

Desarrollo de Normas que garanticen la seguridad de los pacientes y del personal que labora en los Hospitales ante las Ondas Electromagnéticas no Ionizantes

Ricardo Mendoza B.⁽¹⁾Fabián Gómez C.⁽²⁾Miguel Yapur A.⁽³⁾
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación.⁽¹⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador
dmendoza@fiec.espol.edu.ec⁽¹⁾fgomez@fiec.espol.edu.ec⁽²⁾
myapur@fiec.espol.edu.ec⁽³⁾

Resumen

Este trabajo trata sobre la elaboración de un conjunto de normas, que se refieren a cómo las personas que se encuentran dentro de los hospitales pueden estar protegidas ante las Radiaciones No-Ionizantes (RNI), las cuales se clasifican en: radiación ultravioleta, luz visible, radiación infrarroja, microondas, radiofrecuencia y campos electromagnéticos de muy baja frecuencia. Se realiza la introducción al tema de las Radiaciones No-Ionizantes (RNI), partiendo desde los conceptos de ondas electromagnéticas y su propagación. Se mencionan los riesgos para la salud, como son los efectos biológicos de las Radiaciones No-Ionizantes y los estudios realizados sobre dichos riesgos. Se describen las fuentes de Radiación No-Ionizante, los equipos médicos y de apoyo que emiten este tipo de radiaciones, y las interferencias que afectan a las mediciones que realizan estos equipos. Se detallan los límites de exposición, las restricciones básicas, los niveles de referencia y las medidas de protección para las Radiaciones No-Ionizantes. Finalmente se describen las normas nacionales y las normas internacionales existentes como base paránormas que garanticen la seguridad de las personas contra las Radiaciones No-Ionizantes en los centros hospitalarios. Estas normas bien podrían ser adoptadas en una posible reforma legislativa y llevadas al plano de la Asamblea Nacional del Ecuador, para una aplicación de estas leyes en el sistema hospitalario de nuestro país.

Palabras Claves: Radiación no ionizante, niveles de exposición, normas.

Abstract

This paper deals about the development of a set of rules, which relate to how people who are in hospitals may be protected against Non-Ionizing Radiation (NIR), which are classified as: ultraviolet radiation, visible light, infrared, microwave, radio frequency and electromagnetic fields of extremely low frequency. It performs the introduction to the topic of Non-Ionizing Radiation (NIR), starting from the concepts of electromagnetic waves and their propagation. In this paper are mentioned health risks, such as the biological effects of Non-Ionizing Radiation and studies on such risks. It describes the sources of Non-Ionizing Radiation, medical equipment and support that emit this radiation, and interference affecting the measurements made by these machines. It details the exposure limits, the basic restrictions, reference levels and protective measures for Non-Ionizing Radiation. Finally describes existing national and international standards as the basis for standards to ensure the safety of persons from Non-Ionizing Radiation in hospitals. These standards could well be adopted in a possible legislative reform and carried to the plenum of National Congress of Ecuador, for an application of these laws in our country's hospital system.

Keywords: Non-Ionizing Radiation, exposure limits, rules or standards.

1. Introducción.

En nuestro país, los campos electromagnéticos, las antenas, sus radiaciones y los posibles daños a la salud son tema de controversia en la población desde hace algunos años.

Hoy en día, hablar de las telecomunicaciones es referirse y pensar de inmediato en la telefonía celular, que cada vez nos está haciendo dependientes de ella, ya sea para hacer una llamada, escribir mensajes de texto, navegar en internet o revisar correos electrónicos; en fin, hasta la fecha se ha implementado

un sin número de aplicaciones y utilidades que se le puede dar a un teléfono celular. Sin embargo, muy pocas personas se ponen a pensar y a analizar los posibles daños que estos equipos pueden causar ya sea de manera directa o indirecta, en los aspectos emocional, laboral, académico o en la salud.

Los campos electromagnéticos producidos por el hombre están presentes cada vez más en el hogar, en el trabajo, en la industria, etc., y probablemente no exista lugar en la superficie del planeta donde no se detecte siquiera, una pequeña radiación artificial. Los campos electromagnéticos no se pueden ver ni tocar. Surge más bien de una inquietud personal tratar de

organizar, y reunir información acerca de las radiaciones no-ionizantes (RNI).

2. Ondas Electromagnéticas No Ionizantes.

Las ondas o radiaciones no-ionizantes se ubican en las frecuencias más bajas del espectro electromagnético. Son ondas electromagnéticas que al interactuar con una materia biológica, no logran romper los enlaces moleculares debido a que no llevan la energía suficiente, y de esta manera no alteran su estructura. Se clasifican en: Radiación UV, luz visible, rayos infrarrojos, radiofrecuencia, microondas y campos electromagnéticos de muy baja frecuencia.

3. Fuentes de RNI.

Las principales fuentes de RNI se encuentran en nuestro medio y las personas están expuestas a ellas a diario, entre otras tenemos las siguientes:

- Fuentes de radiación ultravioleta, como la exposición solar, arcos de soldadura, lámparas germicidas y en ocasiones lámparas fluorescentes.
- Rayos de luz visible, como la exposición solar, lámparas incandescentes, arcos de soldadura.
- Radiación infrarroja, como la exposición solar, cuerpos incandescentes, superficies muy calientes, llamas, lámparas incandescentes.
- Microondas y radiofrecuencia, como emisoras de radio y televisión, sistemas de telecomunicaciones, instalaciones de radar, hornos microondas.
- Campos electromagnéticos de muy baja frecuencia que son las líneas de media tensión y de distribución eléctrica.

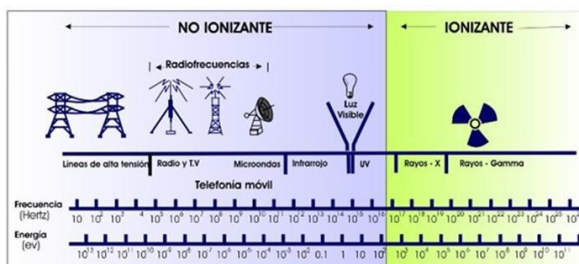


Figura 1. Radiación electromagnética ionizante y no ionizante.^[1]

Equipos médicos que emiten RNI.

Unidad de diatermia que puede ser por onda corta y por microondas. Se utiliza para mejorar la irrigación

sanguínea y esto produce alivio de dolores debido al calentamiento del área afectada.

Generador electro-quirúrgico de radiofrecuencia, utiliza a electricidad transmitida en RF para obtener fines clínicos para intervención quirúrgica. Como mayor ventaja se obtiene la disminución del sangrado en comparación al bisturí convencional por el efecto cauterizante en el tejido. En la electrocirugía el cuerpo humano es parte del circuito eléctrico, por lo que corriente eléctrica pasa a través del cuerpo. Un aspecto muy importante es que el corazón puede sufrir fibrilaciones con corrientes eléctricas entre 50 y 500 mA a una frecuencia de 50 o 60 Hz que es la energía eléctrica comercial, pero en el rango de las radio frecuencias, los sistemas nervioso y muscular son menos susceptibles al flujo de la corriente, lo cual se convierte en una gran ventaja y es el motivo por el cual el electro-bisturí es de gran utilidad médica.

Resonancia Magnética, es una técnica espectroscópica que brinda información estructural y estereoquímica en un tiempo reducido, y no es una técnica destructiva. Obtiene imágenes del organismo en forma no invasiva sin emitir radiación ionizante y en cualquier plano del espacio

Equipos de apoyo que emiten RNI.

- Radios de onda corta para comunicación del personal.
- Teléfonos inalámbricos
- Teléfonos celulares
- Esterilizadores

4. Riesgos para la salud

Las normas que fijan los valores de exposición máxima permitida a las radiaciones no-ionizantes de distintas frecuencias, en la mayoría de los países, se basan en los efectos térmicos, es decir, para cada grupo de frecuencias se fija un valor de exposición máxima permitida, por debajo del cual la absorción promedio del CEM por el cuerpo humano, no representará un incremento nocivo de la temperatura (en general de alrededor de 0,1 °C). De esta forma, se pueden elaborar gráficos que ilustren el comportamiento de la tasa de absorción específica (SAR, specificabsorptionrate), en función de la frecuencia y se pueden fijar los valores permitidos de densidad de potencia, de campo eléctrico y de campo magnético, ya sea para trabajadores (exposición a CEM durante 8 horas diarias) o para el público en general (exposición a CEM de duración indefinida)

¹ Fuente: Página de la Superintendencia de Telecomunicaciones

5. Normas que garanticen la seguridad de los pacientes y personal en centros hospitalarios

A continuación se presenta propuestas para la creación de normas basadas en normas nacionales e internacionales existentes:

Normas Generales

Art. 01.- Capacitar a todas las personas ocupacionalmente expuestas al riesgo de las Radiaciones No-Ionizantes (RNI)

Art. 02.- Adoptar un marco de restricciones básicas y niveles de referencia. Las restricciones básicas mencionadas están basadas en los efectos sobre la salud. Los niveles de referencia permiten realizar la evaluación práctica de la exposición.

Art. 03.- Establecer y aplicar un principio de precaución, es decir:

Exponerse lo menos posible a las fuentes de radiación hasta que el conocimiento científico pueda determinar con precisión la correlación entre exposición y efectos nocivos.

Art. 04.- Poseer un manual de procedimientos seguros donde se establezcan responsabilidades y acciones de cada persona en su área de trabajo.

Art. 05.- Proveer al trabajador de equipos de medición y protección apropiados (dosímetros, detectores, alarmas personales) de acuerdo a la naturaleza del riesgo

Normas de Radiación Ultravioleta

Art. 06.- Se deberá dar prioridad en lo posible a medidas técnicas tales como filtrado, blindaje y confinamiento de las fuentes artificiales, para proteger al personal encargado de operarlas.

Art. 07.- Las áreas de trabajo deben estar señalizadas a fin de advertir al personal del riesgo de exposición y demarcadas a fin de restringir y controlar acceso a estas áreas.

Art. 08.- Para fuentes de baja intensidad se pueden utilizar pantallas de plástico transparente de material tal como policarbonato. Tanto el personal como los pacientes pueden utilizar anteojos, gafas y máscaras.

Art. 09.- Las áreas donde se trabaje con radiación ultravioleta deben tener una ventilación adecuada para así eliminar el ozono que se genera durante la operación.

Normas de Luz Visible

Art. 10.- Adoptar los límites de exposiciones diarias especificados en las normas internacionales para LV con una longitud de onda entre 400 y 760[nm] son:

- 1 [mJ/cm²] para períodos de exposiciones menores o iguales de 10.000 segundos.

- 1 [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$] para períodos de exposición mayores de 10.000 segundos.
Solo deben tomarse en cuenta cuando la luminaria de la fuente exceda de 1 [cd/cm²] (luminancia).

Normas de Radiación Infrarroja

Art. 11.- Las autoridades deben adoptar los límites de exposición de este tipo de radiación y establecer periodos para realizar mediciones que permitan verificar el cumplimiento de los valores límites.

Art. 12.- Confinamiento total de la fuente y de todas las vías de radiación que puedan partir de ella, para proteger al personal.

Art. 13.- Si es necesario recurrir a la protección individual. Por ejemplo, se utilizará protección ocular en forma de gafas o pantallas adecuadas, o bien ropa protectora ligera y resistente al calor.

Art. 14.- Proteger al trabajador reduciendo la potencia de la fuente o bien el tiempo de trabajo (mediante pausas que le permitan recuperarse del estrés por calor).

Art. 15.- Ejercer un control administrativo y restringir el acceso a las fuentes de radiación muy intensas.

Normas de Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia y Microondas

Art. 16.- Para que estas señales no causen alguna interferencia en los equipos, de acuerdo al tipo de salas donde se encuentren se deben utilizar pantallas físicas conformadas por materiales como madera contrachapada entre láminas de metal, bloques de concreto y ventanas de vidrio.

Art. 17.- En caso de que cerca del hospital se instalen estaciones de radiodifusión, radiocomunicaciones, las autoridades de estas entidades deberán demostrar que la radiación que emitan sus antenas no afecta a la población en este centro y en el espacio circundante.

Art. 18.- No colocar antenas de las estaciones base por debajo de los 15 metros de altura para evitar efectos nocivos en las personas y colocarlas distantes de los centros hospitalarios.

Art. 19.- Instalar las antenas de radio FM y televisión en torres con altura generalmente entre 240 a 300 metros debido a que la potencia es de 100 a 5000 veces mayor a la de las antenas de las estaciones base.

Art. 20.- Adoptar las normas norteamericanas que limitan a 1.6 [W/Kg] la absorción de RF (SAR) para el público en general. Sin embargo, las normas europeas especifican el límite del SAR para cabeza y tronco en 2.0 [W/Kg].

Art. 21.- Adoptar Los límites de exposición especificados en las normas internacionales que han sido establecidos para limitar la SAR promediada a cuerpo entero a un nivel por debajo de 0,4 [W/Kg] para personas ocupacionalmente expuestas y 0,8 [W/Kg] para el público en general, tanto en el

dominio de las frecuencias de resonancia para el ser humano (10-400 MHz) como en las frecuencias más allá de este rango. Las mediciones que se realicen para verificar el cumplimiento de los límites deben ser efectuadas a una distancia de 5 cm del emisor y promediadas por 6 minutos (0,1 hora).

Art. 22.- Restringir el uso de los celulares en áreas críticas de los hospitales, las que actualmente están altamente instrumentadas debido a los campos electromagnéticos

Normas de Campos eléctricos y magnéticos de VLF y ELF

Art. 23.- Las Autoridades deben adoptar los límites de exposición e implantar un programa de cumplimiento.

Art. 24.- Las Autoridades deben definir zonas de acceso limitado alrededor de las fuentes productoras de campos eléctricos y magnéticos intensos como protección frente a la interferencia electromagnética (por ejemplo para marcapasos y otros dispositivos implantados), utilizando señales de advertencias adecuadas.

Art. 24.- Las autoridades deben designar específicamente una persona responsable de la seguridad de los trabajadores y del público en cada lugar de trabajo con altos potenciales de exposición.

Art. 25.- Establecer que toda persona que utilice marcapasos cardíacos u otro dispositivo médico similar no debe estar expuesto a campos eléctricos o magnéticos superiores a 1/10 de los límites establecidos en las tablas 6.1 y 6.2, debido a la presencia de los campos magnéticos variables lo cual puede producir un funcionamiento errático del corazón

Art. 26.- Los hospitales no deben estar ubicados en las cercanías de lugares plasmados con cables de alimentación eléctrica (60Hz) y de alto voltaje debido a que no se recomienda vivir o dormir cerca de estos lugares. Así se protegería a los pacientes internados, familiares de estos y a todo el personal

6. Conclusiones

1. En el presente trabajo se puede comprobar, en base a estudios realizados, que es de suma importancia el control y regulación de las emisiones de radiación no ionizante, en zonas críticas como hospitales; en especial, en el área de cuidados intensivos por el delicado tratamiento de pacientes con el uso de equipos susceptibles a campos electromagnéticos.

2. Hay suficientes evidencias y pruebas para la creación de leyes de control y regulación de emisión de radiación no ionizante basándonos en leyes extranjeras implementadas.

3. Se concluye que existe una confrontación entre, por una parte desarrollo de las telecomunicaciones y tecnología con todo lo que este proceso conlleva, incluida la instalación de un gran número de equipos y

radio-bases celulares; y por otra parte la preocupación existente en la población de que dichos equipos aportan a la modernidad pero podrían estar afectando su salud. Por lo que se debe llegar a acuerdos para que tanto la modernidad como la salud no se vean afectadas.

4. Como conclusión final, se afirma que no debe existir preocupación alguna mientras se respeten los niveles máximos de potencia admitidos por las normas vigentes

7. Referencias

- “Ondas Electromagnéticas y Salud”, Editores: Pablo E. Gil-Loyzaga, Alejandro Úbeda Maeso, Hospital Ramon y Cajal, Madrid, Publicación: 2001
- “Las Radiaciones electromagnéticas no-ionizantes y sus efectos en la salud pública”. Ms. C. Miguel Yapur, 2007
- “Equipos emisores de radiación no ionizante” Universidad Nacional Mayor San Marcos. Perú. Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica. <http://www.mtc.gob.pe/portal/especiales/antenas/normas.html>
- Recomendaciones para limitar campos electromagnéticos. ICNIRP. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>
- Efectos de la radiación electromagnética en la salud. Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile. Proyecto DID SOO-11/2 “Regulación de la Contaminación Electromagnética en Chile”
- “Fuentes de Radiaciones No-Ionizantes”; Riesgos generales; Director BengtKnave.
- El uso del celular y el riesgo de cáncer en sus usuarios; Sección: Vida, Diario El Universo 7 de junio del 2011