Perini M, Virgili A, Saia B, Bartolucci GB</p> <p>2002</p>	<p>Evaluar los campos electromagnéticos emitidos por fuentes de diatermia de onda corta, ultracorta y magneto a una frecuencia de 50Hz para comprobar si afecta a los operadores de dichas máquinas.</p>	<p>Es un estudio de cohortes.</p> <p>Se eligieron operadores que hubieran estado expuestos a campos electromagnéticos.</p> <p>Mediante la Comisión Internacional sobre Protección de Radiación No Ionizante (ICNIRP) y la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) se podía saber si esos operadores estaban afectados o no.</p>	<p>Los campos electromagnéticos de diatermia de onda corta con frecuencia de 27,12 MHz exponen a los operadores a niveles superiores a los recomendados por la ICNIRP a una distancia de 1 metro.</p> <p>Los campos del magneto superaron los niveles recomendados a una distancia de 4 metros con 1 microtesia.</p>	<p>Hay que seguir a la Comisión Internacional sobre Protección de Radiación no ionizante (ICNIRP) y la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) ya que establecen las pautas para emplear máquinas que emitan campos electromagnéticos de manera segura.</p>

TITULO/ AUTOR / AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Occupational exposure to non-ionizing radiation and an association with heart disease: an exploratory study”</i> Hamburger S, Logue JN, Silverman PM. 1983</p>	<p>Comprobar si existe relación entre la exposición ocupacional y la radiación no ionizante y enfermedades del corazón.</p>	<p>Es un estudio de cohortes. Los análisis de la exposición se realizaron a partir de una encuesta por correo. La cohorte estaba compuesta por 3004 encuestados masculinos que se dividían en subgrupos según la exposición y el tipo de energía de radiación emitida por el equipo. Las modalidades fueron: ultrasonido, microondas, onda corta e infrarrojo.</p>	<p>El único hallazgo consistentemente significativo fue la asociación entre la enfermedad cardiaca y la exposición a la radiación de onda corta cuando se compararon los grupos de exposición alta y baja.</p>	<p>Existe riesgo de enfermedad cardiaca al exponer a los fisioterapeutas masculinos a la radiación de onda corta.</p>
<p><i>“Exposição ocupacional de fisioterapeutas aos campos elétrico e magnético e a eficácia das gaiolas de Faraday”</i> Messias IA, Okuno E, Colacioppo S. 2011</p>	<p>Medir la exposición de los fisioterapeutas a los campos eléctricos y magnéticos producidos por equipos de diatermia de onda corta. Comparar los valores medidos con los niveles de exposición recomendados por la ICNIRP (Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante)</p>	<p>Es un estudio transversal. Se realizaron medidas de campos eléctrico y magnético en 17 equipos de diatermia de onda corta en clínicas de fisioterapia. Se midieron, durante sesiones reales de tratamiento fisioterápico, en cuatro puntos: en las proximidades de la pelvis y de la cabeza del operador, de los cables eléctricos de los aparatos y de los electrodos de aplicación. El equipo que se ha utilizado para medir ha sido el EMR-200 de la marca Wandell &amp; Goltermann.</p>	<p>Los valores obtenidos en las proximidades de los cables eléctricos y de los electrodos de aplicación estaban de 10 a 30 veces por encima de los niveles de referencia recomendados por la ICNIRP. En las salas de tratamiento con diatermia de onda corta con jaulas de Faraday, los campos fueron aún más altos que en las salas sin estas jaulas, con valores superiores a 100 veces el límite de exposición de la ICNIRP.</p>	<p>Las intensidades de los campos eléctrico y magnético están por encima de los niveles de exposición recomendados por la ICNIRP. La jaula de Faraday no proporciona protección a los fisioterapeutas, sino que aumenta los niveles de exposición.</p>

TITULO/AUTOR/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Delivery Outcome among Physiotherapists in Sweden: Is Non-Ionizing Radiation a Fetal Hazard?”</i> Bengt Källén M.D., Ph.D. , Gert Malmquist &amp; Ulrich Moritz M.D. 2013</p>	<p>Comprobar si la radiación ionizante afecta al feto en mujeres embarazadas fisioterapeutas.</p>	<p>Es un estudio de cohorte y de casos y controles. En el estudio de cohorte se escogieron 2.043 bebés nacidos de 2.018 mujeres fisioterapeutas cuyo embarazo fue entre 1973 a 1978. Se estudió, mediante la edad materna y la distribución paritaria, que la incidencia de muerte perinatal, las malformaciones graves, la corta duración gestacional y el bajo peso al nacer fue ligeramente inferior a la esperada. Por otra parte, se enviaron unos cuestionarios por correo. Las embarazadas estuvieron expuestas a: onda corta, microondas, ultrasonido, rayos X, electroestimulador y jabones que contienen hexaclorofeno.</p>	<p>El único hallazgo fue una mayor incidencia de uso de equipo de onda corta entre las mujeres con un bebé muerto o mal formado que entre los controles.</p>	<p>Existe un riesgo fetal, sobre todo de muerte perinatal y de malformaciones, al exponer a madres fisioterapeutas a radiaciones no ionizantes, en este caso producido por onda corta.</p>
<p><i>“Electromagnetic fields in clinical practice of physical and rehabilitation medicine: a health Hazard assessment of personnel”</i> Lyubina Vesselinova 2012</p>	<p>Analizar si los campos electromagnéticos son un factor de riesgo para la salud del personal de fisioterapia</p>	<p>Es un estudio de revisión bibliográfica. Estudia el entorno de trabajo específico de los sanitarios mediante un estudio llamado “Estudio de los efectos biológicos de los CEM entre el personal médico de las salas de PRM: potencial de reducción de riesgo” y una encuesta realizada.</p>	<p>Se obtienen características de frecuencia y modulación heterogéneas, colocación en el suelo haciendo así que haya una exposición crónica a estos campos, gran exposición del tronco y de las manos del profesional, ausencia de medición de dosis, falta de programa de intervención.</p>	<p>Se debe prestar más atención a la exposición del personal sanitario a estos campos electromagnéticos y fomentar la creación de métodos adecuados para prevenir la exposición innecesaria a estos factores.</p>

TITULO/ AUTOR / AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Assessment of Physiotherapists’ Occupational Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields from Shortwave and Microwave Diathermy Devices: A Literatura Review”</i> Syed Ghulam Sarwar Shah &amp; Alexandra Farrow 2013</p>	<p>El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial de fisioterapeutas de la exposición a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia en su lugar de trabajo.</p>	<p>Es un estudio de revisión bibliográfica. Revisaron revistas académicas publicadas desde enero de 1990 hasta junio de 2010, identificándose en 9 bases de datos bibliográficas en línea. Se comparaba la resistencia de los campos electromagnéticos con los límites de exposición ocupacional recomendados por la ICNIRP. Los campos electromagnéticos se midieron a diferentes distancias desde la consola de dispositivos de diatermia, electrodos y cables.</p>	<p>Para diatermia continua de onda corta, las mediciones de campo electromagnético se realizaron a &lt;1m, 1, 1.1-1.5 y 2 m informaron que la intensidad de campo E máxima es de 8197%, 1639%, 295% y 69% respectivamente; y la intensidad de campo máxima de H como 6250%, 681%, 213% y 56% respectivamente, respecto a los límites de ICNIRP. Para la diatermia de onda corta pulsada, las mediciones de campo electromagnético a &lt;1m, 1m y 1.1-1.5m fue una intensidad máxima del campo E como 1639%, 175% y 32%, y del campo H como 1175%, 968% y 28% respectivamente, de los límites de ICNIRP. Para la diatermia por microondas, la densidad medida a &lt;1m, 1m, 1.1-1.5m y 2 m fue 200%, &lt;30%, 0.76% y 0.82% respectivamente, del límite ICNIRP.</p>	<p>Las emisiones del campo electromagnético de radiofrecuencia medidas a partir de dispositivos de diatermia electroterapéuticos continuos y pulsados pueden ser mayores que los límites de exposición a distancias específicas, es decir, a 1 metro, que actualmente es la distancia segura para los fisioterapeutas. La distancia de seguridad mínima para los fisioterapeutas es al menos 2 metros para diatermia continua de onda corta y 1,5 metros para diatermia de onda corta pulsada. Los estudios no proporcionan pruebas de que se hayan excedido los niveles de referencia para la exposición ocupacional a 1 metro de diatermia por microondas.</p>
<p><i>“Biosomatic effects of the electromagnetic fields on view of the physiotherapy personnel health”</i> Lyubina Vesselinova 2013</p>	<p>Demostrar que los campos electromagnéticos tienen efectos biosomáticos sobre la salud de los fisioterapeutas.</p>	<p>Es un estudio experimental mediante el uso de una tarjeta de encuesta para la evaluación del estado de salud. Este documento presenta la evaluación médica y el estado de salud del personal dedicado a la fisioterapia, con presencia de campo electromagnético. Es un resumen de la parte somática de los resultados del estudio entre el personal de fisioterapia de instalaciones con diferentes equipos y carga de trabajo .</p>	<p>Los principales hallazgos somáticos específicos y las quejas en el grupo investigado incluyen parodontosis (42%), trastornos cardiovasculares (41.6%), afecciones alérgicas con piel o manifestación sistémica (40.8%), fotosensibilización (34.1%), enfermedades de la piel (31,5%), trastornos musculoesqueléticos (30,0%), trastornos neoplásicos (7,5%) y alteraciones menstruales (20%).</p>	<p>Se confirma que los fisioterapeutas también sufren alteraciones sobre su salud en su ámbito de trabajo.</p>

TITULO/AUTOR/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Risk prevention against nonionizing radiation in physical therapy”</i> P. Álvarez García, B.Martínez Toledo 2009</p>	<p>Actualizar la información normativa y legislativa existente referida al campo de las radiaciones no ionizantes en relación con el ámbito de la fisioterapia. Sobre todo, en torno a las medidas existentes para trabajar en condiciones óptimas de protección de salud.</p>	<p>Es un estudio de revisión bibliográfica. Búsqueda bibliográfica en organizaciones tanto nacionales como internacionales que han emitido recomendaciones y directrices para mejorar la seguridad y la salud frente a radiaciones no ionizantes. Se basa sobre todo en la Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo. En dicho documento se describen los valores límite de la exposición.</p>	<p>Existen propuestas para reducir el riesgo de exposición: sistemas de apantallamiento, gafas de protección, distancias de seguridad, señalización o atención a las normas del fabricante. El empresario se ve directamente implicado, ya que tiene la obligación de evaluar, medir y calcular la exposición de sus trabajadores a los campos electromagnéticos.</p>	<p>La concienciación del fisioterapeuta, el compromiso del empresario y la aplicación de la normativa vigente son tres pilares fundamentales para conseguir tener un entorno laboral saludable.</p>
<p><i>“Effects of ultrasound, shortwaves, and physical exertion on pregnancy outcome in physiotherapists”</i> Helena Taskinen, Pentti Kyyronen, Kari Hemminki 1990</p>	<p>Investigar si la exposición ocupacional entre fisioterapeutas se asocia con aborto espontáneo o malformación congénita.</p>	<p>Es un estudio retrospectivo de casos- controles. Se incluyeron todas las fisioterapeutas registradas en Finlandia embarazadas durante 1973-1983. Los casos fueron mujeres que habían recibido tratamiento para un aborto espontáneo o habían dado a luz a un niño con malformación. Se seleccionó al azar un embarazo por mujer para el estudio. Se seleccionaron tres controles emparejados por edad (<math>\pm 18</math> meses) para cada caso de aborto y cinco para cada caso de malformación. La población final del estudio fue de 204 casos y 483 controles en el estudio de aborto espontáneo, y 46 casos y 187 controles en el estudio de malformación congénita. La información se recopiló mediante cuestionarios</p>	<p>El levantamiento de pesas (incluidas las transferencias de pacientes) se asoció significativamente con el aborto espontáneo. La exposición al ultrasonido y las ondas cortas mostraron aproximadamente el triple de odds ratio para abortos espontáneos que se producen después de la décima semana de gestación, pero ninguno alcanzó significación estadística. Las terapias de calor profundo juntas y las ondas cortas solas se asociaron significativamente con malformaciones congénitas, pero el aumento se encontró solo en la categoría de exposición más baja. De las posibles variables de confusión, el aborto previo (espontáneo o inducido) se asoció significativamente con el aborto espontáneo, y la enfermedad febril en el embarazo temprano se asoció con la malformación congénita.</p>	<p>El esfuerzo físico durante el embarazo temprano parece ser un factor de riesgo para el aborto espontáneo. Los hallazgos hacen sospechar el posible efecto dañino de las ondas cortas y la ecografía en el embarazo, pero no se puede extraer una conclusión firme.</p>

TITULO/AUTOR/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Miscarriages among Female Physical Therapists Who Report Using Radio- and Microwave-frequency Electromagnetic Radiation”</i> Rita Ouellet-Hellstrom, Walter F Stewart 1993</p>	<p>Comprobar si la exposición a radiación electromagnética de onda corta y microondas puede estar relacionada con abortos espontáneos, riesgos excesivos en el parto, muertes neonatales en fetos de mujeres fisioterapeutas.</p>	<p>Es un estudio de casos y controles. Se realizaron cuestionarios a 42.403 fisioterapeutas en el año 1989, de los cuales se obtuvo la historia ocupacional y reproductiva. Las exposiciones a onda corta y al microondas se evaluaron de la misma manera y se examinaron en relación con la pérdida fetal temprana. Un total de 1.753 embarazos (casos) se compararon con 1.754 embarazos de control. Un embarazo se consideraba expuesto si la madre informó de haber utilizado alguna de las máquinas en cualquier momento durante los 6 meses anteriores al primer trimestre o durante este.</p>	<p>Los embarazos de madres que informaron el uso de onda corta los 6 meses antes del embarazo o durante el primer trimestre tuvieron más probabilidades de provocar aborto espontáneo. El riesgo de aborto espontáneo no se asocia con el uso informado de equipos de diatermia de microondas.</p>	<p>Si que existe un riesgo de aborto espontáneo en fetos cuyas madres sean fisioterapeutas y hayan estado expuestas a radiaciones de onda corta durante los 6 meses anteriores al primer trimestre o durante este.</p>
<p><i>“Pregnancy outcome following exposure to shortwaves among female physiotherapists in Israel”</i> Lerman Y, Jacobovich R, Green MS 2001</p>	<p>Investigar sobre la posible asociación entre el uso de diatermia de onda corta por parte de fisioterapeutas embarazadas y el resultado adverso del embarazo.</p>	<p>Es un estudio de caso-control. Se realizaron cuestionarios y entrevistas telefónicas sobre 434 fisioterapeutas de Israel, las cuales incluyeron 930 embarazos. De las cuales, 175 tuvieron abortos espontáneos, 45 malformaciones fetales, 47 un parto prematuro y 33 bebés tuvieron un parto prematuro. Se recopilaron datos individualizados sobre la exposición a ondas cortas, ultrasonidos y levantamiento de pesas.</p>	<p>El análisis mostró que la exposición a ondas cortas se asoció con un odds ratio significativamente mayor para malformaciones congénitas y bajo peso al nacer. Este efecto aumentó de manera relacionada con la dosis. Tras controlar las posibles variables de confusión, solo el bajo peso al nacer alcanzó significación estadística.</p>	<p>Este estudio sugiere que las ondas cortas tienen efectos potencialmente dañinos en el resultado del embarazo, específicamente el bajo peso al nacer.</p>

<b>TITULO/AUTOR/AÑO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>CONCLUSIONES</b>
<p><i>“The study of the effects of ionizing and non-ionizing radiations on birth weight of newborns to exposed mothers”</i> S. M. J. Mortazavi, K. Raygan Shirazi, G. Mortazavi 2013</p>	<p>Investigar la relación entre la exposición a la radiación ionizante y no ionizante y el riesgo de bajo peso al nacer.</p>	<p>Es un estudio de cohortes. Se entrevistó y encuestó a 1200 madres con su primer parto cuyo historial de recién nacidos se había registrado en el programa de detección de recién nacidos en Shiraz. La recopilación de datos se realizó mediante la evaluación del historial de radiografías de la madre antes y durante el embarazo, el examen físico de la madre para determinar la estatura y el peso, y el pesaje y el examen del recién nacido para detectar cualquier diagnóstico de enfermedad y anomalías.</p>	<p>No hubo diferencias estadísticamente significativas entre el peso medio de los recién nacidos cuyas madres habían estado expuestas a algunas fuentes comunes de radiaciones ionizantes y no ionizantes, tales como radiografías dentales o no dentales, teléfonos móviles, teléfonos inalámbricos y tubos de rayos catódicos y aquellos de madres no expuestas.</p>	<p>Los hallazgos de este estudio arrojan dudas sobre informes anteriores, aquellos que indicaron que la exposición a la radiación no ionizante durante el embarazo aumentó el riesgo de bajo peso al nacer.</p>
<p><i>“The effect of physical working conditions on female reproduction”</i> Molsted K, Schaumburg I 1989</p>	<p>Descubrir si ciertas condiciones laborales afectan en la reproducción femenina.</p>	<p>Es un estudio de revisión bibliográfica. Lectura de varios artículos que hablan sobre los efectos de las radiaciones sobre la salud.</p>	<p>No hay evidencia ya que la mayoría son sospechas. Las microondas y ondas cortas aumentan el riesgo de malformaciones del feto. El esfuerzo físico y el levantamiento de pesas aumentan riesgo de aborto espontáneo y nacimiento prematuro/ bajo peso al nacer</p>	<p>No se obtienen conclusiones claras pero si que se sospecha que tanto las microondas como las ondas cortas aumentan el riesgo de malformaciones.</p>
<p><i>“Short-wave diathermy and pregnancy: what is the evidence?”</i> N Shields, N O'Hare, J Gormley 2003</p>	<p>Investigar si la diatermia de onda corta produce efectos adversos en el embarazo</p>	<p>Es un estudio de revisión bibliográfica. Examina la evidencia de estudios en animales y humanos sobre el efecto de la radiofrecuencia.</p>	<p>No hay asociación entre la diatermia de onda corta y el aborto espontáneo, la prematuridad, la muerte fetal o la fertilidad reducida. Si hay relación entre la diatermia y las malformaciones congénitas y el bajo peso al nacer.</p>	<p>La diatermia de onda corta tiene cierta asociación con las malformaciones congénitas y el bajo peso al nacer. Existen directrices que promueven el uso seguro de la onda corta, pero falta investigaciones.</p>
<b>TITULO/AUTOR/AÑO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>CONCLUSIONES</b>

<p><i>“Occupational risk caused by ultrasound in medicine”</i> N Magnavita, A Fileni 1994</p>	<p>Analizar la información disponible sobre el riesgo laboral de los operadores que utilizan dispositivos de ultrasonidos.</p>	<p>Es un estudio de revisión bibliográfica. Se han escogido artículos en los que se relacione los riesgos laborales y el efecto de los ultrasonidos</p>	<p>El ultrasonido de contacto es mucho más peligroso que el de aire. Trabajadores que han estado expuestos a ecografías pueden desarrollar el síndrome angiodystonic de polineuritis vegetativa en las manos. Fisioterapeutas embarazadas expuestas a ultrasonido y onda corta muestran un aumento de abortos espontáneos y malformaciones congénitas, pero sin conclusión definitiva.</p>	<p>El ultrasonido y la onda corta tienen efecto sobre el feto, produciendo un aumento de abortos espontáneos y malformaciones congénitas. Falta de evidencia para concluir esta afirmación.</p>
<p><i>“Menstrual Changes and pregnancy outcomes among physiotherapists exposed to non-ionizing radiations”</i> Allam H 2016</p>	<p>Evaluar los cambios menstruales, el perfil hormonal y los resultados del embarazo en fisioterapeutas expuestas a radiaciones no ionizantes</p>	<p>Es un estudio prospectivo de casos – controles. Se incluyeron a 120 trabajadoras en los departamentos de fisioterapia con 160 controles sanos (no expuestos), que se asignaron en dos grupos: embarazadas (50 fisioterapeutas y 75 controles) y no embarazadas (70 fisioterapeutas y 85 controles). Las medidas de resultado en el grupo de embarazadas incluyeron el resultado del embarazo, mientras que en el grupo de no embarazadas fueron irregularidades menstruales, sangrado uterino anormal y perfil hormonal anormal.</p>	<p>Hubo una diferencia altamente significativa entre las embarazadas expuestas y los controles con respecto al bajo peso al nacer (<math>p &lt; 0,001</math>). No hubo diferencias significativas entre las embarazadas no expuestas y los controles con respecto a las irregularidades menstruales y el análisis hormonal (<math>p &gt; 0,05</math>).</p>	<p>Las fisioterapeutas femeninas no tienen mayores riesgos de irregularidades menstruales, perfil hormonal anormal o resultado adverso del embarazo, excepto por el bajo peso al nacer que requiere investigación futura.</p>

TITULO/AUTOR/AÑO	OBJETIVOS	MATERIAL Y MÉTODOS	RESULTADOS	CONCLUSIONES
<p><i>“Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana”</i>            J Guerrero Abreu,            JL Pérez Alejo            2006</p>	<p>Investigar sobre el efecto que tienen las radiaciones no ionizantes sobre la salud humana.</p>	<p>Es un estudio de revisión            Se examina la bibliografía publicada para poder situar estas radiaciones en relación con la salud.</p>	<p>Estas radiaciones producen diversos efectos sobre la salud humana:            -Aparato reproductor: afecta a la función testicular, aumenta casi el doble la probabilidad de sufrir aborto espontáneo            -Cáncer: sobre tema hay mucha controversia, por lo que se necesitan más estudios            -Esfera neuropsíquica: alteraciones de la termorregulación, de la actividad colinérgica, electroencefalográficas y propensión al suicidio. También aparecen síntomas como confusión, pereza, pérdida de memoria, ansiedad y depresión.            -Sistema inmunológico: procesos alérgicos, depresión del sistema inmunológico.            -Aparato cardiovascular: infartos cardiacos.            -Sistema hematopoyético: aumento de cifras de hemoglobina, modificaciones leucocitarias.</p>	<p>Las investigaciones sobre radiofrecuencias no han despejado dudas sobre la influencia de los campos electromagnéticos sobre el hombre.            Muchos son los intereses de tipo económico que se mueven alrededor del tema, de ahí la falta de estudios y de consenso en las investigaciones.            La OMS reconoce que los estudios epidemiológicos son insuficientes para evaluar los riesgos en la salud que causa la exposición a radiofrecuencias.</p>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Allam HK. Menstrual Changes and Pregnancy outcomes among physiotherapists exposed to non-ionizing radiations. *Egyptian Journal of Occupational Medicine*, 2016; 40 (2): 161-170.
2. Álvarez P, Martínez B. Risk prevention against nonionizing radiation in physical therapy. *Fisioterapia*.2009;31(4):143-50.
3. Álvarez P, Martínez B. Risk prevention against nonionizing radiation in physical therapy. *Fisioterapia*.2009;31(4):143-150.
4. Cofiga.org [Internet]. Ilustre Colegio Oficial de Fisioterapeutas de Galicia. Available from: <http://www.cofiga.org/fisioterapia/definicion>
5. FREMAP. Manual de Seguridad y Salud frente al Riesgo de Exposición Laboral a los Campos Electromagnéticos en los puestos de Fisioterapeuta y Auxiliar. 2011.
6. Gallego T. Bases Teóricas y Fundamentos de la Fisioterapia. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2007.
7. Guerrero J, Pérez JL. Las radiaciones no ionizantes y su efecto sobre la salud humana. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 2006.
8. Guía Básica de Riesgos Laborales específicos en el Sector Sanitario. Unión Sindical de Comisiones Obreras de Castilla y León y Secretaria de Salud Laboral de la Federación Regional de Sanidad y Servicios Sociosanitarios de CCOO de Castilla La Mancha; 2011.
9. Hamburger S, Logue JN, Silverman PM. Occupational exposure to non-ionizing radiation and an association with heart disease: an exploratory study. *J Chronic Dis*. 1983;36(11):791-802.
10. He JX, Zhou W, Qiu HL, Yang GT. Investigation of non-ionizing radiation hazards from physiotherapy equipment in 16 medical institutions. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2013;31(12):900-1.

11. Icnirp.org [Internet]. ICNIRP(International Commission on non-ionizing protection.Available from: <https://www.icnirp.org/en/home/index.html>.
12. Källén B, Malmquist G, Moritz U. Delivery Outcome among Physiotherapists in Sweden: Is Non-Ionizing Radiation a Fetal Hazard?. *Physiotherapy*. January 10, 1992.78(1):15-18.
13. Lerman Y, Jacobovich R, Green MS. Pregnancy outcome following exposure to shortwaves among female physiotherapists in Israel. *Am J Ind Med*. 2001;39(5):499-504.
14. Maccà I, Scapellato ML, Perini M, Virgili A, Saia B, Bartolucci GB. Occupational exposure to electromagnetic fields in physiotherapy departments.. *G Ital Med Lav Ergon*. 2002;24(4):444-6.
15. Magnavita N, Fileni A. Occupational risk caused by ultrasound in medicine. *La Radiologia médica*, 1994.
16. Messias IA, Okuno E, Colacioppo S. Exposição ocupacional de fisioterapeutas aos campos elétrico e magnético e a eficácia das gaiolas de Faraday. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;30(4):309–16.
17. Molsted K, Schaumburg I. The effect of physical working conditions on female reproduction. *Nord Med*. 1989;104(5):158-60.
18. Mortazavi S, Shirazi KR, Mortazavi G. The study of the effects of ionizing and non-ionizing radiations on birth weight of newborns to exposed mothers. *J Nat Sc Biol Med* 2013; 4: 213-7.
19. Ouellet-Hellstrom R, Stewart WF. Miscarriages among Female Physical Therapists Who Report Using Radio- and Microwave-frequency Electromagnetic Radiation. *American Journal of Epidemiology*.1993;138(10):775-786.
20. *Prevención de Riesgos Sanitarios*. Edit Vértice; 2012
21. Rasines A, Hernando LM, Ausín N, Albert FJ, Garrido A, Andrés R. Estudio y evaluación de la exposición laboral a campos electromagnéticos en tratamientos de fisioterapia. *Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del Área de Salud de Burgos*; 2012.

22. Rasines A, Hernando LM. Manual de Prevención de Riesgos Laborales en tratamientos de Onda Corta y Microondas. Manual de Buenas Prácticas., Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del Área de Salud de Burgos;2012.
23. Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. BOE(182).2016;52811-29.
24. Sarwar SG and Farrow A. Assessment of Physiotherapists' Occupational Exposure to Radiofrequency Electromagnetic fields from Shortwave and Microwave Diathermy Devices: A Literature Review. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2013. 10:6, 312-327.
25. Shields N, O'Hare N. Short-wave diathermy and pregnancy: what is the evidence?, J Gormley. Advances in Physiotherapy, 2003.
26. Taskinen H, Kyyrönen P, Hemminki K. Effects of ultrasound, shortwaves, and physical exertion on pregnancy outcome in physiotherapists. Journal of Epidemiology and Community Health 1990; 44: 196-201.
27. Vesselinova L. Electromagnetic fields in clinical practice of physical and rehabilitation medicine: a health Hazard assessment of personnel. Environmentalist.2012;32:249-255.
28. Vesselinova L. Biosomatic effects of the electromagnetic fields on view of the physiotherapy personnel health. Electromagnetic Biology and Medicine, 2013; 32(2): 192-199.