

# *Protocolo Docente de Radiofísica Hospitalaria*



**Fecha de Actualización:** Octubre de 2009

**Dr. Rosa Gilarranz Moreno**  
Tutor de Residentes

---

# INDICE

## **1. RECURSOS Y ACTIVIDADES DEL SERVICIO**

---

1.1. Introducción.....	3
1.2. Recursos Humanos.....	4
1.3. Recursos Físicos.....	5
1.4. Recursos Técnicos.....	6
1.5. Actividades de Radiofísica.....	10

## **2. PROGRAMA DE LA ESPECIALIDAD**

---

2.1. Programa de Rotaciones.....	12
2.2. Guardias.....	14
2.3. Rotaciones Externas.....	14
2.4. Rotantes de otros Hospitales.....	14
2.5. Evaluación del Residente.....	15

## **3. ACTIVIDADES DOCENTES**

---

3.1. Sesiones del Servicio.....	16
3.2. Cursos de Formación Común Complementaria para Residentes.....	17
3.3. Congresos, Jornadas y Cursos de la Especialidad.....	18
3.4. Formación en Investigación y Publicaciones.....	19

## **4. MATERIAL DOCENTE**

---

4.1. Libros de la Especialidad.....	22
4.2. Revistas de la Especialidad.....	24
4.3. Bases de Datos y Revistas Electrónicas.....	24

# 1. RECURSOS Y ACTIVIDADES DEL SERVICIO

---

## 1.1. Introducción

El Hospital 12 de Octubre ha contado en su plantilla con dos plazas de físico, adjunto y jefe de sección, desde el año 1975. Estas plazas se crearon a consecuencia de la publicación de la circular 3/73, primer documento que regulaba la protección radiológica en los centros sanitarios dependientes del Instituto Nacional de Previsión. La primera de estas plazas, la de adjunto se cubrió en enero de 1975. Entre sus funciones estaba hacerse cargo del Centro de Lectura Dosimétrica, donde se medían y gestionaban los dosímetros personales de todos los profesionales expuestos a radiaciones ionizantes del hospital y los ambulatorios de Móstoles, Alcorcón, Getafe y Aranjuez, y dentro de Madrid desde Vallecas a la Avda. de Portugal. En el año 1977 se completa la plantilla y se integra como una sección de Física dentro del Servicio de Radioterapia, desarrollando las funciones de Radiofísica en Radioterapia. En el año 1991 se crea el Servicio de Protección Radiológica independiente del Servicio de Oncología Radioterápica permaneciendo en éste una Sección de Física. En el año 1997 y, a consecuencia de la publicación del RD 220/1997 que regula la especialidad de Radiofísica, el Servicio de Protección Radiológica y la Sección de Física de Radioterapia pasan a denominarse Servicio de Radiofísica Hospitalaria y Sección de Radiofísica respectivamente.

La primera promoción de Residentes en Radiofísica data del año 1994, si bien en el año 1978 hubo una convocatoria de Residentes de Programas Especiales dedicada a Facultativos no médicos (Físicos, Químicos, Matemáticos, Farmacéuticos y Sicólogos). En esta convocatoria al Servicio de Radioterapia del HU 12 de Octubre se le adjudicó una plaza de Físico Residente.

Actualmente la plantilla de Radiofísica en el Hospital 12 de Octubre está formada por ocho especialistas radiofísicos, distribuidos entre el Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica y la Sección de Radiofísica del Servicio de Oncología Radioterápica.

El conjunto de la plantilla constituye la Unidad Docente de Radiofísica, de reconocido prestigio dentro de la Especialidad. Actualmente tiene una capacidad docente de 3 residentes: uno por año.

El Servicio de Radiofísica Hospitalaria, previa autorización expresa del CSN, actúa como Servicio de Protección Radiológica para las Instalaciones Radiactivas de nuestro Hospital (Servicio de Medicina Nuclear, Servicio de Oncología Radioterápica y laboratorios de R.I.A. de los Servicios de Bioquímica, Inmunología y del Centro de Investigación) y del Hospital de Fuenlabrada (Servicio de Medicina Nuclear), las instalaciones de rayos x del área 10 (cuyo Hospital de Referencia es el Hospital Universitario de Getafe) y del área 11 (Hospital de Referencia: Hospital 12 de Octubre), el Hospital de Fuenlabrada y el Centro de Especialidades de El Arroyo, lo que supone en la actualidad del orden de 162 equipos de rayos x, en todas sus modalidades.

## 1.2. Recursos Humanos

**Jefe de Servicio:** Dra. María Jesús Manzanas Artigas

**Físicos Adjuntos:** Dr. Eduardo Cabello Murillo  
Dr. Juan Castro Novais  
Dr. Raúl Díaz Fuentes  
Dr. Alejandro Ferrando  
Dra. Rosa Gilarranz Moreno  
Dr. Luis Carlos Martínez Gómez  
Dra. María A. Ruiz López

**Tutor de Residentes:** Dra. Rosa Gilarranz Moreno

**Residentes:** Dr. Francisco Clemente Gutiérrez  
Dr. Miguel Ángel de la Casa de Julián  
Dr. Juan García Ruiz-Zorrilla

**Técnicos Especialistas:** Dña. María José Liébana Espinosa  
Dña. Dolores Lizana Cano  
Dña. María Isabel Parra Cuadrado  
Dña. Cristina López Vicente  
Dña. María Magdalena González Martín  
Dña. María Fe Gabaldón Rosillo

**Personal Administrativo:** Dña. Asunción Mantilla Fernández

### 1.3. Recursos Físicos

La unidad docente se halla ubicada en dos zonas. La primera de ellas, el Servicio de Radiofísica Hospitalaria, se encuentra situada en la planta Sótano 1 del Pabellón de Oncología. Cuenta con un despacho del Jefe de Servicio, una sala de Radiofísicos adjuntos, una sala para residentes, una secretaría, una sala para la medida de dosis de radiación mediante dosimetría por termoluminiscencia y manejo de dosímetros personales, un almacén de equipos de medida, archivo de historiales dosimétricos y de documentación y una sala de reuniones. Todo ello supone una superficie de 114 m<sup>2</sup>.

La Sección de Radiofísica del Servicio de Oncología Radioterápica, se encuentra en el Sótano 2 del mismo edificio y cuenta con un despacho para el Jefe de la Sección, un despacho para los Radiofísicos adjuntos, tres salas para los sistemas de planificación en los que se realiza la dosimetría clínica de los pacientes que se tratan en Radioterapia y una sala dedicada a almacén de instrumentación para medida de las radiaciones ionizantes y sala de reuniones. Ocupa una superficie de 110 m<sup>2</sup>.

## 1.4. Recursos Técnicos

### 1.4.1. Instrumentación de Radiofísica

#### ÁREA DE RADIOTERAPIA

Equipo	Fabricante y modelo	Número
Cámaras de 0.6 cm <sup>3</sup> , planas y de otro tipo	PTW	3
	N.E.	2
Cámaras planas	MARKUS	1
Otras cámaras	PinPoint	1
	NE 0,2 cm <sup>3</sup> .	1
	RK	2
Electrómetros	PTW UNIDOS Y MULTIDOS	2
	NE	1
Cámara de pozo	STANDARD IMAGE HDR-1000	2
Electrómetro para cámara de pozo	STANDARD IMAGE	2
Accesorios para cámara de pozo (Baja y Alta Tasa)	STANDARD IMAGE	5
Fuentes de comprobación	PTW/NE	3
Sistema analizador de haces	SCANDITRONIX RFA-300	1
Sistema analizador de haces	MatriXX de SCANDITRONIX	1
Equipos para dosimetría "in vivo" de estado sólido	PTW Multidos	1
Equipos de dosimetría fotográfica	Película radiocrómica, scanner para placas y programa Omnipro	
Sondas de fotones	PTW	6
Sondas de electrones	PTW	4
Sistemas de comprobación del isocentro radiante y las características geométricas de los haces	GEOCHECK-2	1
Planificadores de Radioterapia externa	Theraplan (nº de puestos de trabajo 3)	1
	Oncentra (nº de puestos de trabajo 7)	1
Planificador para IMRT	Oncentra	1
Planificador para Radiocirugía	Radionics	1
Planificadores de Braquiterapia	Plato Nucletron	1
	Theraplan	1
	Variseed	1

**ÁREA DE RADIODIAGNÓSTICO**

<b>Equipos</b>	<b>Fabricante y modelo</b>
Electrómetros	RADCAL 2025 RADCAL 9015 RTI DOSEGUARD 100 GAMMEX-RMI 840A
Cámaras planas	RADCAL 10X5-60 RADCAL 20X5-60
Cámaras de transmisión	PTW Diamentor RTI tipo 70157 GAMMEX-RMI 814C
Cámaras para radiación dispersa	RADCAL 20X5-1800
Cámaras de mamografía	RADCAL 20X5-6M
Cámaras de TC	RADCAL 20X5 10.3 CT
Cámara cilíndrica	RADCAL 20X5-3
Multímetros	Barracuda RTI-PMX III/CT RTI-PMX III R/M
Maniqués de coincidencia y perpendicularidad	RMI ETR-1
Maniqués de control de calidad del haz	Cabeza RADCAL 20 CT 6 Cabeza y cuerpo CIRS M007
Maniqués de control de calidad de la imagen	Test de Leeds TOR (CDR) para fluoroscopia Test de Leeds TOR (MAX) para mamografía Test calidad de imagen mamografía digital Test calidad de imagen radiografía digital VICTOREEN de angiografía por sust. digital Para evaluación de procedimientos tomográficos Para evaluación de fluoroscopia de bajo contraste Para evaluación del movimiento de rejilla

**ÁREA DE MEDICINA NUCLEAR**

<b>Equipo</b>	<b>Fabricante y modelo</b>
Maniquí de barras	SIEMENS ADAC
Maniquí de resolución temporal	Diseño propio
Maniquí de resolución espacial	Diseño propio
Maniquí de linealidad	Diseño propio
Fuente plana Co57	AEA Technology QSA Inc.
Fuente de Cs-137 para control de activímetros	AMERSHAM
Maniquí de control de calidad en SPECT	JAZACK
Maniquí de inundación	Diseño propio

## EQUIPAMIENTO COMÚN A TODAS LAS ÁREAS

Equipo	Fabricante	Modelo
Detector para vigilancia de radiación	NARDEUX	BABYLINE 81
Detectores para vigilancia de radiación	VICTOREEN	450 P
Detector para vigilancia de contaminación para superficies	BERTHOLD	LB 1210-D
Detector para vigilancia de contaminación para superficies	BERTHOLD	LB-122
Detector para vigilancia de contaminación para superficies	THERMO ELECTRON CORPORATION	MINI 900 RATEMETER
Detector para vigilancia de contaminación para tritio	BERTHOLD	LB 1210 B
Detector para vigilancia de contaminación para suelos	BERTHOLD	LB 1210-B
Detector para vigilancia de neutrones	N.E.	N.M.-2
Lectora de dosímetros de termoluminiscencia	HARSHAW	3500
Horno de regeneración	EMA	
Dosímetros TLD	HARSHAW	Tipo chip y microrod
Sensitómetro	VICTOREEN	07-417
Densitómetros	VICTOREEN X-RITE X-RITE	07-424 331 331X
Barómetros, Termómetros, Higrómetros		

### 1.4.2. Equipamiento en Radioterapia

#### Para radioterapia externa se dispone de:

- Cuatro aceleradores lineales multienergéticos de fotones y electrones (dos de ellos con colimador multiláminas y uno con sistema de imagen portal y modulación de intensidad)
- Una unidad de Cobalto
- Un simulador virtual
- Un simulador convencional
- Un equipo de terapia superficial

#### Para braquiterapia se dispone de:

- Fuentes de Ir-192, I-125, Cs-137, Co-59 y Sr-90
- Aplicadores: ginecológicos de diferentes tipos, esofágicos, oftalmológicos, bronquiales y de próstata
- Tres equipos de carga diferida de baja tasa
- Un equipo de carga diferida de alta tasa
- Equipamiento para tratamientos con semillas de Yodo para Ca. de próstata



### 1.4.3. Equipamiento en Radiodiagnóstico

- Sesenta y cinco equipos radiográficos
- Treinta y dos equipos fluoroscópicos
- Trece telemandos
- Siete angiógrafos
- Ocho mamógrafos
- Diez tomógrafos computerizados
- Treinta y tres equipos dentales (veintiocho intraorales / cinco ortopantomógrafos)
- Dos densitómetros óseos

### 1.4.4. Equipamiento en Medicina Nuclear

- Dos gammacámaras de doble cabezal
- Dos gammacámaras de cabezal simple
- Dos activímetros

## 1.5. Actividades de Radiofísica

- Aceptación, determinación del estado de referencia inicial y programa de control de calidad de:
  - Equipos de medida de la radiación: ionométricos, de estado sólido, por termoluminiscencia y fotográficos
  - Sistemas de planificación y cálculo
  - Equipos de tratamiento y de simulación de radioterapia
  - Fuentes radiactivas para terapia
  - Equipos de radiodiagnóstico
  - Equipos de medicina nuclear
- Gestión y preparación del material radiactivo

## ÁREA DE RADIOTERAPIA

### Dosimetría clínica en Radioterapia externa

- Planificaciones en tres dimensiones (3D) de tumores de cráneo, del área ORL, mama, pulmón, esófago, digestivos, ginecológicos, próstata, recto, vejiga, sarcomas, etc.
- Planificación de IMRT para tratamientos de modulación de intensidad
- Planificaciones en dos dimensiones (2D) para pacientes paliativos y tumores de piel.
- Planificaciones en Radiocirugía y radioterapia estereotáxica fraccionada.

## Dosimetría clínica en Braquiterapia

- Planificaciones de tratamientos de tumores en cualquier localización con hilos u horquillas de Iridio 192 de baja tasa de dosis, a partir de radiografías ortogonales.
- Planificaciones de tratamientos de tumores ginecológicos con fuentes de Cesio 137 en equipos de carga diferida y también con una única fuente de Iridio 192 de alta tasa de dosis con equipo de carga diferida, a partir de radiografías ortogonales y TAC.
- Planificaciones del tratamiento conservador del cáncer de mama mediante una única fuente de Iridio 192 de alta tasa de dosis con equipo de carga diferida y aplicador MammoSite, con control ecográfico y TAC.
- Planificaciones de tratamientos de tumores esofágicos y bronquiales con una única fuente de Iridio 192 de alta tasa de dosis con equipo de carga diferida, a partir de radiografías ortogonales.
- Planificaciones de tratamientos de tumores de próstata con semillas de Yodo a partir de reconstrucciones con sonda ecográfica.

## ✚ ÁREA DE RADIODIAGNÓSTICO

- Medida de dosis a pacientes

## ✚ ÁREA DE MEDICINA NUCLEAR Y RIA

- Control de pacientes tratados con I-131:
  - Determinación de dosis absorbida en tiroides
  - Medida de la tasa de exposición a diferentes distancias
  - Control de la contaminación diario de las habitaciones de hospitalización
- Dosis a pacientes para exploraciones diagnósticas

## ✚ ÁREA DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

- Gestión del sistema de dosimetría personal del personal profesionalmente expuesto
- Vigilancia radiológica de las zonas de trabajo y lugares accesibles al público de las instalaciones radiactivas y de rayos X
- Gestión de residuos radiactivos
- Diseño de instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico
- Cálculo de blindajes
- Realización de las memorias preceptivas para la autorización y modificación de instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico
- Manual de protección radiológica
- Formación del personal de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico
- Formación en protección radiológica de los médicos residentes e internos de los hospitales "Doce de Octubre", Universitario de Getafe y de Fuenlabrada.
- Asesoramiento en las adquisiciones de material y equipamiento

## 2. PROGRAMA DE LA ESPECIALIDAD

---

### 2.1. Programa de Rotaciones

Radioterapia	18 meses
Radiodiagnóstico	6 meses
Medicina Nuclear	6 meses
Protección Radiológica	6 meses

Las rotaciones se realizan de la siguiente forma:

**R-1** Permanecerá 12 meses en el Área de Radioterapia.

**Objetivos:** Conocer los fundamentos de las medidas de dosis de radiación mediante la ionometría y dosimetría de estado sólido en los haces de radioterapia externa y fuentes de braquiterapia. Conocer los fundamentos y características de los programas de control de calidad en radioterapia externa y braquiterapia y los fundamentos para la realización de la dosimetría clínica 3D y 2D de radioterapia externa y braquiterapia.

**Actividades:** Verificar la trazabilidad de la calibración de los equipos de medida de las radiaciones ionizantes. Realizar medidas diarias, semanales, mensuales y trimestrales correspondientes a los programas de garantía de calidad en radioterapia, y tratamientos de pacientes mediante dosimetría clínica 3D y 2D en radioterapia externa y braquiterapia.

**R-2** Dedicará aproximadamente 4 meses al área de Radiodiagnóstico, 4 meses a la de Medicina Nuclear y 4 meses a Protección Radiológica.

**Objetivos:** Conocer los fundamentos de medida de las radiaciones en las áreas de Radiodiagnóstico, Medicina Nuclear y Protección Radiológica, los fundamentos y características de los programas de control de calidad en Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear, los fundamentos para la evaluación de dosis a pacientes en Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear, y la vigilancia radiológica de las zonas, trabajadores y público. Conocer la legislación en materia de Protección Radiológica.

**Actividades:** Realizar medidas con los equipos de dosimetría de las radiaciones (ionométricos, de termoluminiscencia y fotográficos). Efectuar las pruebas del programa de garantía de calidad en Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear. Evaluar dosis a pacientes en Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear. Realizar medidas de radiación ambiental y contaminación. Participar en la elaboración de la documentación preceptiva de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.

**R-3** Permanecerá 6 meses en el área de Radioterapia, 2 meses en la de Radiodiagnóstico, 2 meses en la de Medicina Nuclear y 2 en Protección Radiológica

**Objetivos:** En radioterapia, ahondar en los conocimientos de su primera rotación y conocer los fundamentos de la Radiocirugía, de la radioterapia estereotáxica fraccionada, del control de calidad de los tratamientos de IMRT, de las planificaciones de IMRT y de la Braquiterapia con semillas y de alta tasa.

En Radiodiagnóstico profundizar en los conocimientos adquiridos en la primera rotación debiendo conocer los fundamentos de la radiología digital e intervencionista.

En Medicina Nuclear aumentar sus conocimientos en el programa de garantía de calidad.

En Protección Radiológica conocer los fundamentos para el diseño de instalaciones y cálculo de blindajes para las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico.

**Actividades:** Realizar dosimetrías clínicas de tratamientos: 3D, braquiterapia de alta y baja tasa, radiocirugía, radioterapia estereotáxica fraccionada, IMRT y semillas de Yodo. Realizar controles de calidad de los tratamientos de IMRT

Realizar medidas del programa de control de calidad de Radioterapia, Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear, y llevar a cabo el diseño de instalaciones con sus correspondientes cálculos de blindajes y los informes anuales de las instalaciones radiactivas

## 2.2. Guardias

**R-1:** **Número:** 2 guardias a la semana hasta las diez de la noche

**Cometido:** Realización del programa de control de calidad en radioterapia externa, planificaciones de braquiterapia de baja tasa de dosis y planificaciones de radioterapia externa 3D.

**R-2:** **Número:** 2 guardias a la semana hasta las diez de la noche

**Cometido:** Realización del programa de control de calidad en medicina nuclear y en radioterapia externa y planificaciones de radioterapia externa 3D.

**R-3:** **Número:** 2 guardias a la semana hasta las diez de la noche

**Cometido:** Realización del programa de control de calidad en radioterapia externa, planificaciones de braquiterapia de baja tasa de dosis, planificaciones de radioterapia externa 3D y realización de planificaciones y puesta en tratamiento en radiocirugía y radioterapia estereotáxica fraccionada. Realización de controles de calidad de los tratamientos de IMRT.

Realización del programa de control de calidad en medicina nuclear.

## 2.3. Rotaciones Externas

Los residentes de tercer año realizan rotaciones por centros externos en los que se realicen técnicas que, por su componente tecnológico de última generación, no se puedan realizar por el momento en nuestro Hospital, como la radioterapia guiada por imagen o la radiocirugía extracraneal. Durante los años 2008-2009 se han realizado 5 Rotaciones Externas en el H.U. de Santiago, el H.U. de Fuenlabrada y el H.U. Madrid Sanchinarro.

## 2.4. Rotantes de otros Hospitales

El Servicio tiene capacidad para admitir rotantes. Durante los años 2008-2009 han rotado cuatro Residentes externos. Los tiempos de rotación oscilan entre tres semanas y dos meses. Sus rotaciones se han centrado en las técnicas avanzadas que se practican en el Hospital

## 2.5. Evaluación del Residente

Mensualmente los residentes entregan al tutor un informe sobre las actividades realizadas durante ese periodo, posteriormente se evalúa por parte de éste si se cumplen los objetivos designados para la rotación que se están realizando. Se registran en un archivo para cada residente con objeto de tener un registro de la actividad total del mismo durante su formación. Después de cada rotación el responsable emite la correspondiente evaluación. En caso de ser favorable, el Residente pasa de año o finaliza su período de formación, según corresponda.

### 2.5.1. Valoración después de cada rotación

La escala de los aspectos a valorar son: 0=Insuficiente, 1=Suficiente, 2=Destacado, 3=Excelente

#### A. Conocimientos y Habilidades

- Nivel de conocimientos teóricos adquiridos
- Nivel de habilidades adquiridas
- Habilidad en el enfoque diagnóstico
- Capacidad para tomar decisiones
- Utilización racional de los recursos

#### B. Actitudes

- Motivación
- Dedicación
- Iniciativa
- Puntualidad / Asistencia
- Nivel de responsabilidad
- Relaciones paciente / familia

- Relaciones con el equipo de trabajo

### **2.5.2. Memoria anual de actividades**

El residente deberá elaborar una memoria anual obligatoria según un modelo estándar proporcionado por la Comisión de Docencia del Hospital, que será firmada por el Tutor, por el Jefe de Servicio, y por el Presidente de la Comisión de Docencia. Al finalizar su periodo de residencia, se entregará al residente todas sus memorias anuales.

## 3. ACTIVIDADES DOCENTES

---

### 3.1. Sesiones del Servicio

- ✚ Las **Sesiones del Servicio de Radiofísica** se celebran semanalmente y en ellas se abordan temas que abarcan todos los aspectos de la especialidad. Consisten en la presentación y discusión de temas relacionados con su desarrollo. Pueden ser bibliográficas, de procedimientos, de desarrollo de líneas de trabajo, etc.

Todo ello permite, por una parte, la formación de los residentes, junto a la adquisición de experiencia en la exposición en público de los temas. Por otra parte, fomenta la actualización de conocimientos y la puesta al día en todos los aspectos de la profesión en los facultativos de plantilla.

Existe un reglamento de funcionamiento, se levantan actas y se lleva un registro de las actas y de las presentaciones realizadas.

- ✚ **Otras Sesiones en las que participan los radiofísicos son:**

- Sesión quincenal del Servicio de Oncología Radioterápica
- Sesión mensual interhospitalaria organizada por la SMRFH

### 3.2. Cursos de Formación Común Complementaria para Residentes

Dada las especiales características de la formación de los radiofísicos residentes asistirán a los cursos que se relacionan a continuación, entre los cursos de formación complementaria que se ofertan en nuestro hospital

- 1. Curso de Protección Radiológica. Obligatorio para los residentes de primer año.** Tiene un total de 6 horas docentes. 1 curso al año.
- 2. Curso de Biblioteca Virtual. Bases de Datos.** Para cualquier promoción de residentes. Cada curso tiene 20 alumnos, y un total de 20 horas docentes. Se imparten 7 cursos al año.

- 3. Metodología de la Investigación Clínica.** Para los residentes de tercer año en adelante. Tiene una capacidad de 30-35 alumnos, y un total de 60 horas docentes. Se imparte 1 curso al año.

### **3.3. Congresos, Jornadas y Cursos de la Especialidad**

- 1.** Curso de Fundamentos de Física Médica que organiza la Sociedad Española de Física Médica para los residentes en Radiofísica. Este curso se tiene que realizar durante la residencia, siendo aconsejable realizarlo en el primer año.

Consta de los siguientes módulos:

- a. Medida de las radiaciones.
- b. Bases físicas, equipos y control de calidad en radiodiagnóstico.
- c. Bases físicas, equipos y control de calidad en radioterapia externa.
- d. Bases físicas, equipos y control de calidad en sistemas de planificación para radioterapia externa.
- e. Bases físicas, equipos y control de calidad en braquiterapia.
- f. Bases físicas, equipos y control de calidad en medicina nuclear.
- g. Protección radiológica.
- h. Radiobiología

### **2. Congresos, Jornadas y Cursos**

- Congresos de la Sociedad Española de Física Médica (SEFM), Sociedad Española de Protección Radiológica (SEPR), International Radiation Protection Association (IRPA), European Society for Therapeutic Radiology Oncology (ESTRO), American Society for Therapeutic Radiology Oncology (ASTRO).
- Jornadas organizadas por el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), SEFM y SEPR, etc
- Cursos que organiza la Comisión de Docencia de la SEFM

### **3. Organización de cursos por el servicio**

Desde el año 1977 se han organizado e impartido 20 cursos de operadores y supervisores de instalaciones radiactivas y de protección radiológica para dirigir u operar equipos de rayos x. También se ha colaborado en 24 cursos impartidos en otros centros (CIEMAT, CSN y otros hospitales). Los residentes radiofísicos participan en estos cursos bien como profesores impartiendo algunas de las clases teóricas que tratan de los fundamentos físicos de las radiaciones, su medida y la interacción con la materia, bien como tutores de clases prácticas.



También se colabora en el Curso Superior de Protección Radiológica para Jefes de Servicio de Protección Radiológica que organiza el CIEMAT.

Se participa en la formación de los médicos internos residentes en radiodiagnóstico impartiendo los temas de protección radiológica y garantía de calidad.

Desde el año 2007 se organizan e imparten los cursos obligatorios de formación en protección radiológica de médicos internos y residentes de los hospitales "Doce de Octubre", Universitario de Getafe y de Fuenlabrada.

### **3.4. Formación en Investigación y Publicaciones**

Participación en publicaciones presentadas por el Servicio a la revista de la SEFM, de la SEPR, y en publicaciones del CSN.

Participación en publicaciones presentadas por el Servicio en los congresos de las sociedades relacionadas con nuestra especialidad (SEFM y SEPR).

Exposición de estos trabajos en el propio Congreso.

## **Líneas de investigación y publicaciones del Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Periodo 2006-2010**

### **1. Medida de dosis impartida al tiroides en pacientes hipertiroides con patología Basedow tratados con yodo 131**

En el año 2004 el Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del HU 12 de Octubre, también Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica del Hospital de Fuenlabrada, ha iniciado una colaboración con la Sección de Medicina Nuclear del Servicio de Diagnóstico por Imagen de dicho hospital para establecer un protocolo de medida de dosis impartida al tiroides de pacientes con patología Basedow tratados con yodo 131. En septiembre del año 2009 se ha comenzado a realizar este protocolo en el Servicio de Medicina Nuclear del H.U.12 de Octubre. En la actualidad son pocos los centros españoles que realizan esta medida de dosis.

### **2. Dosimetría física y control de calidad en tratamientos de intensidad modulada**

Tras la puesta en marcha en el año 2005 del nuevo acelerador Primus, que permite realizar tratamientos de radioterapia externa con modulación de intensidad (IMRT), se ha comenzado una línea de trabajo para definir técnicas que permitan medir con precisión la dosis suministrada en este tipo de tratamientos, mucho más complejos que los realizados hasta ahora. Se han analizado dos tipos de detectores que permiten obtener de forma rápida mapas de dosis en dos dimensiones: placas fotográficas y matrices (arrays) de cámaras de ionización.

Desde el año 2004 se está trabajando con un nuevo modelo de película que no necesita ser revelada, lo cual elimina una de las principales fuentes de incertidumbre en la determinación de la dosis. Se ha realizado un estudio muy amplio de las características de esta película (resolución espacial, precisión, reproducibilidad, linealidad, etc) que ha permitido definir un procedimiento preciso y reproducible para la verificación de los tratamientos de IMRT.

En paralelo al estudio anterior, se ha evaluado el empleo de un detector compuesto por una matriz de 1020 cámaras de ionización, cuya principal ventaja es la rapidez con la que permite obtener mapas de dosis, aunque tiene menor resolución espacial.

A su vez se está desarrollando un procedimiento de calibración y control de calidad para el colimador multiláminas que emplea como detector la matriz de cámaras de ionización mencionada en el párrafo anterior.

### **3. Programa Sentinel**

Desde el año 2007 el Servicio de Radiofísica junto con la Sección de Radiología Vascular e Intervencionista del Servicio de Radiodiagnóstico se ha incorporado al desarrollo del programa europeo Sentinel sobre aspectos de eficacia y seguridad en nuevas técnicas de imagen que emplean nuevos equipos. Para ello se está

desarrollando un nuevo sistema informático para el registro centralizado de datos dosimétricos.

#### **4. Gestión de la calidad**

Durante los años 2005-2006 se ha desarrollado un Sistema de Gestión de la Calidad dentro del Servicio de Radiofísica. Este sistema se mantiene certificado anualmente por AENOR según la norma ISO 9001:2000 desde el año 2006, culminando una línea de investigación previa sobre la medida de la dosis a pacientes en radiodiagnóstico. Durante los próximos años se prevé la ampliación del Sistema de Gestión de la Calidad a otros procesos realizados por el Servicio de Radiofísica.

#### **5. Atenuación de protectores de mama en TC de tórax**

Durante el año 2009 se han realizado medidas de dosis para comprobar la eficiencia de los protectores de bismuto para mamas de distintos espesores, con el objetivo de determinar la atenuación de dichos protectores. Se han utilizado un gran número de dosímetros de termoluminiscencia para conseguir resultados más precisos que en los métodos de medida que se han utilizado en los trabajos de la bibliografía revisada.

#### **6. Medida de la dosis en tratamientos con el aplicador Mammosite**

En el año 2008 se pone en marcha en nuestro hospital una nueva técnica, pionera en España dentro de las aplicaciones de la alta tasa de dosis. La irradiación parcial de la mama con un aplicador tipo Mammosite como alternativa a otros sistemas de braquiterapia intersticial de alta tasa. Se analizan los parámetros dosimétricos más relevantes, comparando los resultados con los obtenidos en otros centros y con los propios de braquiterapia intersticial. La nueva línea de investigación va encaminada al estudio de la dosis en piel en estos tratamientos mediante técnicas de dosimetría *in vivo*.

### **PUBLICACIONES**

1. Irradiación parcial acelerada de la mama con el aplicador de braquiterapia Mammosite™. Primera experiencia en España. F Clemente, J García, MT Murillo, MJ García, R Díaz, LC Martínez, A Ferrando, E Cabello y J Castro. (Revista de Física Médica de la SEFM, ISSN 1576-6632, Vol. 10, Nº2, 2009)
2. Patient doses from fluoroscopically guided cardiac procedures in pediatrics. L. C. Martinez, E. Vano, F. Gutierrez, C. Rodriguez, R. Gilarranz, M.J. Manzanos (Physics in Medicine and Biology 52 4749-4759, 2007)
3. Problemática al establecer el estado de referencia inicial de un colimador multiláminas para modulación de intensidad. E. Cabello Murillo, C. Rodríguez Rodríguez, J. M. Pérez Moreno, J. P. Fernández Letón, A. López Fernández, G. Martín Martín, J. Castro Novais, R. Díaz Fuentes. (Revista de Física Médica de la SEFM, ISSN 1576-6632, Vol. 8, Nº1, 2007)
4. Caracterización de una Array 2D de cámaras de ionización para la verificación de campos de IMRT. G. Martín Martín, R. Díaz Fuentes, P. Fernández Letón, J.M. Pérez Moreno, C. Rodríguez Rodríguez, A. López Fernández, E. Cabello Murillo, J. Castro Novais. (Revista de Física Médica de la SEFM, ISSN 1576-6632, Vol. 7, Nº2, 2006)

5. Análisis sobre la inferencia estadística en la comprobación de la tasa de kerma de referencia en aire de lotes de semillas estériles de  $^{125}\text{I}$  del suministrador Bebig. C. Rodríguez, A. López, P. Fernández, L.C. Martínez, R. Gilarranz, M.J. Manzanas (Revista de Física Médica de la SEFM, ISSN 1576-6632, Vol. 6, Nº2, 2005)
6. Cálculo del número CT de un material a partir de su densidad y composición química. Aplicación en radioterapia. L.C. Martínez, C. Rodríguez, B. Andrade, R. Gilarranz, M.J. Manzanas (Revista de Física Médica de la SEFM, ISSN 1576-6632, Vol. 6, Nº3, 2005)
7. Situación actual de los procedimientos y la tecnología en Radioterapia. Pedro Fernández Letón y Alfonso López Fernández. SEGURIDAD NUCLEAR. Revista del Consejo de Seguridad Nuclear. Año VIII / Nº 30: I Trimestre 2004. ISSN: 1136-7806. Pág. 20.
8. Protección Radiológica en el ámbito sanitario. Pedro Fernández Letón en colaboración con M. Canellas, M.L. España, E. Millan, C. Prieto. Publicado en la revista Radioprotección numero 40, vol XI 2004.
9. Un método para la conversión del número Hounsfield en densidad electrónica y para la obtención de la energía efectiva en los escáneres CT. L.C. Martínez Gómez, C. Rodríguez Rodríguez, C. Muñoz Montplet, A. López Fernández, Revista de FÍSICA MÉDICA, 2002;3(1): 19-25.
10. Irradiación parcial de la mama con el aplicador de braquiterapia Mammosite. (García Ruiz-Zorrilla J, Clemente Hernández F., Cabello Murillo E., Díaz Fuentes R., García Hernández M.J., Rodríguez Rodríguez C, Castro Novais J, Ferrando Sánchez A.) Comunicación Oral para el congreso conjunto de la sociedad española de física médica (SEFM) y de la sociedad española de protección radiológica (SEPR). Alicante 2-5 Junio 2009.
11. Validación para un nuevo algoritmo de planificación para IMRT en Oncentra Masterplan. (A. Ferrando Sánchez, F. Clemente Gutiérrez, J. García Ruiz Zorrilla, E. Cabello Murillo, R. Díaz Fuentes, C. Rodríguez Rodríguez, J. Castro Novais, M.J. García Hernández). Comunicación oral para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.
12. Efectos de perturbación en la medida de una cámara de ionización empleada en la verificación de tratamientos de IMRT. (R. Díaz Fuentes, C. Rodríguez Rodríguez, F. Clemente Gutiérrez, A. Ferrando Sánchez, J. García Ruiz Zorrilla, E. Cabello Murillo). Póster para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.
13. Medida de la emisión de neutrones de un acelerador mediante el empleo de dosímetros de termoluminiscencia. (Martínez L.C., Castro J., García J., Rodríguez C., Gilarranz R., Manzanas M.J.) Póster para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.
14. Presentación y valoración de un algoritmo para la localización automática del isocentro en radiocirugía. (A. Ferrando Sánchez, C. Rodríguez Rodríguez, R. Díaz Fuentes, E. Cabello Murillo, J. Castro Novais, M. Sáez Beltrán, J. García Ruiz Zorrilla, F. Clemente

- Gutiérrez). Póster y resumen para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.
15. Modelo empírico para calibrar y mantener la estabilidad en sistemas de dosimetría fotográfica con películas radiocrómicas. (Rodríguez Rodríguez C, Martínez Gómez LC, García Hernández MJ, Castro Novais J, García Ruiz-Zorrilla J, Ferrando Sánchez A, Clemente Hernández F.) Póster para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.
  16. Aplicación para la gestión y realización de los controles de calidad de radioterapia (J. Castro, C.Rodríguez , L.C.Martínez, A.López , A.Ferrando , J.García, F.Clemente). Póster y resumen para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.
  17. Evaluación de la incertidumbre en la dosis absorbida por el tiroides en pacientes hipertiroideos tratados con I-131. (Martínez L.C., Llorente E., Rodríguez C., Gilarranz R., Manzanos M.J.) Póster para el congreso conjunto de la SEFM y SEPR. Alicante 2-5 Junio 2009.

## 4. MATERIAL DOCENTE DISPONIBLE EN LA BIBLIOTECA

---

En la Biblioteca del Hospital, de momento, sólo está disponible el acceso a los *abstract* de las revistas más importantes de la especialidad, pero el residente para su formación debe utilizar las siguientes fuentes de información:

### 4.1. Libros de la Especialidad

- **An introduction to Radiation Protection.** Alan Martin and Samuel A. Harbison. Chapman and Hall. (ISBN: 2-412-27800-6)
- **Bases physiques de l'imagerie médicale.** A. Desgrez, I. Idy-Perreti. Masson. 1992. (ISBN: 2-225-82624-2)
- **Cristensen's Introduction to the Physics of Diagnostic Radiology.** Curry, Thomas y otros: ed. Lea and Febirger. Philadelphia.
- **Fundamentos de dosimetría teórica y protección radiológica.** Pedro Coll Buti: U.P.C. (Barcelona)
- **Handbook of management of Radiation Protection Programs.** Kenneth L. Miller. CRC Press. (ISBN: 0-8493-3770-4)
- **Imaging Systems for Medical Diagnostics.** E. Krestel. Siemens
- **La détection et la visualisation des rayonnements en médecine nucléaire.** J.P. Morucci, A. Lansart, J.L. Moretti, B. Danet, R. Guiraud, A. Leblanc. Masson. 1982. (ISBN: 2-225-74129-8)
- **Medical Electron Accelerators.** C. J. Karzmark, Craig S. Nunan, Eiji Tanabe. Mc Graw-Hill, Inc., 1993
- **Médecine Nucléaire et Radiobiologie.** Yves Bresson. Hermann Éditeurs des sciences et des arts. (ISBN: 2-7056-6142-7)
- **Physique et Biophysique.** J. Dutreix, A. Desgrez, B. Bok, C. Chevalier. Masson & Cie. c
- **Physics in Nuclear Medicine.** J.A. Sorenson, M.E. Phelps.
- **Quality Control in Diagnostic Imaging.** Joel E. Gray, Norlin T. Winkler, John Stears, Eugene D. Frank. Aspen Publishers Inc., 1983

- **Radiation Dosimetry.** Attix, Roesch y Tochilin Academic Press (Londres)
- **Radiation Protection: a guide for scientists and Physicians.** J. Shapiro. Harvard University Press.
- **Radiation safety in Nuclear Medicine.** Max H. Lombardi. CRC Press (ISBN 0-8493-1897-1)
- **Radiation Therapy Planning.** Gunilla C. Bentel. Mc. Graw-Hill (1995)
- **Radiobiologie et Radioprotection appliquées.** R. Granier y D.J. Gambini. Editions Médicales Internationales. Paris.(ISBN: 2-7430-0161-5)
- **Radiographic Processing and Quality Control.** William E. J McKinney.- J.B. Lippincott Company. Philadelphia. 1988. (ISBN: 0-397-50902-2)
- **Radioiodination: Theory, Practice, and Biomedical Application.** Mrinal K. Dewanje. Kluwer Academic Publishers. 1992. (ISBN: 0-7923-1491-3)
- **Review of Radiologic Physics.** Walter Huda, Richard Slone. Williams and Wilkins, 1995.
- **Techniques for nuclear and particle physics experiments.** W.R.Leo. Springer Verlag
- **Technological Basis of Radiation Therapy.** Seymour H. Levitt, Norah duV. Tapley. Lea & Febiger, 1984
- **The Physics of Radiation Therapy.** Faiz M. Khan
- **The Physics of Radiology.** H.E. Johns y J.R. Cunningham.Ed.A. Thomas. Springfield U.S.A.
- **Thermoluminescent Dosimetry.** J.R. Cameron,N. Suntharalingam, G.N. Kenney. The University of Wisconsin Press. Madison, Milwaukee, and London
- **Publicaciones ICRU** (Internacional Comisión of Radiation Units)
- **Publicaciones NCRP** (Nacional Council of Radiation Protection)
- **Publicaciones ICRP** (Internation Commission on Radiation Protection)
- **Publicaciones IPSM** (The Institute of Physical Sciences in Medicine)
- **Guías IAEA** (Internation Atomic Energy Agency)
- **Guías CSN** (Consejo de Seguridad Nuclear)
- **Guías de Protección Radiológica de la Comisión Europea**

## 4.2. Revistas de la Especialidad

1. Physics in Medicine and Biology
2. Medical Physics
3. British Journal of Radiology
4. Revista de Física Médica
5. Radioprotección

## 4.3. Bases de Datos y Revistas Electrónicas

Disponible el acceso a los *abstract* de las revistas de la especialidad en la Biblioteca.