

ESTUDIO SOBRE LA APLICACIÓN DE RADIOFRECUENCIAS Y MICROONDAS A LA DIATERMIA CLÍNICA

Darío San Martín Ferrer
Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Madrid - I.N.S.H.T.

INTRODUCCIÓN

Una vez comprobado que los tratamientos consistentes en la aplicación de calor en determinadas zonas del cuerpo, ayudados en algunos casos por masajes adicionales, resultaban bastante efectivos para cierto tipo de dolencias (problemas musculares, circulatorios, óseos, etc.), se han ido creando Unidades de Diatermia Clínica en distintos centros asistenciales de nuestro país (hospitales, sanatorios, clínicas, ambulatorios, etc.).

Para estos tratamientos, las Unidades de Diatermia emplean equipos emisores de radiación electromagnética que, al ser aplicada al paciente, transforma su energía, proporcionando un aporte de calor que actúa internamente sobre los tejidos.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, el I.N.S.H.T., a través del Centro Nacional de Nuevas Tecnologías - Madrid, decidió incluir en su programación un Proyecto encaminado al estudio y medida de los niveles de exposición laboral a radiación en equipos de R.F. y M.O., así como los hábitos de trabajo del personal sanitario que aplica esta clase de tratamientos.

DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA SEGUIDA EN LA OBTENCIÓN DE DATOS

Para la obtención de datos, en este estudio, se visitaron dos grandes hospitales de Madrid, un Centro Médico especializado en este tipo de tratamientos (también en Madrid) y un gran Hospital en la zona Norte de España.

Se estudiaron los factores que pueden influir en la exposición laboral del personal encargado de estos equipos (horario laboral, situación respecto a la fuente emisora, tiempo de permanencia en las cercanías de los cabezales, posible existencia de apantallamientos, etc.).

En cuanto a los equipos emisores, se estudiaron sus frecuencias de emisión, se midieron los campos eléctricos y magnéticos generados por los mismos a distintas distancias y se revisaron los pupitres, cabezales y cables de conexión de estos últimos con los primeros, efectuando una detección de posibles fugas de radiación a lo largo de los mismos.

EQUIPOS DE MEDIDA EMPLEADOS

Los equipos empleados para efectuar estas mediciones fueron:

- Un equipo medidor **NARDA modelo 8616**, con tres escalas de medida, con respuesta lenta o rápida, alarma acústica y tres sondas intercambiables que corresponden a los siguientes intervalos de frecuencia: uno de 0,3 a 10 MHz, el segundo de 10 a 300 MHz y el tercero de 300 a 40.000 MHz, que abarcan los campos de radiofrecuencias y microondas.

Este equipo proporciona directamente la densidad de potencia de la radiación en mW/cm^2 , con un margen de error del 0,2%.

- El otro equipo de medición fue un **HOLADAY modelo HI-3002**, provisto de dos sondas, una para campos magnéticos y otra para campos eléctricos (abarcando ambas los intervalos de frecuencia correspondientes a microondas y radiofrecuencias) y con la posibilidad de cambiar el fondo de escala mediante un selector.

Las lecturas registradas en cada medición reflejan los valores del campo eléctrico en V^2/m^2 , o del campo magnético en A^2/m^2 , según utilicemos una u otra sonda. Dichos valores vienen dados con un margen de error del 0,4%.

Este segundo equipo se complementa con un registrador **DATALOGGER**, MODELO HI-3320,

que va integrando el valor del campo en determinados intervalos de tiempo, pudiendo obtenerse, mediante una pequeña impresora, una serie de datos estadísticos tales como máximos y mínimos, valores medios, etc., en distintos períodos.

EQUIPOS RADIANTES ATENDIENDO A SUS FRECUENCIAS DE EMISIÓN

En las Unidades de Diatermia visitadas se encontraron equipos de diferentes marcas y modelos, dentro de los cuales se podría hacer una división atendiendo a las frecuencias con que emite cada uno.

Se estudiaron cinco equipos cuya radiación pertenece a la banda de radiofrecuencias, ya que emiten a una frecuencia de 27,12 MHz. También se estudiaron ocho equipos pertenecientes a la banda de microondas, ya que su frecuencia de emisión es de 2450 MHz.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Los resultados obtenidos en las mediciones de los trece equipos estudiados se recogen en la *Tabla 1*.

En dicha tabla figuran datos relativos a cinco equipos de radiofrecuencias y ocho de microondas, haciéndose constar el nombre y potencia de salida de cada equipo, así como las densidades de potencia (mW/cm^2) que se han registrado, tanto en la consola, como a diferentes distancias de la misma, así como las posibles fugas a lo largo de los cables de unión de las consolas a los cabezales.

Dado que en la actualidad no existe en nuestro país una reglamentación específica sobre la prevención y protección de riesgos derivados de la exposición a radiofrecuencias y microondas, se considerarán aquellos criterios que regulen los riesgos objeto de estudio en el presente trabajo.

Por tanto, los valores obtenidos en las distintas mediciones deberán ser comparados con los valores límite recomendados por la I.R.P.A.*, el A.N.S.I.* o bien los TLV's propuestos por la A.C.G.I.H.

En la última columna del cuadro se hacen constar los valores límite de exposición laboral recomendados por la A.C.G.I.H., para poder comparar los mW/cm^2 obtenidos en cada punto de medida con los aconsejados en dichos límites.

Por último, se incluye una representación de los diagramas correspondientes a los valores límite de exposición laboral recomendados por A.C.G.I.H., I.R.P.A. y A.N.S.I., así como de las mediciones efectuadas en los distintos equipos. De esta manera se pueden comparar gráficamente los resultados obtenidos con cada uno de los diagramas mencionados anteriormente (*Figura 1*).

COMENTARIO SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Comparando los datos obtenidos en las distintas mediciones, se observa que, dentro de los equipos que emiten a 27,12 MHz de frecuencia, el TLV recomendado de $1,22 \text{ mW}/\text{cm}^2$ es sobrepasado por los valores registrados en la consola y a 20 cm. de la misma en el equipo de Onda Corta S-700, lo cual hace pensar que el apantallamiento de dicho equipo no es suficientemente adecuado, bien por un diseño incorrecto, bien por alguna deficiencia que se haya producido a lo largo de su tiempo de uso.

En el equipo **Curapuls-419** se registró una medida aislada en consola de $15 \text{ mW}/\text{cm}^2$ (más de diez veces superior al TLV recomendado), lo cual, a nuestro juicio, parece indicar claramente que existe un punto o zona concreta que, bien por algún defecto del equipo, o bien por un mal uso del mismo, ha sufrido una pérdida de apantallamiento que da lugar a ese alto valor en sus proximidades, ya que a 20 y 50 cm. los valores registrados son, respectivamente, treinta y ciento cincuenta veces menores que el detectado en la consola.

Por último, respecto a estos equipos emisores de radiofrecuencias, hay que destacar que, tanto en los equipos de **Onda Corta S-781** y **S-700**, como en el **Curapuls-419**, se registraron, a lo largo de los cables de unión de las consolas a los cabezales, fugas de radiación de $65 \text{ mW}/\text{cm}^2$, $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ y bastante superiores a $100 \text{ mW}/\text{cm}^2$ que son valores realmente muy altos.

Revisados estos cables de transmisión, se observó que el revestimiento de los que producían fugas importantes, en lugar de ser de caucho con malla metálica embutida, consistían simplemente en unas fundas de goma, que dejaban pasar la radiación.

En los dos equipos restantes, cuyos cables tenían un revestimiento correctamente apantallado, no se registraron fugas apreciables.

En cuanto a los equipos con frecuencia de emisión de 2450 MHz, se observa que la mayor parte de las medidas efectuadas están por debajo del TLV recomendado ($10 \text{ mW}/\text{cm}^2$). Solamente se supera dicho límite en los cuatro equipos **Konjevic** en puntos situados a 20 y 50 cms. dentro de los haces de emisión de los cabezales.

Estas densidades de potencia, que superan en dos veces y media y en ocasiones hasta en tres veces el TLV recomendado, se han registrado en puntos directamente afectados por los haces emisores de los cabezales y, dada la disposición de los equipos (alineados en batería con distancia de 2 metros entre ellos y sin ninguna división ni apantallamiento), dichos puntos pueden estar afectados por radiaciones simultáneas de dos o más equipos.

En los equipos de microondas estudiados, los cables de consola a cabezales presentaron buenos revestimientos con un adecuado apantallamiento que evitaba las fugas en

* I.R.P.A.: Asociación Internacional para la Protección contra las Radiaciones.

* A.N.S.I.: Instituto Nacional de Normas USA.

TABLA 1

EQUIPOS EMISORES DE RADIOFRECUENCIAS (27,12 MHz)						
NOMBRE DEL EQUIPO	EXPOSICIONES MEDIDAS EN DISTINTOS PUNTOS Y EXPRESADAS EN UNIDADES DE DENSIDAD DE POTENCIA EQUIVALENTE (mW/cm ²)					TLV* RECOMENDADO POR LA A.C.G.I.H.**
	POTENCIA DE SALIDA	CONSOLA	A 20 cm	A 50 cm	A 100 cm	
ULTRAMED BOSCH 400 W	0,63	0,10	-	-	S.F.***	1,22 mW/cm ²
DIAPULSE 400 W	0,20	0,20	0,10	-	S.F.	
ONDA CORTA S-781 400 W	1,00	1,20	0,60	-	> 100	
ONDA CORTA S-700 400 W	2,20	3,00	0,50	0,20	>> 100	
CURAPULS-419 400 W	15	0,50	0,10	-	65	
EQUIPOS EMISORES DE MICROONDAS (2450 MHz)						
RADIOTHERM-706 250 W	2,30	1,00	0,40	0,10	0,50	10 mW/cm ²
TERATHERM-732 1400 W	1,50	1,10	0,60	0,10	S.F.	
TERATHERM-747 1400 W	0,50	0,50	0,20	0,05	S.F.	
CURADAR-409 250 W	7,00	4,00	0,20	-	S.F.	
KONJEVIC-1 150 W	1,50	30,00	25,00	8,00	0,20	
KONJEVIC-2 150 W	1,00	30,00	25,00	8,00	0,20	
KONJEVIC-3 150 W	1,50	30,00	25,00	8,00	0,20	
KONJEVIC-4 150 W	1,50	30,00	25,00	8,00	0,20	

* TLV = Valores Límite Umbral (Threshold Limited Values)

** A.C.G.I.H. = Conferencia Gubernamental Americana de Higienistas Industriales (American Conference of Governmental Industrial Hygienists)

*** S.F. = Sin fugas apreciables

tres de ellos, y en los otros cinco se midieron fugas muy pequeñas con un máximo de 0,5 mW/cm², veinte veces menor que el TLV recomendado por la A.C.G.I.H.

RECOMENDACIONES SOBRE LOS EQUIPOS Y MODOS DE ACTUACIÓN DEL PERSONAL SANITARIO QUE OPERA CON LOS MISMOS

A la vista del estudio realizado y de las mediciones llevadas a cabo en los equipos visitados, se pueden dar unas normas básicas para el buen mantenimiento de los mismos:

- Es conveniente una revisión técnica de los equipos por parte de la empresa fabricante (o suministradora), para que los elementos que integran dichos equipos estén en perfecto estado de funcionamiento para generar una radiación con la potencia, frecuencia y demás parámetros físicos para los que fue proyectado.
- Es importante un control periódico (cada dos años aproximadamente) mediante la utilización de un equipo medidor, para comprobar las densidades de potencia a distintas distancias y alrededor de los apantallamientos, para vigilar que no se superen los TLV's establecidos y detectar posi-

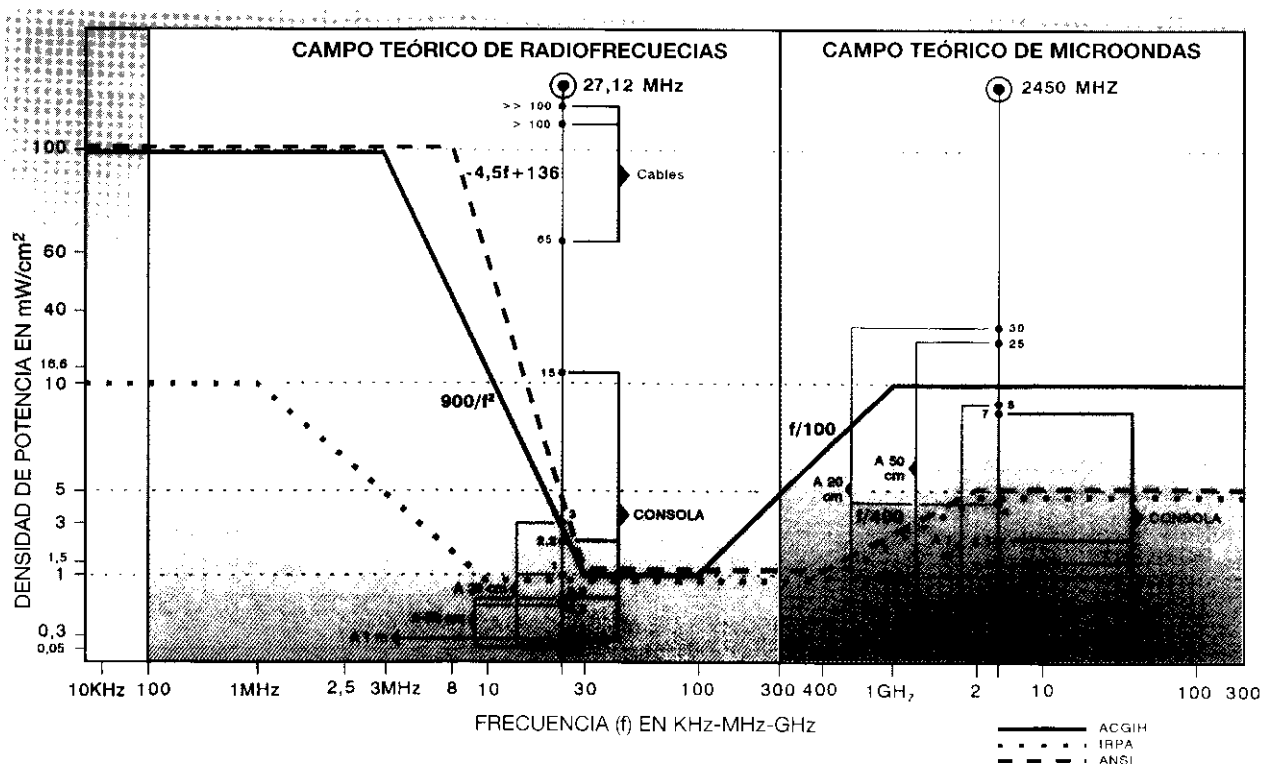


Figura 1

bles fugas que puedan producirse por envejecimiento del material.

- Deben efectuarse revisiones minuciosas de los cables de transmisión de la consola a los cabezales, para evitar fugas que puedan resultar importantes. Para ello se debe cuidar el estado de los recubrimientos y exigir que tengan el adecuado apantallamiento de malla metálica. No se debe nunca aceptar un recubrimiento a base de un simple tubo de goma.
- En cuanto al personal sanitario que opera con estos equipos, es recomendable que evite toda exposición innecesaria a la radiación de Radiofrecuencias-Microondas.
- Dado que los niveles de radiación en los puestos de trabajo son mayores cuando no existe aplicación al paciente, se recomienda que dichos equipos estén en funcionamiento únicamente el tiempo necesario de duración del tratamiento.
- Los trabajadores situarán los cabezales en la posición necesaria de aplicación y permanecerán a una distancia de dos o tres metros hasta que finalice el tratamiento.
- En aquellas aplicaciones terapéuticas en las que es mayor la exposición laboral a microondas, tales como tratamientos localizados en pie, mano, rodi-

lla, etc., se recomienda la rotación del personal sanitario para aplicar dichas terapéuticas.

- Por último, si existe alguna zona de paso, de recepción, o de espera, muy próxima a la salida de diatermia, conviene que esté bien separada con algún tipo de tabique aislante, mampara de rejilla metálica, etc., que aisle dichas zonas de la radiación proveniente de los equipos emisores.

BIBLIOGRAFÍA

- ACGIH Generalitat Valenciana. TLVs Valores Límite 1993-1994.
- COOK N.P. Microwave Principles and Systems. Prentice Hall. 1986.
- OMS. Criterios de la Salud Ambiental 16 Radiofrecuencias y Microondas n° 468. 1984.
- SAN MARTÍN FERRER, D. y otros. Radiaciones no ionizantes. Prevención de Riesgos. I.N.S.H.T. Mayo 1988
- SAN MARTÍN, D. y MALDONADO, J. Informes Técnicos a Unidades de Diatermia Clínica. I.N.S.H.T.
- SOCIEDAD FRANCESA DE RADIOPROTECCIÓN. Radioprotección. Suplemento al n° 1. Radiaciones no Ionizantes. 1984.
- TREMOLIÈRE, J. Les ondes electromagnetiques. un risque à connaître. R.G.S. N° 45 Decembre, 1985.