

TRABAJO FIN DE MASTER



Prevención de Riesgos por Exposición a Radiación No Ionizante en Fisioterapeutas en un Gimnasio de Rehabilitación

Master Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Alumna: Dña. Macarena Murillo Olmos

Director: D. Temistocles Quintanilla Icardo



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado **“Prevención de Riesgos por Exposición a Radiación No Ionizante en Fisioterapeutas en un Gimnasio de Rehabilitación”** y realizado por el estudiante D^a. Macarena Murillo Olmos.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 10 de junio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Temístocles Icardo', is written over a large, faint watermark of the UMH logo.

Fdo.: D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO
Tutor TFM

Índice:

1. Resumen.....	4
2. Introducción.....	5
3. Objetivos.....	7
4. Riesgos por exposición a radiación no ionizante en fisioterapeutas.....	8
4.1. Radiación electromagnética.....	8
4.1.1. Efectos biológicos de las radiaciones.....	16
4.1.2. Exposición durante el embarazo y la lactancia.....	19
4.1.3. Normativa Vigente.....	20
4.1.4. Medidas preventivas.....	22
4.1.4.1. En el trabajo.....	22
4.1.4.2. Equipos de electroterapia.....	26
4.1.4.3. Trabajadores.....	28
4.1.4.4. En el Embarazo.....	29
4.1.4.5. Contraindicaciones.....	35
4.1.4.6. Precauciones.....	37
4.2. Radiación óptica.....	38
4.2.1. Clasificación de la Radiación Óptica y Efectos Biológicos que produce esta radiación.....	38
4.2.1.1. Radiación Ultravioleta.....	38
4.2.1.2. Radiación Visible.....	39
4.2.1.3. Radiación Infrarroja.....	39
4.2.1.4. Radiación laser.....	40
4.2.2. Normativa Vigente.....	42
4.2.3. Límites de exposición.....	43
4.3. Vigilancia para la Salud.....	45
4.4. Formación.....	46
4.5. Protección y EPI.....	47
5. Conclusiones.....	51
6. Bibliografía.....	53

1. Resumen y palabras clave

Este Trabajo Fin de Master trata de realizar un análisis sobre la exposición de los fisioterapeutas a la radiación no ionizante en sus puestos de trabajo y las normas de prevención que hay que aplicar para minimizar los riesgos de la exposición.

La radiación no ionizante es benigna a frecuencias bajas pero es capaz de producir reacciones fisiológicas que desencadenan efectos biológicos que pueden interferir en la salud del fisioterapeuta que trabaja con los equipos de microondas, onda corta, magnetoterapia, laser y radiofrecuencias.

La normativa vigente da los límites de exposición diarios de radiación no ionizante para el trabajador y las medidas de prevención de riesgos laborales que se deben de llevar a cabo, tanto del lugar de trabajo como de los equipos, de los trabajadores y de la situación de embarazo, ya que, aunque no hay evidencia científica de cómo afecta la radiación no ionizante al trabajador, si pueden ocurrir reacciones a esta exposición.

Las palabras clave usadas para la búsqueda de documentación han sido: Radiación no ionizante, microonda, onda corta, radiofrecuencia, laser, campos electromagnéticos, fisioterapeuta

2. Introducción

Este Trabajo Fin de Máster se presenta como proyecto final del curso de postgrado Máster de Prevención de Riesgos Laborales, donde se pretende reflejar que los conocimientos adquiridos durante el curso permiten realizar un análisis de cómo la prevención de riesgos laborales debe actuar en el ámbito de aplicación de una Unidad de Rehabilitación con uso de campos electromagnéticos para el tratamiento de lesiones y patologías.

Se pretenden obtener los conocimientos necesarios para realizar un análisis de cómo influye la exposición de la radiación no ionizante a los fisioterapeutas que trabajan en un gimnasio de rehabilitación con aparatos de emisión de estas ondas.

La ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligación por parte de las empresas de evaluar todos los riesgos que pueden llegar a afectar a la seguridad y salud de los trabajadores. En este caso se trata de evaluar la presencia de Radiación No Ionizante como riesgo higiénico y determinar cómo influye la presencia de esta radiación en la salud de los trabajadores en sus puestos de trabajo y gestionar los riesgos originados por la emisión de esta radiación.

Los campos electromagnéticos se utilizan en el ámbito de la salud desde hace mucho tiempo, tanto con fines diagnósticos, como la resonancia magnética de imagen como con fines terapéuticos, como es el caso de la electroterapia aplicada por los fisioterapeutas¹.

La electroterapia se define como la ciencia de los tratamientos de lesiones y enfermedades por medio de la electricidad y aplicada en unidades de rehabilitación por los fisioterapeutas, con aparatos y equipos que emiten campos electromagnéticos de diferentes frecuencias, como electroestimuladores de baja y media frecuencia (0 Hz-10KHz), onda corta (27.12 MHz) y microonda (2450 MHz), aparatos de emisión óptica como el infrarrojo (300GHz-400THz) y los ultravioletas (750THz-1660THz)².

Los tratamientos aplicados por fisioterapeutas buscan prevenir, curar, recuperar y readaptar físicamente a los pacientes por medio de aparatos de electroterapia que emiten campos electromagnéticos y hacen que estos trabajadores estén expuestos en su puesto de trabajo durante la jornada laboral a una emisión de ondas no ionizantes y a radiaciones ópticas cuyos posibles efectos adversos pueden influir en la salud del trabajador.

Los posibles efectos térmicos y atérmicos a medio y largo plazo provoca una gran incertidumbre y preocupación en los fisioterapeutas por su continua exposición, puesto que no están delimitados del todo, por lo que se debe hacer un estudio y análisis de las normas de

prevención de riesgos laborales y así comprobar si la normativa vigente da unos límites a la exposición de estos profesionales adecuadas.



3. Objetivos

- 3.1. Definir los tipos de Radiación No Ionizante a la que está expuesto el fisioterapeuta.
- 3.2. Análisis de los riesgos desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales que pueden sufrir los fisioterapeutas en su lugar de trabajo por la exposición a la Radiación No Ionizante usada en aparatos de electroterapia con fines terapéuticos.
- 3.3. Definir las acciones preventivas para disminuir los riesgos por la exposición a la Radiación No Ionizante.



4. Riesgos por exposición a Radiación No Ionizante en fisioterapeutas

4.1. Radiación Electromagnética

En el espacio que rodea una carga eléctrica, se forma un campo electrostático con unas características físicas determinadas; de la misma manera, en el espacio que rodea a un conductor que es recorrido por una corriente eléctrica, se forma un campo especial llamado campo magnético. Cuando estas cargas eléctricas se desplazan unas con respecto a otras o varían de magnitud, varía el campo eléctrico creado en ellas y se percibirán las acciones magnéticas al mismo tiempo que las eléctricas, generándose un “Campo Electromagnético”¹⁸.

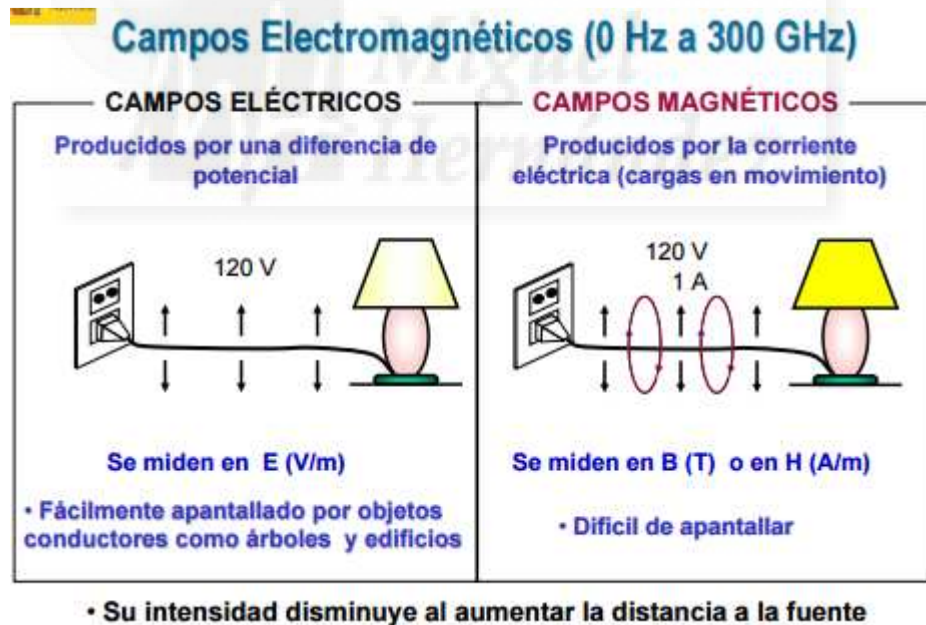


Figura 1: Campos electromagnéticos²¹

Las radiaciones electromagnéticas están constituidas por la asociación de un campo eléctrico y otro magnético². Algunas se producen de forma natural, como la radiación solar, y otras se producen artificialmente¹⁷. Son definidas como procesos en los que se emite energía bajo la forma de ondas o partículas materiales y que pueden propagarse tanto a través de un medio material como en el vacío³.

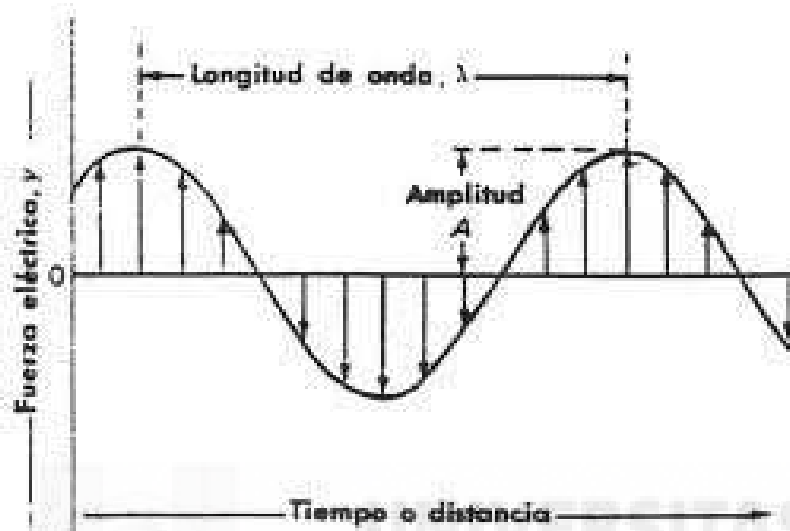


Figura 2: Parámetros de la Onda Electromagnética

<http://1.bp.blogspot.com/pTXAS2CpTQ/TZEGaEAENsl/AAAAAAAAAAc/oBHHzAgUOf4/s1600/radiacion+electromagnetica+2.jpeg>

Los principales parámetros de las ondas electromagnéticas son²:

- Longitud de onda (λ): Longitud de una oscilación completa⁴. Distancia medida entre dos puntos a lo largo de la línea de propagación.
- Frecuencia (f): Numero de ondas que pasan por un punto en un tiempo determinado (Hz, ciclos por segundo).
- Energía (E): Transportadora de radiación (voltio)

Esta propagación ondulatoria de energía eléctrica y magnética tiene intensidades que varía en planos perpendiculares y oscilantes entre sí, tiene la misma velocidad en el vacío y se diferencia por las diferentes longitudes de onda y frecuencia de la que depende su energía⁴.

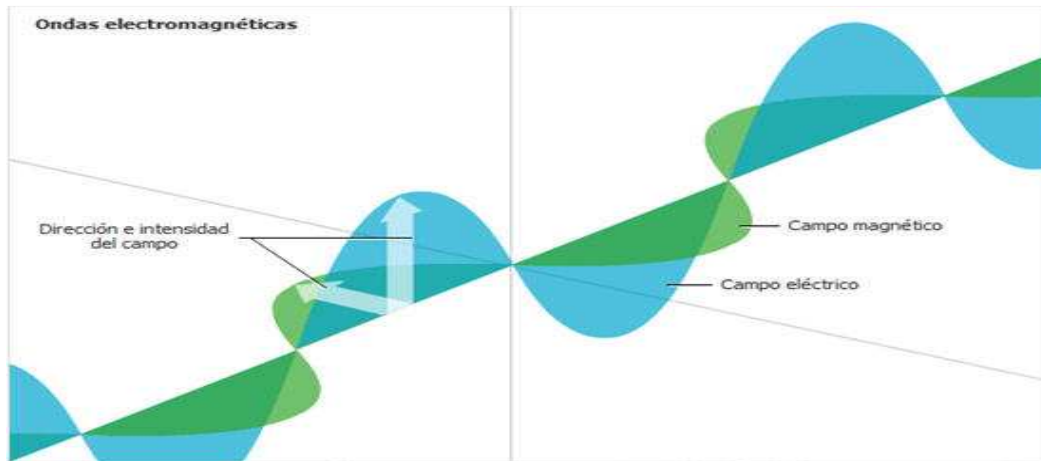
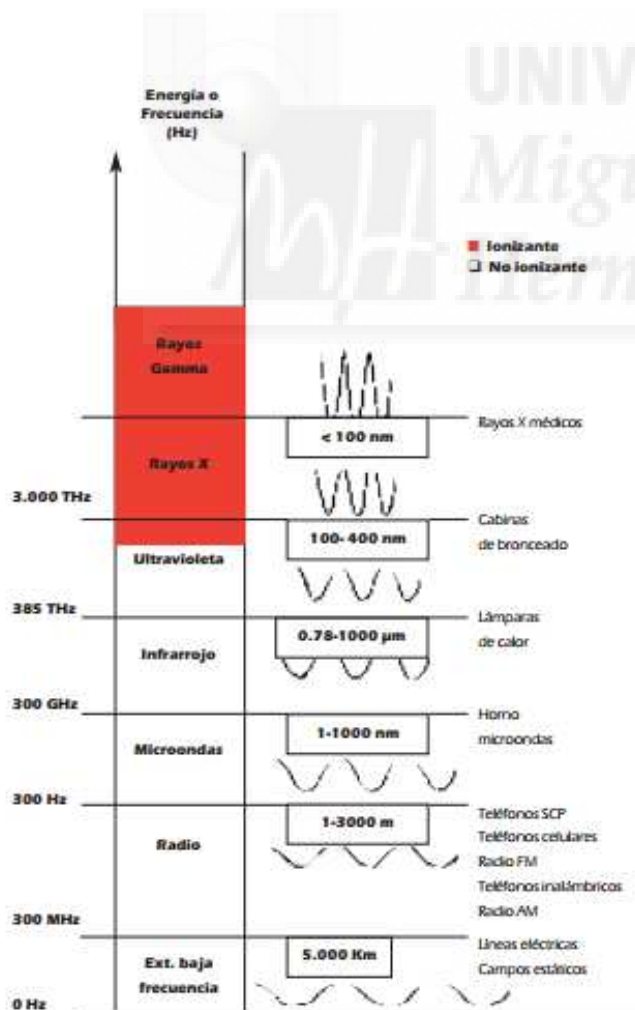


Figura 3: Onda electromagnética

<http://www.geocities.ws/davidfisica/images2/oem.jpg>

Las ondas electromagnéticas se dividen entre radiación ionizante y radiación no ionizante. La línea que separa estos dos tipos de radiación es la frecuencia de la luz solar (luz visible).



La Radiación Ionizante son los Rayos X y Rayos Gamma caracterizados por su capacidad de incidir en la materia y arrancar electrones de los átomos que la constituyen en forma de ondas electromagnéticas e ionizar la materia y la Radiación No Ionizante, que se pueden ordenar en el espectro electromagnético según su longitud de onda y su frecuencia, el cual abarca desde la radiación infrarroja hasta las microondas y ondas cortas.

**Figura 4:
Espectro Electromagnético**

La Radiación No Ionizante es benigna y de frecuencias bajas, no tiene suficiente energía para ionizar la materia pero si el potencial necesario para interactuar con los sistemas biológicos y producir desde calor hasta inducción de corrientes por el cuerpo⁵.

Se describen tres grandes regiones en las que se divide el espectro de la Radiación No Ionizante¹⁹:

1ª. Radiaciones ópticas:

Producen sobre el cuerpo humano calor y efectos fotoquímicos, como eritemas y exfoliación de tejidos superficiales. Son las mas energeticas.

2ª. Microonda:

Los principales efectos son los debido a la capacidad de inducir corrientes electricas en los tejidos expuestos a llas, los que produce una elevación de la temperatura interna.

3ª. Radiofrecuencia:

Los efectos se deben a tres factores: resonancia, calentamiento y quemaduras o cargas eléctricas

RADIACIÓN NO IONIZANTE					
CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS			RADIACIONES ÓPTICAS		
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

Figura 5: Espectro Electromagnetico⁵ de la Radiación No Ionizante

En el campo de la salud las radiaciones electromagnéticas no ionizantes son usadas por los fisioterapeutas para realizar tratamientos de enfermedades y diferentes patologías derivadas de estas. La electroterapia es la forma de tratamiento con ondas electromagnéticas a través de aparatos de emisión de ondas cortas, microondas, radiofrecuencias, infrarrojos y ultravioletas.

-Radiaciones ELF

Esta radiación es emitida por los equipos de magnetoterapia que aplican campos magnéticos de muy baja frecuencia de 0 a 30KHz producidos mediante corriente eléctrica²². Se aplican como terapia para disfunciones o traumatismos en una zona del cuerpo a través de un solenoide que emite impulsos magnéticos favoreciendo el crecimiento del tejido óseo¹³. Produce relajación muscular sobre la fibra muscular lisa y estriada, vasodilatación de los vasos consiguiendo hiperemia local con efecto estimulador del metabolismo del hueso y del colágeno, efecto trófico, antiinflamatorio, analgésico, descontracturante, antiespasmódico, hipotensor y estimulador de la regulación circulatoria. Los aparatos de magnetoterapia constan de 2 partes, la primera, de una consola que permite seleccionar la forma de la onda (continua, impulsos, sinusoidal), la frecuencia (de 1 a 100Hz), la intensidad (de 1 a 100 gauss), el temporizador y de la segunda, el aplicador solenoide que produce el campo magnético²².



Figura 6: Equipo de Magnetoterapia

-Onda Corta:

Radiación electromagnética con un rango de frecuencia entre 3 y 300MHz²² y longitud de onda entre 3 y 30 m. capaz de atravesar tanto los cuerpos conductores como los que no lo son y que en su aplicación a los tejidos produce diatermia. La producción de calor es debida a la transformación de la energía electromagnética en calorífica y depende de la mayor o menor conductividad de los tejidos, este calor varía, produciéndose en los tejidos, inclusive los profundos. Se distribuye de forma homogénea hacia zonas más frías, hasta conseguirse un equilibrio térmico que debe mantenerse dentro de unos límites puesto que en grado excesivo puede ocasionar lesiones irreversibles. Es uno de los métodos más importantes de termoterapia profunda, produce vasodilatación, efecto antiinflamatorio, relajación, incremento de la velocidad de la conducción del nervio y disminución de su excitabilidad, aumento del metabolismo de la zona, y aumento del umbral del dolor. Su efecto se produce en tejidos que están entre 3 y 5 cm de profundidad sin que ello suponga un incremento excesivo de la temperatura de los tejidos más superficiales. Los fisioterapeutas utilizan la OC para el manejo del dolor musculoesqueletico¹¹.

La aplicación se hace mediante un solo electrodo creando un campo de inducción o con dos electrodos colocados en la zona a tratar, creando un campo condensador²².



Figura 7: Equipo de Onda Corta

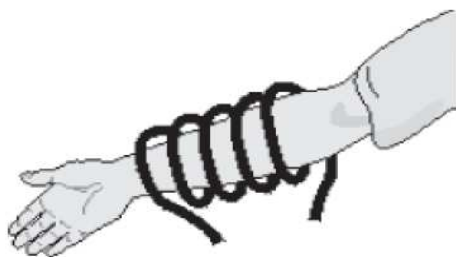


Figura 8: Campo de Inducción

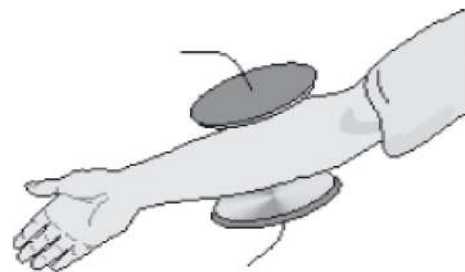


Figura 9: Campo Condensador

-Microondas:

Radiación electromagnética con un rango de frecuencia entre 300MHz y 300GHz y una longitud de onda de entre 0,001-1m. La energía de las microondas, en su interacción con la materia, puede ser reflejada sobre superficies metálicas, transmitida con poca pérdida de energía en medios transmisores como el vidrio o ser absorbida por la materia irradiada, lo que origina un aumento de temperatura²².

También produce calor en los tejidos. Esta producción de calor se genera por la vibración a la que son sometidas las moléculas orgánicas y de agua que generan rápidamente la elevación de la temperatura de los tejidos expuestos, aunque la distribución del calor varía según el tejido considerado.

Las indicaciones de la aplicación de microonda son analgesia, relajación muscular, aumento del flujo sanguíneo y del metabolismo y aumento de las propiedades viscoelásticas de las estructuras blandas del sistema musculoesquelético¹². Con la aplicación de microondas se logra un calentamiento intenso de aquellas partes del cuerpo recubiertas por escaso espesor de grasa subcutánea²².

Para su aplicación debe haber un espacio aéreo entre la piel y el aplicador de 5 a 10 cm y la máxima cantidad de radiación debe incidir sobre la piel de la zona a tratar de forma perpendicular. Los implantes metálicos contribuyen a una convergencia o divergencia de la energía en tejidos adyacentes.

Se deben tener en cuenta los siguientes principios para su aplicación: Hay que localizar la zona a tratar, posicionar al paciente, colocar el radiador y ajustar parámetros y tiempo. Hay que evaluar la sensibilidad del paciente y retirar todos los elementos metálicos, apósitos, vendajes o ropas húmedas²²



Figura 10: Equipo de Microonda

-Radiofrecuencias

Radiaciones de frecuencia entre 100 KHz y 300MHz que produce un calentamiento endógeno en los tejidos con la consiguiente vasodilatación e incremento de la circulación periférica, con efecto analgésico, relajante y cicatrizante.



Figura11: Equipo de Radiofrecuencia

La exposición a ondas no ionizantes por parte de los fisioterapeutas crea mucha incertidumbre en estos profesionales, puesto que no hay estudios concluyentes sobre los riesgos de la exposición y las informaciones existentes se contradicen y esta situación crea preocupación.

La exposición a los campos electromagnéticos dentro de los niveles recomendados parece que no tienen efectos adversos para la salud, pero se debe fomentar el control sanitario y la vigilancia epidemiológica de la exposición para poder analizar los posibles efectos a medio y largo plazo. Como no existe evidencia científica de los efectos para la salud que tiene la exposición prolongada a radiaciones no ionizantes se debe acoger el principio de precaución, es decir, adoptar medidas de protección⁷.

Los trabajadores que deben de minimizar su exposición a los campos electromagnéticos son los que están en una situación más comprometida como los que portan dispositivos médicos implantados, tanto activos (marcapasos, desfibriladores, bombas de infusión, etc.) como pasivos (prótesis articulares, stents, DIU metálicos, etc.) los que transportan dispositivo médico (bombas de infusión) o trabajadoras embarazadas².

4.1.1. Efectos biológicos de las radiaciones

El efecto de las radiaciones no ionizantes constituye una preocupación para los gobiernos y para las autoridades sanitarias de los diferentes países, por lo que aprueba la Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2013, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) y su transposición a la normativa española está constituido por el R.D. 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 electromagnéticos¹⁴.

Los estudios realizados hasta el momento no han sido concluyentes, por lo que no existe evidencia científica que relacione la exposición a radiación no ionizante con posibles efectos adversos a largo plazo⁶, pero si es sabido que la exposición a esta radiación provoca una respuesta fisiológica detectable en un sistema biológico⁸. Un efecto biológico es nocivo para la salud cuando sobrepasa las posibilidades de compensación del organismo⁸ y los efectos biológicos que producen las radiaciones no ionizantes a corto plazo dependerán de la capacidad de absorción del cuerpo humano, definida por la pigmentación de la piel (la piel menos pigmentada tiene más capacidad de absorción), por un estado de embarazo, por tener un estado febril, etc., y de las intensidades que los campos electromagnéticos producen en el interior del cuerpo⁷.

Efectos directos sobre el cuerpo humano

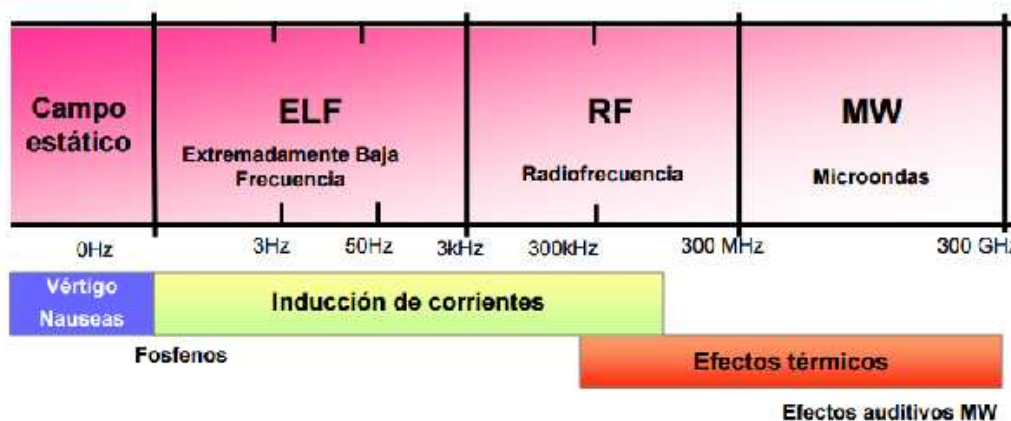


Figura 12²¹: Efectos directos de los CEM sobre el Cuerpo Humano

Los efectos biológicos se clasifican de forma general según la capacidad de producir o no efectos térmicos²:

a. Efectos Térmicos

Es el caso de radiofrecuencias y microondas. Los efectos térmicos son producidos por un cambio en la energía electromagnética hacia energía térmica^{2, 6}, es una cesión de calor al organismo por un aumento de la energía cinética molecular. Cuando hay una exposición prolongada, la potencia de la radiación es muy alta y el tipo de tejido expuesto no tolera la elevación de la temperatura se produce una alteración de la temperatura corporal¹³, llegando a poder producir quemaduras si el calor no se distribuye de forma homogénea y el aumento de temperatura excede la capacidad de disipación del sistema termorregulador². Solo si el incremento de temperatura corporal es inferior a 1°C, la circulación sanguínea es capaz de disipar el exceso de calor. Cuando la tasa de absorción es superior a 4W/Kg comienzan a producirse los efectos adversos¹³:

-Incrementos de 1°C pueden reducir la habilidad para desarrollar algunas tareas intelectuales o físicas.

-Incrementos de 2-3°C pueden producir pérdida de fertilidad en varones, daño fetal o inducción de cataratas.

b. Efectos No Térmicos

Una exposición a radiaciones de muy baja frecuencia puede producir alteraciones en algunos sistemas como el cardiovascular y el sistema nervioso central⁶. No existen pruebas convincentes de que la exposición a campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas cause daños en el ADN, y por tanto carcinogénesis, pero sin embargo si puede influir en la estimulación de la célula cancerígena⁴.

c. Efectos Atérmicos

Se producen cuando hay energía suficiente para causar un aumento de la temperatura corporal sin que se observen cambios en la temperatura debido al enfriamiento ambiental. Los efectos biológicos que produce este tipo de radiación son principalmente la inducción de corrientes eléctricas capaces de estimular la célula nerviosa y la célula muscular²⁰.

Tabla 1: Efectos Biológicos No Térmicos de la Exposición a Radiación No Ionizante^{2, 5,7}

SISTEMA, ÓRGANO O TEJIDO	DAÑOS Y EFECTOS NO DESEADOS			
Nervioso	Alteraciones del SNC	Interacción con medicamentos	Modificación del tejido nervioso	Trastornos neurovegetativos del SNC y SNP
Cardiovascular	Alteración de la tensión arterial	Alteración del ritmo cardíaco	Cambios en el volumen sistólico	
Ojos	Opacidades y cataratas	Lesiones de córnea	Alteraciones en la retina	Fotoqueratitis, queratoconjuntivitis y fotofobias
Oídos	Alteraciones auditivas de tipo vestibular			
Genéticos y a nivel celular	Aberraciones cromosómicas y mitosis anómalas	Alteraciones de la respiración mitocondrial		
Hematopoyéticos	Modificaciones en eritrocitos y Leucocitos			
Reproducción y desarrollo	Afectación de espermatogénesis			
Piel	Pigmentación	Aumento del riesgo de cáncer de piel	Hiperplasia epidérmica Y eritemas	Envejecimiento prematuro

4.1.2. Exposición a Campos Electromagnéticos durante el Embarazo



El R.D. 298/2009 de 6 de marzo, por el que se modifica el R.D. 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia es la normativa vigente en el campo de la exposición a radiación No Ionizante que se debe de aplicar en los servicios de rehabilitación para las trabajadoras embarazadas².

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) la trabajadora embarazada no podrá realizar actividades que supongan riesgo de exposición a los campos electromagnéticos de radiación no ionizante que puedan poner en peligro su seguridad o su salud y la del feto¹⁰, pero si indica que no es necesario apartar a la trabajadora embarazada de su puesto de trabajo, puesto que se puede dedicar al resto de funciones de rehabilitación².

El INSHT considera que a partir de dos metros de distancia, la radiación ya ha disminuido lo suficiente por lo que la trabajadora no podrá acercarse al aparato mientras emite la radiación a menos de esa distancia. Según la Sociedad Española de de Ginecología y Obstétrica (S.E.G.O.) la exposición a bajas dosis de radiación electromagnética no muestran efectos patológicos ni en la mujer embarazada ni en el feto², sin embargo la exposición por encima de 100 Rad (dosis absorbida de radiación ionizante) puede dar lugar a microcefalias, malformaciones cerebrales y retraso del crecimiento en los fetos.

4.1.3. Normativa Vigente

La **normativa vigente** que se debe tener en cuenta sobre los límites de exposición, la información a trabajadores y la vigilancia de la salud es²:

Limites de Exposición

- a. 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.

Es una normativa insuficiente para la adecuada protección de los trabajadores, ya que no protege ni de los efectos a largo plazo de las radiaciones electromagnéticas, tan sólo de el efecto agudo y de corta duración ni de los efectos biológicos, solo de los efectos térmicos que se recogen en las normativas de 1.999 que derivan de las recomendaciones de ICNIRP del año 96 al 98³¹.

No contempla las nuevas evidencias de la relación, de la relación con el cáncer de glía y otros tumores cerebrales³¹.

- b. Nota Técnica de Prevención nº 522 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T.). Radiofrecuencias y microondas (I): evaluación de la exposición laboral
- c. Nota Técnica de Prevención nº 52 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T.). Radiofrecuencias y microondas (II): control de la exposición laboral
- d. Nota Técnica de Prevención nº 698 del instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T). Campos electromagnéticos entre 0 Hz y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral.
- e. Nota Técnica de Prevención nº 894 del instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (I.N.S.H.T). Campos electromagnéticos: evaluación de la exposición laboral.

Información a trabajadores y vigilancia de la salud

- a. Real Decreto 485/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- b. Real Decreto 1215/97, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- c. Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las

emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

- f. R.D. 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 que traspone la Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de junio a la normativa nacional, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) (decimoctava Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE).

Gracias a los valores límite y a los valores de acción se puede evaluar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores que permanecen en contacto con campos electromagnéticos²¹.

Valores Límite

Valores de Acción

(directamente medibles)



El cumplimiento de los valores de acción garantiza cumplir los valores límite.

- d. Directiva 2008/46/CE de 23 de abril de 2008 por la que se modifica la Directiva 2004/40/CE ya derogada sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) (decimoctava Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).
- e. Directiva 2012/11/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de Abril de 2012 por la que se modifica la Directiva 2004/40/CE ya derogada sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos) (decimoctava Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).

4.1.4. Medidas Preventivas

En un gimnasio de rehabilitación la emisión de campos electromagnéticos es continua por la diversidad de equipos que emiten este tipo de radiación. Si se valoran los avances técnicos y la disponibilidad de medidas para controlar la producción de campos electromagnéticos, el trabajador debe de poder minimizar la exposición a la radiación generada¹⁴.

4.1.4.1. En el lugar de trabajo

En la sala de rehabilitación debe diferenciarse un área destinada a los equipos de electroterapia que deberá estar situada en zonas anexas a la zona de trabajo del fisioterapeuta con los pacientes, como cabinas con tabiques de mampostería, cabinas de madera contrachapada con aberturas apantalladas para absorber radiofrecuencias que se reflejen⁷, pantallas de vidrio metalizado o jaulas de Faraday, para de esta manera atenuar los niveles de densidad de potencia⁷ y crear una distancia de seguridad donde el fisioterapeuta no se vea expuesto a la radiación durante su jornada laboral. Los suelos de la sala deben de ser conductores, antiestáticos, de losetas o alfombras conductivas con el fin de evitar la electricidad estática.

Sala de Electroterapia

a. Distancias Mínimas:

Los equipos que emiten ondas electromagnéticas pueden llegar a provocar interferencias con otros equipos situados a una distancia menor de tres metros por inestabilidad de potencia, por lo que se recomienda que estén alejados.



Figura 13: Distancia entre equipos

No deben de haber dos unidades de diatermia en la misma sala⁶.



Figura 14: Disposición de los equipos

b. Dirección de la Radiación:

Los equipos no deben tener las pantallas de emisión enfrentadas para no radiar los equipos. La consola de mandos del equipo debe situarse cerca del acceso de la sala para que una vez que el aparato comienza a emitir, el fisioterapeuta pueda salir de la cabina sin situarse frente a la pantalla. Los equipos deben orientarse a la zona no ocupada de la cabina, de manera que la radiación se dirija hacia las paredes y no a la zona de paso de fisioterapeuta o de otros pacientes.



Figura 15: Disposición de los equipos

c. Material Auxiliar

Durante el tratamiento con microondas y onda corta se crean campos electromagnéticos que pueden llegar a calentar objetos metálicos, por lo que el material usado como sillas, mesas o camillas dentro de la zona de radiación deberá ser de material de baja conductividad térmica².

d. Piezas metálicas en el área de electroterapia

Las piezas metálicas pueden influir negativamente en el efecto del campo de alta frecuencia. Se deben colocar tomas de tierra con el fin de que la energía que transporta la radiación pueda ser absorbida⁷. Los pacientes no deben tocar objetos metálicos durante el tratamiento de radiación ni deberán portar objetos de metal como joyas, relojes, prendas de vestir que contengan metal (lurex), piercings. Se deben retirar los aparatos de ayuda a la audición puesto que podrían producirse daños e interferencias, móviles y tarjetas de crédito².

e. Señalización

Según el R.D. 485/1997 de disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, se debe señalar el área de electroterapia con señales que adviertan de la existencia de campos y ondas electromagnéticas¹⁵.

Esta señalización es necesaria porque da la información sobre la existencia de radiación no ionizante en la sala de electroterapia ya que puede haber personas que desconozcan su existencia y la peligrosidad de las mismas en determinadas situaciones, como en los portadores de marcapasos, de prótesis metálicas, implantes auditivos, DIUs metálicos, personas en estados febriles, embarazadas y en tratamientos con fármacos que alteran su termorregulación. Esta señalización en la zona de trabajo irá destinada especialmente a personas sensibles, como profesionales o pacientes de la sala de rehabilitación que estén en periodo de gestación, sean portadores de osteosíntesis metálicas o de dispositivos médicos electrónicos².



Figura 16: Señalización Sala de Fisioterapia

Señalización:

• **Señal de peligro:**



• **Señal de prohibición:**



• **Señales de obligación**



f. Personas ajenas al tratamiento

Se deben de considerar las pautas que da el fabricante de los equipos con respecto a que personas ajenas al tratamiento se encuentren en la sala de electroterapia, para así evitar exposiciones innecesarias a la radiación.

g. Dispositivos móviles

Se deben evitar interferencias en el tratamiento con radiación no ionizante, por lo que los dispositivos móviles no deben ocupar la misma sala que los equipos de emisión.



4.1.4.2. Equipos de electroterapia

Para realizar la prevención de riesgos laborales en un gimnasio de rehabilitación con los equipos de radiación se deberá previamente seguir unos criterios en la adquisición de los aparatos de emisión de ondas electromagnéticas. Se deben de verificar los siguientes puntos:

- Se debe disponer de un manual de instrucciones en castellano que disponga de^{2,6}:
 - Las instrucciones de uso y de mantenimiento
 - Los aspectos de conservación y limpieza
 - Las contraindicaciones absolutas y relativas
 - Las interferencias electromagnéticas.
- Las normas del fabricante deben estar disponibles para todo el personal que trabaje con el equipo.

- Los equipos estarán en posesión de la declaración CE de conformidad y estará situado en una zona visible. Los equipos que se quedan obsoletos, que no tienen Marcado CE y sin declaración CE de conformidad deben retirarse⁶.

Medidas Preventivas de los Equipos

- a. Los equipos no deben usarse en salas húmedas, salas de hidroterapia, deben situarse alejados de zonas de emisión de calor como estufas o radiadores, deben de evitarse una exposición directa a la luz del sol, y deben estar libres de polvo, de vibraciones o choques violentos⁶.
- b. Los equipos deben estar en funcionamiento solo durante el tiempo de tratamiento. Cuando termina el tiempo de emisión deben desenchufarse y no dejarse en modo stand-by, puesto que los niveles de emisión del equipo aumentan cuando no existe aplicación al paciente⁷ y la pantalla de emisión queda libre.
- c. Se deben elegir densidades de potencia de radiación del equipo más bajas sin que esto ocasione cambios en la dosis que debe recibir el paciente.
- d. Se debe disponer de un inventario de los equipos de electroterapia en el que conste la siguiente información⁶:
 - Nombre y clase de equipo.
 - Marca, modelo, número de serie y número de inventario.
 - Año de fabricación y de adquisición.
 - Declaración Ce de Conformidad y Marcado CE
- e. Se debe disponer del libro de mantenimiento de todos los equipos de electroterapia que haya en la sala de electroterapia donde debe constar⁶:
 - Equipo de trabajo, marca, modelo, numero de serie y número de inventario.
 - Partes críticas del equipo y que partes se deben revisar.
 - Fecha de la última revisión, junto con el nombre del técnico y la fecha.
 - Fecha de la siguiente revisión.
 - Firma del responsable del área correspondiente.

4.1.4.3. Trabajadores

En la prevención de riesgos laborales para los fisioterapeutas que trabajan en una sala de electroterapia es fundamental que estos reciban la información y la formación sobre los riesgos derivados de su exposición a campos electromagnéticos².

Esta formación debe de ir encaminada a:

- Conocer el concepto de valor limite de exposición y cuáles son los valores limites de exposición que dan lugar a una acción y los riesgos potenciales asociados a estos valores.
- Conocer los resultados de las evaluaciones de riesgo de sus puestos de trabajo y que medidas preventivas deben aplicarse.
- Conocer la forma de detección de los efectos adversos que tiene para la salud la exposición laboral.
- Conocer las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud.
- Conocer las prácticas de trabajo seguras para minimizar los riesgos por la exposición.

Medidas Preventivas de los Trabajadores

- a. La mesa de trabajo de los fisioterapeutas debe de estar alejada de los equipos que emite radiación electromagnética, especialmente de los de diatermia
- b. Uso de dispositivos de retardo para que el trabajador pueda salir de la sala antes de que el equipo comience a emitir.
- c. Aumento de la distancia entre el foco emisor y el trabajador para reducir el tiempo de exposición a campos electromagnéticos.
- d. Se debe de contar con protocolos y códigos de buenas prácticas de trabajo, métodos de trabajo que conlleven una exposición menor a campos electromagnéticos.
- e. El trabajador no debe permanecer a menos de 1,5 m del aparato mientras este está emitiendo la radiación, las instrucciones para el paciente deben darse antes de que el equipo comience a emitir.

- f. En situaciones de especial sensibilidad de los trabajadores, como ser portador de marcapasos, de prótesis metálicas, de estar sometido a terapias que afecten a la termorregulación..., se debe de tener en cuenta el posible efecto indirecto relacionado con la emisión de radiación como la alteración de dispositivos médicos o efectos perniciosos en material de osteosíntesis de carácter metálico.
- g. Se debe realizar una rotación de los trabajadores que aplican estas terapias electromagnéticas a los pacientes para así disminuir el tiempo de exposición de cada uno.
- h. Empleo de Equipos de Protección Individual, como es el calzado antiestático

4.1.4.4. Embarazo

Los fisioterapeutas deben organizar el servicio de rehabilitación aplicando Buenas Prácticas de Trabajo y respetar el estado de gestación de la fisioterapeuta embarazada o en periodo de lactancia.

Se debe procurar que la trabajadora pase el menor tiempo posible cerca de los aparatos que emiten radiación no ionizante.

A pesar de las numerosas publicaciones, los efectos genéticos que pueden ocasionar los campos electromagnéticos sobre la reproducción son dudosos al no ser radiación de alta energía⁶.

Los estudios epidemiológicos que relacionan las radiaciones no ionizantes con efectos sobre el embarazo, no presentan evidencias científicas que demuestren que las radiaciones no ionizantes puedan influir en el desarrollo del feto como tampoco presentan evidencias para descartar que la exposición a radiación electromagnética pueda aumentar el riesgo para el feto²³.

No se han probado efectos de los campos electromagnéticos sobre la embarazada diferentes de los que se pueden esperar para trabajadores convencionales²⁵.

La consecuencia primera de la exposición es el aumento de la temperatura y en una situación de embarazo se dificulta la termorregulación, lo que puede agravar las consecuencias en embarazos de riesgo²⁵, además de que un aumento de la temperatura interna de la madre de más de 39°C por largos periodos de tiempo durante el primer trimestre del embarazo puede dar lugar a deformidades en el feto¹.

Hay algunas evidencias de un aumento del riesgo de aborto asociado con la exposición materna a campos magnéticos, pero son insuficientes²⁴.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales recoge:

-Artículo 25:

En la evaluación de riesgos deben tenerse en cuenta todos aquellos factores que puedan afectar a la reproducción, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan tener efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación⁷.

-Artículo 26

En la evaluación de riesgos también se debe incluir la naturaleza, el grado y la duración de la exposición a los riesgos de las trabajadoras embarazadas o que hayan dado a luz recientemente, así como aquellos procedimientos o condiciones de trabajo que puedan repercutir negativamente en su salud⁷.

A partir de esta evaluación se adoptarán las medidas preventivas que sean necesarias:

Medidas preventivas en el Embarazo:

a. Evitar exposición innecesaria:

Se debe proteger al embrión o feto durante el tratamiento con microonda (1,4 GHz) en la zona del abdomen y reducir al mínimo la exposición a radiación no ionizante evitando la aplicación de tratamiento de onda corta (27,12 MHz)^{1,25}.

La disminución del tiempo de exposición disminuye directamente la dosis recibida¹.

b. Distribución de tareas:

Los trabajos se distribuirán de forma que las tareas con aparatos de diatermia se lleven a cabo por el resto de compañeros que coincidan en el turno⁶.

c. Distribución de la sala de rehabilitación:

Las trabajadoras embarazadas deben aplicar las terapias y disponer de la mesa de trabajo en las zonas más alejadas de los equipos de diatermia⁶.

El principio de precaución sugiere mantener mayor distancia de los equipos de diatermia.

d. No es necesario apartar a la trabajadora embarazada o en periodo de lactancia del puesto de trabajo de rehabilitación ya que puede orientar su labor a las demás funciones del servicio¹.

e. Según los manuales del fabricante de los equipos de diatermia, a partir de 2 metros de distancia, la intensidad de la radiación disminuye lo suficiente como para que una fisioterapeuta embarazada pueda ocuparse también de los equipos de diatermia si estos tienen un temporizador de retardo de puesta en marcha para que la trabajadora se aleje del aparato¹.

Programa de protección de la maternidad en la empresa²⁵

El programa de protección de la maternidad está dentro del Plan de Prevención de Riesgos Laborales, donde la evaluación de riesgos y la planificación preventiva incluyen los factores de riesgo para la reproducción, tanto para el hombre como para la mujer y para la descendencia de ambos.

En este programa se describen los elementos más importantes de un programa de prevención de riesgos para la reproducción y para la mujer embarazada o en periodo de lactancia.

a. Evaluación del Riesgo

La evaluación de riesgos para la maternidad debe de cumplir con la normativa de prevención que se aplica a todos los trabajadores estableciendo la diferencia en la situación de embarazo.

Se debe realizar una evaluación a priori independientemente de la situación de embarazo, parto reciente o lactancia. En la siguiente tabla se presenta una evaluación de riesgos para cualquier trabajador:

Tabla 2: Evaluación de riesgos inicial²⁵

¿Qué información necesito?	¿Cómo la consigo?
<ul style="list-style-type: none"> •Listado de puestos de trabajo y tareas. •Personas adscritas a los mismos y características de las mismas. •Equipos, materiales y procedimientos utilizados. •Tareas que se realizan, frecuencia y duración. •Factores de riesgo conocidos o detectados anteriormente. •Efectos posibles de los mismos. •Medidas de protección utilizadas. •Accidentes, incidentes, enfermedades o molestias observadas. •Normativa de prevención de riesgos laborales aplicables. 	<ul style="list-style-type: none"> •Evaluación de riesgos: inicial y periódicas. •Registro de personal (edad, sexo, horario de trabajo, responsabilidades familiares, ausencias por enfermedad...) •Información técnica sobre los equipos, materiales y agentes utilizados en la empresa. •Procedimientos de trabajo. •Resultados de las evaluaciones de riesgos anteriores. •Registro de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. •Resultados de la vigilancia de la salud. •Comentarios, reuniones con los trabajadores.

En el momento de la comunicación de situación de embarazo a la empresa por parte de la mujer que desempeña un puesto de trabajo con riesgo, como ocurre en el caso de la fisioterapeuta que trabaja con equipos que emiten radiación electromagnética no ionizante, se procederá a realizar una evaluación de riesgos adicional por la situación especial.

En la siguiente tabla se muestra como se realiza la evaluación de riesgos adicional en situación de embarazo, parto reciente o periodo de lactancia:

Tabla 3: Evaluación de riesgos adicional²⁵

¿Qué información necesito?	¿Cómo la consigo?
<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación del puesto de trabajo en función del riesgo para la reproducción. • Factores de riesgo detectados en la evaluación de riesgos inicial y periodo crítico de riesgo. • Nivel de exposición e histórico de exposiciones anteriores. • Tareas que realiza: cómo, con qué frecuencia y durante cuánto tiempo. • Equipos, materiales y procedimientos utilizados. • Características individuales y condiciones de salud de la mujer. • Medidas de protección utilizadas. • Penosidad o percepción del riesgo por parte de la trabajadora y expectativas de la misma. 	<ul style="list-style-type: none"> • Listado de trabajos exentos de riesgo. • Entrevista individual. • Observación del desempeño del trabajo. • Resultados de las evaluaciones de riesgos anteriores. • Resultados de la vigilancia médica periódica. • Cuestionario de percepción del riesgo. • Cuestionario de penosidad.

En la evaluación de riesgos adicional del puesto de fisioterapeuta en situación de embarazo se deben cumplimentar los siguientes datos²⁵:

- La identificación de los peligros que pueden afectar a la reproducción, en este caso, la exposición a radiación no ionizante.
- El inventario y características de los puestos de trabajo y tareas que suponen una exposición directa o indirecta.
- Identificación de la población expuesta.
- Evaluación cualitativa de la exposición:
 - Plausibilidad de la exposición.
 - Naturaleza de la exposición.
- Probabilidad del efecto.

- Evaluación cuantitativa de los factores de riesgo identificados.
- Descripción de los casos
- Análisis epidemiológico de los datos disponibles en la empresa relacionados con el embarazo, post-parto y lactancia, y su evolución a lo largo del tiempo.

En la evaluación de riesgos adicional se establecerá el perfil de riesgo individual de la fisioterapeuta en función de sus condiciones físicas, mentales y sociales y de la naturaleza, grado y duración de la exposición, la existencia de exposiciones combinada, el procedimiento real de trabajo, etc.

Esta valoración se realiza en una actuación coordinada entre el área médica y técnica del servicio de prevención.

Durante el periodo de embarazo, post-parto o lactancia se deberá tener en cuenta cualquier cambio que se produzca tanto en las condiciones de trabajo como en la salud de la mujer o de su descendencia para proceder a la revisión y actualización de la evaluación de riesgos

b. Planificación de la prevención

Cuando ya se ha identificado el riesgo y se ha realizado la evaluación se debe de considerar como eliminar o controlar este riesgo a través de los siguientes puntos:

- Cumplimiento de los estándares de seguridad y salud en el puesto de trabajo.
- La posibilidad de eliminar el riesgo.
- Promover medidas eficaces para el control del riesgo en forma de que no comprometa la salud de la madre o del niño.

Las medidas preventivas y soluciones deben establecerse en el siguiente orden:

1º. Eliminación del peligro.

Los equipos de emisión de radiación electromagnética de la sala de rehabilitación se dispondrán en áreas donde no esté trabajando la fisioterapeuta embarazada.

2º. Adaptación de las condiciones y/o del tiempo de trabajo

Los equipos dispondrán de dispositivos de encendido con retardo para que la fisioterapeuta no esté nunca a una distancia menor de 2 metros cuando los equipos estén en funcionamiento.

3º. Cambio a un puesto de trabajo exento de riesgo o restricción de las tareas con riesgo

En el caso de que haya otros trabajadores en el mismo turno, estos se ocuparán de la aplicación de los tratamientos con los equipos que emiten radiación electromagnética.

4º. Suspensión de contrato por riesgo durante el embarazo o la lactancia.

Si no es posible la adaptación del puesto de trabajo, la fisioterapeuta no deberá estar expuesta a la radiación, por lo que se suspenderá el contrato durante el tiempo que este en riesgo.

4.1.4.5. Contraindicaciones

Los campos electromagnéticos presentan algunas contraindicaciones que el fisioterapeuta deberá tener en cuenta para no exponerse a ellos:

a. Embarazo, Post-parto, Lactancia^{1,12}

Se pondrá especial cuidado en proteger al embrión o feto durante el tratamiento en la zona del abdomen.

b. Dispositivos médicos activos implantados:

Marcapasos, desfibriladores, implantes cocleares, neuroestimuladores, codificadores retinianos, bombas implantadas de infusión de medicamentos, etc¹.

Cualquier persona que lleve un marcapasos cardíaco debe mantenerse alejada al menos 4 metros de la zona donde se estén utilizando unidades de onda corta o microonda¹².

- c. Dispositivos médicos pasivos implantados que contienen metal:
Prótesis articulares, clavos, placas, tornillos, grapas quirúrgicas, muelles para aneurismas, endoprótesis vasculares (stents), prótesis de válvulas cardíacas, anillos de anuloplastia, implantes anticonceptivos metálicos y carcasas de dispositivos médicos implantados activo^{1,2}.
- d. Dispositivos médicos externos
Bombas de infusión de hormonas externas¹.
- e. Tumores malignos
Un incremento de la temperatura puede provocar un aumento de la extensión del tumor o de metástasis secundarias^{1, 12}.
- f. Tuberculosis activa u otro desórdenes específicos activos¹.
- g. Placa fisiaria en niños, antes de concluir la maduración esquelética.
- h. Irradiación sobre el cráneo.

En el caso de onda de microonda y onda corta se añaden estas contraindicaciones:

- i. Ausencia o disminución de la sensibilidad térmica.
- j. Zonas isquémicas mal irrigadas
- k. Tendencia al sangrado y uso de anticoagulantes¹.
- l. Testículos¹²
En los tratamientos en áreas próximas a la región testicular, deben de tomarse medidas de protección especiales, ya que esta zona es extremadamente sensible al calor y se pueden llegar a provocar daños permanentes e incluso esterilidad.
- m. En la zona del abdomen durante la menstruación¹.
- n. Estados inflamatorios agudos e infecciosos (osteomielitis, artritis infecciosas¹²...), especialmente cuando van acompañados de fiebre alta¹.
- o. Zonas con líquido en tensión (derrames articulares, bursitis, edemas, abscesos).

4.1.4.6. Precauciones

- a. Precauciones para Onda Corta²²
 - Quemaduras (excesivo calentamiento), sobredosis al tratar procesos agudos a dosis máxima.
 - Necrosis tisular cuando hay un déficit arteriovenoso importante.
 - Shock eléctrico: ocurre cuando el fisioterapeuta contacta directamente con el circuito del aparato conectado.
 - Vértigos
 - Alteraciones de equipos electrónicos.

- b. Precauciones para Microonda²²
 - El fisioterapeuta debe estar a 2 metros de distancia del equipo y no en línea con él.
 - Retirar joyas (relojes, cadenas, pulseras, objetos metálicos)
 - No irradiar prótesis metálicas.
 - Se deben tener en cuenta, además, las mismas precauciones que en las ondas cortas.

- c. Precauciones para Magnetoterapia²²
 - Quitar aparatos de audición.
 - Quitar relojes, cadenas y objetos metálicos.
 - Si se usa onda cuadrada, vigilar que no haya flebitis.
 - No usar por más de 8-10 horas.
 - Esperar 60-90 minutos después de las comidas para su aplicación para prevenir la interferencia con los movimientos peristálticos del estómago.
 - No aplicar el polo magnético positivo sin supervisión médica.
 - Las enfermedades tratadas con esteroides requieren menos dosis si se acompaña de campo magnético, debido a que este corrige los efectos colaterales como la retención de sodio y la osteoporosis producida por los esteroides.

4.2. Radiación Óptica

4.2.1. Clasificación de la Radiación Óptica y Efectos Biológicos que produce esta radiación⁴

4.2.1.1. Radiación Ultravioleta

Es la radiación con más baja intensidad, comprendida entre 15 nanómetros (donde se halla el límite con los rayos X) y los 400 nanómetros (en el límite con la luz visible)⁷, penetra en los tejidos mas externos produciendo alteraciones fotoquímicas de moléculas activas como ADN, lípidos y proteínas² y que tras una exposición prolongada puede producir lesiones cutáneas como quemaduras y cambios degenerativos celulares⁴.

En fisioterapia se utiliza para el tratamiento de lesiones o problemas dermatológicos provocando efectos como:

- Fotoqueratitis de los ojos.
- Queratoconjuntivitis.
- Cataratas.
- Fotofobia.
- Eritemas en la piel.
- Hiperplasia epidérmica.
- Pigmentación de la piel.
- Envejecimiento prematuro de la piel.
- Aumento del riesgo de sufrir cáncer de piel⁷.



Figura 13: Equipo Radiación UVA

4.2.1.2. Radiación Visible

Es la radiación magnética capaz de ser vista por el ojo humano cuya fuente principal es el sol⁴, corresponde al rango de longitudes de onda que va desde los 400nm hasta los 700nm, dependiendo de la persona⁷, puede producir alteraciones fotoquímicas en la retina por su efecto fotolumínico.

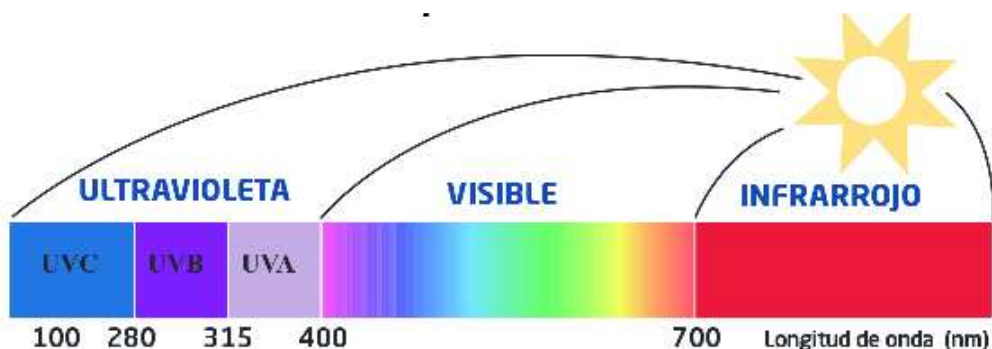


Figura 14: Espectro Radiación Visible

4.2.1.3. Radiación Infrarroja

Es una radiación electromagnética invisible y calorífica que abarca la región de longitud de onda de 780 nm, limitando con el rojo en la zona visible del espectro²² y 1 mm⁷, limitando con el microonda²². Los emisores luminosos son lámparas especiales con filamentos de tungsteno dispuestos en ampolla de cristal que contiene un gas inerte a baja presión con su reflector correspondiente²².

Posee un efecto fototérmico superficial con una penetración de 3 cm como máximo, sin necesidad de contacto con la piel²², se utiliza en fisioterapia para crear un efecto trófico tisular y celular por la elevación de la temperatura de la zona a tratar.



Figura 15: Bombilla Infrarrojo Figura 16: Efecto superficial del infrarrojo

Los principales efectos biológicos que provoca la radiación infrarroja son:

- Vasodilatación superficial generalizada.
- Redacción y relajación generalizada de todo el organismo (debido al calor sobre las terminaciones nerviosas y la acción muscular sistémica).
- Eritema de aparición inmediata por la vasodilatación subcutánea.
- Efecto antiinflamatorio por el mayor aporte de nutrientes y células defensivas aportada por la hiperemia.
- Aumento de la sudación sobre la musculatura estriada.
- Acción anticontracturante sobre la musculatura estriada.
- Acción antiespasmódica sobre la musculatura lisa.
- Acción reflejo neurovegetativo o visceral y efecto consensual²².

La radiación de infrarrojo puede provocar quemaduras en la piel y lesiones en ojos y corneas, eritemas y quemaduras en los ojos y cataratas u opacidades⁷.

4.2.1.4. Radiación Láser

La palabra LASER, corresponde a las siglas de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que traducido del inglés significa "Amplificación de luz por emisión estimulada de radiación"⁴.

Representa el nombre del dispositivo cuantico²² que genera la radiación electromagnética de la gama óptica con longitudes de onda comprendidas entre 200 nm y 1 nm⁷, son rayos de haces paralelos y dirigidos⁴.

La terapia de fisioterapia con laser es una terapia energética, siendo la energía lumínica aportada la mayor responsable del resultado terapéutico²².

La energía que absorbe la zona sobre la que incide el haz de laser se transforma en calor, produciendo de nuevo un efecto térmico, que puede llegar a ocasionar eritemas y quemaduras en la piel, teniendo que tener especial cuidado con los ojos, por lo que se deben usar gafas de protección.

Los principales efectos biológicos de la laserterapia son:

-Analgesia en la zona irradiada:

- Actúa sobre la fibra nerviosa gruesa, buscando bloqueo de las fibras finas de conducción rápida.
- Tiene acción sobre las prostaglandinas.
- Reabsorbe exudado y elimina sustancias alógenas.

-Acción antiinflamatoria:

- Disminuye la concentración de histamina.
- Normaliza los niveles de fibrinógeno.
- Activa las defensas humorales específicas y no específicas.
- Actúa sobre la microcirculación sanguínea.

-Acción antiedematosa.

-Bioestimulante del trofismo celular.

- Cicatrización de heridas de difícil evolución.
- Aumento del tejido de granulación y del conjuntivo
- Estimula la síntesis de proteína.
- Incremento de la vascularización

-Traumatismos en tejidos diversos²².



Figura 17 y 18: Aplicación de terapia de laser

4.2.2. Normativa Vigente

Real Decreto 486/2010 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales²⁶.

- Artículo 4

Los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.

Si existe la posibilidad de que se superen los valores límite de exposición, el empresario elaborará y aplicará un plan de acción, que se integrará en la planificación de la actividad preventiva, donde se incluirá medidas técnicas y/u organizativas destinadas a impedir que la exposición supere dichos valores límite.

Estas medidas son:

- a. Otros métodos de trabajo que reduzcan el riesgo.
- b. Equipos que generen niveles más bajos de radiación.
- c. Medidas técnicas para reducir la emisión de radiación óptica, incluyendo sistemas de cerramiento y blindajes.
- d. Mantenimiento de los equipos, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo.
- e. Concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo.
- f. Limitación de la duración y del nivel de la exposición.
- g. Disponibilidad del equipo adecuada de protección individual.
- h. Seguir las instrucciones del fabricante del equipo.

- Artículo 6

Cuando haya trabajadores expuestos a fuentes artificiales de radiación óptica, el empresario deberá evaluar los niveles de radiación, de manera que puedan definirse y ponerse en práctica las medidas oportunas para reducir la exposición a los límites aplicables.

4.2.3. Límites de exposición

El R.D. 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 determina los valores límite de exposición a campos electromagnéticos y los niveles de acción, no pudiendo el trabajador estar expuesto en ningún caso a valores superiores a los valores límite de exposición¹⁴.

El 14 de junio de 2011, la Comisión Europea hace una distinción entre “seguridad” de los efectos que produce la radiación no ionizante (efectos en el sistema nervioso central) y “salud” de los efectos (los que se incluyen en el sistema nervioso periférico).

En el R.D. 486/2010, de 23 de abril, se establecen los valores límite de exposición (VLE) para las radiaciones ópticas. Estos VLE tienen en cuenta la eficacia biológica de las radiaciones ópticas para provocar daños en función de su longitud de onda, duración de la exposición y tejidos que la reciben²⁷.

Los valores límites de exposición de los campos electromagnéticos son frecuencias entre 0 y 300 GHz y ningún trabajador podrá exponerse a valores que superen estos límites, basados en los efectos para la salud y en consideraciones biológicas²³.

En la siguiente tabla se delimitan los límites básicos de exposición a campos electromagnéticos:

Tabla 4: Límites básicos de exposición a radiofrecuencia-microonda (IRPA/INIRC)³⁰

EXPOSICIONES LABORALES		EXPOSICIONES PUBLICO EN GENERAL	
f < 10 MHz	f ≥ 10 MHz	f < 10 MHz	f ≥ 10 MHz
Se corresponde con los valores eficaces de E y H (unidades de una onda plana en el aire)	<ul style="list-style-type: none"> •TAE ≤ 0,4 W/kg (Tasa de Absorción Específica) 	Se corresponde con los valores eficaces de E y H	<ul style="list-style-type: none"> •TAE ≤ 0,08 W/kg
	Promediada en el cuerpo entero y en cualquier periodo de 6 minutos de la jornada laboral (8 h de cada 24h).		Promediada en el cuerpo entero y en cualquier periodo de 6 minutos del día.
	<ul style="list-style-type: none"> •TAE ≤ 4 W/kg 		<ul style="list-style-type: none"> •TAE ≤ 0,8 W/kg
	Promediada en cualquier gramo de tejido y en cualquier periodo de 6 minutos de la jornada laboral (8 h cada 24 h).		Promediada en cualquier gramo de tejido y en cualquier periodo de 6 minutos del día

La duración de la exposición laboral se limita a la jornada laboral o turno de trabajo cada 24 h durante una vida laboral de un individuo.

Estos niveles de exposición pueden administrarse para exposiciones continuadas de 24 h/día durante toda la de un individuo, sea cual fuese su edad y salud.

Debido a los escasos conocimientos de los efectos biológicos de las radiaciones RF-MO, especialmente los de origen no térmico se recomienda evitar o minimizarlas exposiciones innecesarias.

En la tabla 5 se exponen los límites de exposición laboral de RF-MO fijados por el IRPA/INIRC 1983

Tabla 5: Límites operativos de exposición laboral a RF-MO³⁰

Intervalo de frecuencia MHz	Campo eléctrico V/m	Campo magnético A/m	Densidad de potencia equivalente a ondas planas	
			W/m ²	mW/cm ²
0,1-1	194	0,51	100	10
>1-10	$194/f^{1/2}$	$0,51/f^{1/2}$	$100/f$	$10/f$
>10-400	61	0,16	10	1
>400-2000	$3f^{1/2}$	$0,008f^{1/2}$	$f/40$	$f/400$
>2000-300000	137	0,36	50	5

4.3. Vigilancia para la salud

El R.D. 299/2016 sobre campos electromagnéticos y el R.D. 486/2010 sobre radiaciones ópticas artificiales establecen la necesidad de vigilar adecuadamente la salud²⁹ para prevenir y diagnosticar los efectos adversos para la salud derivados de la exposición a campos electromagnéticos¹⁴ y radiaciones ópticas artificiales.

La vigilancia de la salud tiene una doble vertiente, la vigilancia colectiva y la vigilancia individual de los trabajadores. En la colectiva se recopilan datos epidemiológicos de daños derivados del trabajo y así planificar la prevención, y en la individual se valorara el estado de salud del trabajador en relación al riesgo laboral pertinente y se planifican las estrategias de prevención²⁷.

La vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a radiaciones no ionizantes incluirá:

- a. La evaluación del estado de salud de cada trabajador antes de emprender un nuevo trabajo en el que vaya a estar expuesto a campos electromagnéticos y durante el periodo de exposición²⁹.
- b. El empresario velara por que el trabajador reciba la vigilancia individual para la salud y se someta a los exámenes médicos pertinentes según la normativa (en el caso de la radiación no ionizante no existe un protocolo específico de vigilancia de la salud, como si existe en las radiaciones ionizantes)²⁹ para:
 - 1º. Prevenir
 - 2º. Detección precoz, si ocurriera que un fisioterapeuta informa de un efecto indeseado o inesperado para su salud o detecte una exposición superior a los valores límites de exposición¹⁴
 - 3º. Tratamiento precoz de los efectos nocivos de la exposición²⁹.

4.4. Formación

Según el R.D. 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, el empresario debe velar por que todos los trabajadores que puedan verse expuestos a riesgos derivados de campos electromagnéticos en el trabajo reciban toda la formación e información necesaria¹⁴.

Los fisioterapeutas recibirán información y formación sobre los riesgos de exposición a radiación no ionizante que incluirá²:

- a. Resultados de la evaluación de riesgos de su puesto de trabajo y aquellas medidas preventivas específicas que se deben de poner en marcha y aplicar².
- b. El concepto de valor límite de exposición y el resultado de los valores límite de exposición que dan lugar a una acción y son usados en la evaluación de riesgos¹⁴.
- c. Los potenciales riesgos asociados¹⁴.
- d. La forma de detectar los efectos adversos para la salud derivados de la exposición y el modo de informar sobre ellos¹⁴.
- e. Los síntomas y sensaciones pasajeras que pueden llegar a surgir por la exposición a la radiación¹⁴.

Los fisioterapeutas que estén expuestos a radiaciones ópticas en su puesto de trabajo deben también recibir información y formación específica de prevención de riesgos laborales²⁷. La formación ira encaminada a establecer el uso seguro del equipo de trabajo y a delimitar las radiaciones a las que se ve expuesto el fisioterapeuta durante su jornada laboral. Los trabajadores deberán formarse en algunos aspectos como⁶:

- a. Medidas de protección debe adoptar.
- b. Practicas de trabajo seguras para reducir la exposición.
- c. Uso correcto de EPI contra la exposición a radiación óptica como el protector ocular recomendado por el fabricante del equipo, ya que ningún protector ocular protege frente a todas las longitudes de onda.

Estas gafas de protección protegerán la parte externa del globo ocular y zonas anatómicas próximas²⁷.

- d. Como se puede detectar los efectos nocivos para la salud personal por la exposición laboral.
- e. Criterios para la vigilancia de la salud

4.5. Protección y EPI

Como medidas de protección generales para Radiaciones No Ionizantes tenemos las siguientes⁴:

- No dejar los equipos en stand-by, puesto que los niveles de radiación que emite el aparato cuando no hay ningún paciente son mucho mayores.
- Reducción de la densidad de potencia sin que ello afecte a la dosis que debe recibir el paciente.
- Aumento de la distancia de seguridad de los fisioterapeutas con los equipos.
- Reducción del tiempo de exposición de los trabajadores mediante la rotación de los profesionales que aplican tratamientos con aparatos de radiación.
- Los equipos deben estar alejados de fuentes externas de calor.
- Realización de un mantenimiento de los equipos, es importante realizar mediciones periódicas (cada 2 años aproximadamente), para controlar que no se superen los valores límites de exposición contemplados en la normativa vigente y detectar las posibles fugas por el deterioro del equipo¹.
- Control y vigilancia de la exposición del fisioterapeuta para poder evaluar los posibles efectos de la exposición a campos electromagnéticos.
- Separación de los equipos para que no se produzcan interferencias y alteraciones en los parámetros, el microonda no debe usarse cuando haya cerca un equipo de onda corta, ya sea en la misma sala o en salas contiguas puesto que puede producir inestabilidad de potencia¹.
- Colocación de tomas de tierra para que la energía producida se absorba.
- Colocación de señales.
- No utilizar equipos electrónicos o electroacústicos (teléfonos inalámbricos, radios, sistemas de intercomunicación, equipos informáticos, laser...) cerca de los equipos que emiten radiación electromagnética ya que las interferencias que se producen pueden cambiar la dirección de la radiación¹.

- Uso de grupos de red eléctrica separados, una para el microonda y otra para la onda corta.

•Medidas técnicas de protección en campos electromagnéticos⁴:

- Encerramiento: Cabinas de madera contrachapada con aberturas que absorben las ondas que puedan relejarse y jaula de Faraday en el caso de onda corta.
- Apantallamientos: Pantallas de mallas metálicas de distintos numero de hilos por cm.
- Recubrimientos de madera, hormigón cristal para atenuar los niveles de densidad de potencia.
- Uso de muebles de madera para los tratamientos para que las partes metálicas que normalmente llevan las sillas o camillas no concentren la intensidad del campo electromagnético.
- No entrar en el área de electroterapia llevando objetos metálicos, aparatos de audición, móviles y tarjetas de crédito²⁸.
- Control de los factores ambientales como humedad, temperatura y ventilación²⁸.

•En las zonas donde se efectúan los tratamientos con laser se debe:

- Evitar la existencia de espejos u otros objetos brillantes que puedan producir reflexiones difusas peligrosas, por los que se debe usar pintura en las paredes y no azulejos¹³.
- Instalar de forma permanente un obturador de haz o atenuador para evitar que las radiaciones que puedan salir tengan niveles máximos permitidos.
- Los haces del láser deben estar encerrados.
- Los láseres de camino óptico abierto se deben situar por encima o por debajo de los ojos⁴.

•EPI

Los Equipos de Protección Individual (EPI) están regulados por el Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo de 9 de marzo de 2016 relativo a los equipos de protección individual.

Los EPI son equipos de trabajo diseñados para el trabajador para protegerse contra los riesgos para su salud o seguridad³².

1º. Ropa adecuada.

La ropa debe tener un blindaje electromagnético y los tejidos una alta conductividad eléctrica y disipación estática³³.

A la hora de seleccionar la ropa más adecuada, es fundamental la información que nos da el fabricante:

-Modo de uso según el fabricante.

-Límites de uso.

-Mantenimiento

No se permite la modificación del diseño de la ropa

2º. Gafas de protección frente a radiación láser

Son protectores oculares con protección lateral y leves curvas para evitar dañar zonas poco vascularizadas¹. Se utilizan cuando existe riesgo de una exposición accidental a la radiación láser. Los equipos de protección ocular deben de estar diseñados y fabricados para que la radiación que llega al ojo sea mínima y nunca supere el valor de exposición máximo admisible y no se deterioren ni pierdan sus propiedades por su uso previsible.³².

Marcado para las gafas de protección:

a. Longitud de onda para la que el filtro ofrece protección: 630-700

b. Símbolo condiciones de ensayo: DR

-D: láser continuo

-I: láser pulsado

- R: láser relajado
- M (láser multimodo)
- c. Clase de protección: LB8 (código + grado de protección)
- d. Marca del fabricante: X
- e. Símbolo de resistencia mecánica:S

3º. Calzado adecuado.

Debe de ser calzado antiestático, que conecte al trabajador a la toma de tierra.

El calzado antiestático tiene un límite superior de resistencia bajo que evita la acumulación electrostática mediante la disipación de cargas aunque el riesgo de choque eléctrico no se elimina totalmente y otro límite inferior de resistencia que ofrece cierta protección en el caso de contacto eléctrico accidental.

El calzado antiestático se clasifica según las limitaciones de uso:

- Calzado de seguridad (UNE-EN ISO 20345): A: S1, S2, S3, S4, S5.
- Calzado de protección (UNE-EN ISO 20346): A. P1, P2, P3, P4, P5.
- Calzado de trabajo (UNE-EN ISO 20347): A. O1, O2, O3, O4, O5.

5. Conclusiones

Los fisioterapeutas son profesionales que están expuestos diariamente a la acción de la radiación no ionizante por su exposición continuada durante su jornada laboral.

En un gimnasio de rehabilitación se realizan tratamientos con aparatos de emisión de campos electromagnéticos que pueden llegar a afectar de forma negativa al trabajador expuesto y es por ello por lo que se deberá realizar una correcta evaluación tanto del centro de trabajo como de los aparatos de emisión para minimizar al máximo esta exposición.

Se debe aplicar un plan de prevención de riesgos laborales y de seguridad que se ajuste a las necesidades del centro y del trabajador, tales como el aislamiento o separación de los aparatos de emisión de radiación de la zona común de trabajo, en cabinas donde la radiación no enfoque hacia la zona de paso y los aparatos puedan estar alejados entre sí; atender a las situaciones de especial sensibilidad de los trabajadores, por ser portadores de un dispositivo médico u osteosíntesis metálicas o estar en periodo de gestación o lactancia.

Los trabajadores deben de minimizar la exposición a la radiación no ionizante, porque aunque no existen estudios concluyentes que demuestren que a largo plazo la radiación no ionizante interfiere en la salud del trabajador, si se sabe los efectos biológicos que causa las respuestas fisiológicas a aplicación de estos campos electromagnéticos, por lo que se debe recomendar al fisioterapeuta el principio de precaución.

Los trabajadores deben cumplir con las normas de prevención en cuanto a las medidas de protección frente a los aparatos de radiación, tanto electromagnética como óptica, deben de llevar los equipos de protección individual adecuados y deben aplicar medidas para organizar el tiempo de exposición en la jornada y cumplir las normas de señalización de ubicación de los aparatos.

Debido a la dificultad de estudio por tratarse de una exposición que a priori se debe pensar que interfiere en la salud, no hay evidencia científica ni suficientes estudios acerca de los efectos que puede producir la exposición a la radiación no ionizante al fisioterapeuta y en el caso de embarazo, a la mujer fisioterapeuta y al feto, por lo que no podemos concluir que la exposición a la radiación no ionizante interfiera en el desarrollo del feto o en la salud del trabajador, por lo que será necesario continuar

estudiando para poder desarrollar unos límites de exposición, mientras tanto debemos de aplicar la normativa de prevención y el principio de precaución.

Las medidas propuestas para disminuir la exposición, son en algunos casos subjetivas y no viables, puesto que el trabajador dependerá de la organización del centro de trabajo, tanto del lugar físico como de la posibilidad de cambiar de puesto de trabajo o de rotar con otros compañeros.

Como fisioterapeuta trabajadora de un centro con multitud de aparatos de emisión de radiación no ionizante electromagnética y óptica, en los periodos en los que he trabajado embarazada, he intentado minimizar la exposición a la radiación adaptando mi lugar de trabajo a mi situación, separando los equipos de emisión de la zona común de trabajo y evitando todos los tratamientos con estos equipos. La prevención de riesgos laborales en esta situación se convierte en algo fundamental, ya que los estudios realizados hasta la fecha no indican que la radiación afecte al feto pero tampoco que no lo haga, pero también es subjetivo, ya que la normativa si te deja poner en marcha el equipo si tiene un dispositivo de retardo, o estar tan solo alejada dos metros del aparato. En mi caso tuve la posibilidad de alejarme totalmente y no estar expuesta, pero en casos en los que no existe esa posibilidad la fisioterapeuta no debería trabajar y esto debe ser motivo para entrar a una situación de baja por exposición a radiación.

6. Bibliografía

1. Rasines Gómez A, Hernando del Pino LM, Ausín Canduela MN, Albert Payá FJ, Martínez Ramos A, López Mardomingo MP, Garrido López A, Andrés Gutiérrez R. Prevención de Riesgos Laborales en tratamientos de Onda Corta y Microondas. Manual de Buenas Prácticas. 2012. Disponible en: <https://www.cipfpcanastell.com/cipfp/wp-content/uploads/2014/08/Manual.pdf>
2. Manual de buenas prácticas de trabajo. Exposición laboral a campos electromagnéticos en rehabilitación y fisioterapia. Unidad de prevención de Riesgos Laborales II-01. Conserjería de Salud del Servicio Andaluz de Salud. Septiembre 2016.
3. <http://www.uv.es/DSSQA/documentación/castellano/PDF/14%20RADIACIONES.pdf>
4. Federación de Enseñanza de CC.OO. de Andalucía. Temas para la Educación. Rev. digital para profesionales de la enseñanza. Nº4, sep. 2009.
5. Knave B. Radiaciones No Ionizantes. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Cap. 49. Disponible en <http://www.insht.es/InshtWeb/contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/49.pdf>
6. Manual de Seguridad y Salud frente al riesgo de Exposición Laboral a los Campos Electromagnéticos en los puestos de Fisioterapeuta y Auxiliar. FREMAP; 2011.
7. Guía Básica de Riesgos Laborales específicos en el sector sanitario. Unión Sindical de CC.OO. de Castilla León y Secretaria de Salud Laboral de la Federación Regional de Sanidad y Servicios Sociosanitarios de CC.O.O. de Castilla León; 2011
8. Campos Electromagnéticos y Salud Pública. Informe Técnico elaborado por el Comité de Expertos. Ministerio de Sanidad y Consumo
9. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/04/23/486/con>
10. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2009/03/06/298>
11. Gutiérrez E, González M, Gellona H. Onda corta para el dolor musculoesquelético. Rev. Soc. Esp. Dolor. Vol. 20 (5) Madrid sep/oct 2013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4321/S1134-80462013000500005>
12. Pastor Vega JM, Martínez MorilloM. Microonda. Disponible en: <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-fis/microonda.pdf>
13. Sierra Pelletan, M. Exposición a radiaciones no ionizantes en las áreas de fisioterapia y rehabilitación. Servicio Seguridad en el Trabajo e Higiene Industrial. Mutual Cyclops. Disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2004/exposicion-radiaciones-no-ionizantes-en-areas-fisioterapia-rehabilitacion>

14. R.D. 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. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2016/07/22/299/con>
15. R.D.485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/485/con>
16. Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de abril de 2004 sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (campos electromagnéticos), artículo 6, Información y formación de los trabajadores. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LeUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004L0040:20081211:ES:PDF>
17. <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/RADIACIONES%20ISTAS.pdf>
18. Pérez Alejo JL, Miranda Leyva R. Radiaciones electromagnéticas y salud en la investigación médica. Revista Cubana de Medicina Militar, vol. (39), 1, ene-mar 2010. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-65572010000100005&script=sci_arttext
19. Moreno Piquero E. Aplicaciones de las radiaciones no ionizantes. Clases Cem, curso 07/08, marzo. Universidad de Santiago de Compostela. Disponible en: http://www.usc.es/faqms/Docencia/cem%2007-08/notas_Aplicaciones_%20radiaciones_no-ionizantes.doc
20. González Suarez MA. Efecto de las radiaciones no ionizantes sobre la salud humana. Disponible en: <https://m.monografias.com/trabajos97/efeto-radiaciones-no-ionizantes-salud-humana/efecto-radiaciones-no-ionizantes-salud-humana.shtml>
21. Rupérez MJ. Prevención del riesgo por exposición a campos electromagnéticos. IV Jornadas AMMTAS. Radiaciones no Ionizantes en el ámbito Sanitario INSHT-CNNT, Madrid. Disponible en: http://www.ammtas.com/images/recursos/actividades/2011/06/01CEM_HSO_1JUNIO.pdf
22. Capote Cabrera A, López Pérez YM, Bravo Acosta T. Agentes Físicos. Editorial Ciencias Médicas, 2009.
23. Muñoz Ruipérez C, Arias Díaz V, Del campo Balsa T, Sánchez-Arcilla Conejo I, Valle Robles M^aL, *et al.* Guía clínico-laboral para la prevención de riesgos durante el embarazo, parto reciente y lactancia en el ámbito sanitario. Guías Clínicas. Grupo sanitario de la AEEMT. Octubre de 2011
24. Cruz VM. Riesgo para la salud por radiaciones no ionizantes de las redes de energía eléctrica en el Perú. Rev. Perú Med Exp Salud Pública. 2009; 26 (1): 104-112.
25. Directrices para la evaluación de riesgos y protección de la maternidad en el trabajo. Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Ministerio de Empleo y Seguridad Social.

26. Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2010-6485>
27. Radiaciones ópticas artificiales. Factores relacionados con la fuente y las medidas de control. Guía Práctica. Conserjería de Empleo, Turismo y Cultura de la Comunidad de Madrid.
Disponible en: <http://www.madris.org/publicamadrid>
28. Ivorra Vilaplana L, Cardona Llorens A, Hernández Rodríguez F, Molina Hernández L. Guía de Seguridad y Salud para Estudiantes de Fisioterapia. Universidad Miguel Hernández.
29. Cuaderno preventivo: Radiaciones no ionizantes. Secretaria de Medi Ambient i Salut Laboral de la Unió General de Treballadors de Catalunya. Disponible en <http://www.ugt.cat>
30. NTP 234: Exposición a radiofrecuencia y microondas (I). Evaluación. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_234.pdf
31. <http://www.saludgeoambiental.org/real-decreto-2992016-22-julio-sobre-proteccion-salud-seguridad-trabajadores-contra-riesgos>
32. <https://www.boe.es/doue/2016/081/L00051-00098.pdf>
33. Guía orientativa para la selección y utilización de ropa de protección. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias/Guias_Orientativas_EPI/Ficheros/ropa_proteccion.pdf