Gerencia del Área de Salud de Badajoz

Itinerario Formativo de la Especialidad de Radiofísica Hospitalaria

Gerencia de Área de Salud de Badajoz

Hospital Universitario de Badajoz

ÍNDICE

	Página
1. Definición de la Especialidad	3
2. Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria del Hospital Universitario de Badajoz	4
2.1. Descripción	4
2.2. Ubicación	5
2.3. Funciones del Servicio	5
2.4. Recursos materiales	12
2.5. Recursos humanos	17
3. Programa formativo de la Especialidad	18
3.1. Duración y requisitos	18
3.2. Objetivos generales del programa	18
3.3. Programa teórico	19
3.4. Programa práctico	31
3.5. Otras actividades	40
4. Itinerario formativo del residente	41
4.1. Rotaciones	41
4.2. Actividades docentes	43
4.3. Bibliografía recomendada	45
5. Responsabilidad progresiva	48
6. Evaluación	50
6.1. Evaluación continuada	50
6.2. Evaluación anual	50
6.3. Evaluación final	50

1- DEFINICIÓN DE LA ESPECIALIDAD

La especialidad sanitaria de Radiofísica Hospitalaria fue creada por Real Decreto 220/1997 de 14 de febrero. Este Real Decreto supuso el reconocimiento de una profesión que viene desarrollándose en España desde los años sesenta.

El especialista en Radiofísica Hospitalaria tiene a su cargo la dosimetría de pacientes de Radioterapia, la dosimetría y control de calidad de unidades de tratamiento y fuentes de Radioterapia, el control de calidad en Diagnóstico por Imagen (Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear), el control de dosis de pacientes sometidos a pruebas diagnósticas con radiaciones ionizantes y la Protección Radiológica en general dentro del ámbito hospitalario.

El Radiofísico realiza en **Radioterapia** tareas muy ligadas al tratamiento de los pacientes oncológicos. El cálculo de tiempos de tratamiento, el diseño de las técnicas de tratamiento, la determinación de la distribución de la energía impartida en el interior del paciente está bajo su responsabilidad. Debido a ello hay una implicación notable en la calidad y el éxito del tratamiento. Estas determinaciones de la dosis se basan en un conocimiento muy detallado de las características de la radiación que se utilizan, que se obtienen de un trabajo experimental importante sobre los equipos (aceleradores, equipos de cobalto-60) y sobre las fuentes radiactivas (cesio-137, iridio-192, yodo-125 en diversas formas). Estas características deben además ser sometidas a verificaciones constantes para garantizar el estado óptimo de los equipos y fuentes. Todo esto cae bajo la responsabilidad del Radiofísico. Se puede decir que en tanto el oncólogo radioterápico toma la decisión sobre la prescripción del tratamiento, es el radiofísico el que tiene a su cargo la forma de su realización.

En **Diagnóstico por Imagen,** que incluye Radiodiagnóstico y Medicina Nuclear, se precisa de una verificación de parámetros físicos que afectan a la calidad de la imagen; con esta finalidad la labor del Radiofísico está relacionada con el control de calidad de todo el equipamiento y análisis de la calidad técnica de imágenes, de los datos numéricos y de las exploraciones.

El Radiofísico es también el responsable de la **Protección Radiológica** en el hospital, tanto de público como de personal, y se ocupa de estimar y, en la medida de lo posible reducir, la dosis de radiación que se imparte a la población como consecuencia de pruebas diagnósticas. Esto implica el diseño de los blindajes estructurales de las salas donde se instalan equipos emisores de radiación, la gestión de residuos radiactivos y el control de su evacuación, la medida de dosis en diferentes lugares y bajo distintas circunstancias, el control de las dosis personales de los profesionales expuestos y la estimación mediante medidas sobre los propios

pacientes, de la dosis asociada a los diferentes procedimientos diagnósticos y de terapia metabólica.

El hospital es un medio interesante para un físico: hay como hemos visto una serie de cometidos para los que se le necesita, hay muchos otros donde puede desarrollar líneas propias de investigación y, en todos ellos, tiene la oportunidad de trabajar con profesionales de formación muy diferente a la suya. Por otro lado, el trabajo del Radiofísico tiene justificación inmediata en la calidad de la atención a los pacientes, dentro del ámbito de su competencia.

2- SERVICIO DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y RADIOFÍSICA HOSPITALARIA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DE BADAJOZ

2.1- DESCRIPCIÓN

El Servicio de Protección Radiológica y Radiofísica Hospitalaria del Hospital Universitario de Badajoz (en adelante SPRRH-Badajoz) fue creado en el año 1996 aunque ya desde 1993 trabajaban físicos en la asistencia al Servicio de Radioterapia. El Servicio debía cubrir las necesidades originadas tras la autorización por parte del Consejo de Seguridad Nuclear (en adelante CSN) de puesta en marcha de los Servicios de Radioterapia y Medicina Nuclear que se unían a la instalación de Radiodiagnóstico.

Se trata de un Servicio central con una dependencia funcional directa con la Dirección Gerente del Área de Salud de Badajoz. El Área de Salud de Badajoz es una de las ocho áreas sanitarias que componen el Servicio Extremeño de Salud (en adelante SES), se divide en 60 Áreas Básicas de Salud de Atención Primaria. Es el área sanitaria con mayor población de Extremadura con un total de 272.324 habitantes, según los datos del año 2017 del Instituto Nacional de Estadística, y constituye el 40% de la población total de la provincia de Badajoz y el 25% con respecto a Extremadura.

Tras la creación de la especialidad de Radiofísica Hospitalaria, el SPRRH-Badajoz fue autorizado por el CSN en el año 2001 mediante la autorización CS/IEV/MO/01/spr/ba-0001/07. Así mismo, el SPRRH-Badajoz está homologado por el CSN para impartir cursos de instalaciones radiactivas que permiten la obtención de licencia o acreditación concedida por el CSN para operar o supervisar una instalación radiactiva con fines médicos.

2.2- UBICACIÓN

El SPRRH-Badajoz está ubicado en la planta semisótano del Hospital Universitario de Badajoz, entre los Servicios de Radioterapia y Medicina Nuclear, y consta de:

- 1 Despacho de Jefe del Servicio
- 3 Despachos para facultativos especialistas en radiofísica hospitalaria
- 1 Despacho para residentes y/o estudiantes
- 1 Sala técnica y administrativa
- 1 Sala de planificación de tratamientos de radioterapia
- 1 Sala laboratorio
- 1 Almacén de equipos dosimétricos
- 1 Almacén de documentación
- 1 Sala de estar
- 2 Aseos

2.3- FUNCIONES DEL SERVICIO

Las principales funciones del SPRRH-Badajoz son la medida de las radiaciones ionizantes, el control de calidad de equipos e instalaciones que impliquen el uso de estas radiaciones, la gestión de los residuos radiactivos que se generen en dichas instalaciones, y la protección radiológica de las personas afectadas por las mismas: pacientes, trabajadores y público, en el ámbito sanitario del área de salud de Badajoz. Así mismo, participa en el diseño, construcción, modificación o cierre de las instalaciones donde se manipulen fuentes radiactivas, equipos generadores de radiaciones ionizantes o almacene material radiactivo, de forma que se asegure la mayor optimización desde el punto de vista de la protección radiológica.

La asistencia se divide por un lado en dosimetría a pacientes y trabajadores, y por otro al control de las instalaciones médicas del Área de Salud que utilizan radiaciones ionizantes, tal y como se describen en lo Reales Decretos 1841/1997, 1566/1998 y 1976/1999 donde se establecen, respectivamente, los criterios de calidad en medicina nuclear, radioterapia y radiodiagnóstico. A esto se añade la participación activa y constante en la realización de procedimientos y protocolos de funcionamiento de las distintas instalaciones que impliquen la protección radiológica y la dosimetría de la radiación ionizante.

El Área de Salud de Badajoz, tiene autorizada por el CSN las siguientes instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico:

- IRA 584. Instalación Radiactiva Oncología Radioterápica, Hospital Infanta Cristina de Badajoz.
- IRA 1462. Instalación Radiactiva Medicina Nuclear, Hospital Infanta Cristina de Badajoz.
- IR/BA: 1008. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico, Hospital Infanta Cristina de Badajoz.
- IR/BA: 1032. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Hospital Materno Infantil de Badajoz.
- IR/BA: 1118. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Hospital Perpetuo Socorro de Badajoz.
- IR/BA: 1120. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Centro de Salud de Alburquerque (Badajoz).
- IR/BA: 1030. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Centro de Alconchel (Badajoz).
- IR/BA: 1029. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Centro de Salud de Jerez de los Caballeros (Badajoz).
- IR/BA: 1428. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Centro de Salud de Montijo-Puebla de la Calzada (Badajoz).
- IR/BA: 1023. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Centro de Salud de Olivenza (Badajoz).
- IR/BA: 1340. Instalación de Rayos X con fines de diagnóstico médico, Centro de Salud de Víctor Caballero (Santa Marta, Badajoz).

2.3.1- Actividad Asistencial por Servicio

A continuación, se describe la actividad asistencial por Servicio indicándose en cada uno de ellos el número de diagnóstico y/o tratamientos realizados. A los equipos de los Servicios se les realizan los controles periódicos según los procedimientos de calidad del SPRRH-Badajoz que a su vez están basados en los distintos Reales Decretos de calidad de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico y/o protocolos nacionales e internacionales. Esta información se describe en las siguientes tablas donde se añaden las periodicidades de los controles sin considerar los respectivos debidos a averías.

2.3.1.1- Servicio de Radiodiagnóstico

Equipos: Se incluyen en la siguiente tabla los equipos de Radiodiagnóstico disponibles en todas las instalaciones anteriormente descritas:

Equipo	Nº de equipos	Periodicidad controles
RX convencional	17	Anual
Arcos quirúrgicos	13	Anual
Angiógrafos	5	Anual
Equipos dentales	2	Anual
Mamógrafos	2	Anual
Ortopantomógrafos	2	Anual
Portátiles	6	Anual
Tomografía computerizada	4	Anual
Telemandos	3	Anual

Tabla 2.3.1.1.1. Equipos de Radiodiagnóstico y periodicidad de controles en el Área de Salud de Badajoz.

Estudios: Se incluyen en la siguiente tabla los estudios realizados durante el año 2022 según la Memoria de Actividad y Científica del Área de Salud de Badajoz, excluyendo los Centros de Salud.

Equipo	Estudios
Radiología convencional	166062
Mamografías	10140
Ortopantomografías	6305
Radiología intervencionista	1841
Tomografía computerizada	26001
Telemandos	2414
Totales	**212763**

Tabla 2.3.1.1.2. Estudios de Radiodiagnóstico en el Complejo Hospitalario Universitario de Badajoz.

Asistencia:

- Desarrollo y ejecución de programa de control de calidad en los equipos.
- Evaluación dosis a la entrada del paciente con la recopilación de datos en pruebas diagnóstica sobre pacientes estándar en exploraciones simples según se establece en el Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico y en el RD 1976/1999, comparando los resultados con los publicados en el estudio Dose Datamed 2.
- Cálculo de la tasa de rechazo o repetición de imágenes.
- Estimación de dosis fetales en radiodiagnóstico, según procedimiento PR-ED-001 del propio SPRRH-Badajoz.

2.3.1.2- Servicio de Medicina Nuclear

Equipos:

Equipo	Nº de equipos	Periodicidad controles
Gammacámara SPECT • Cardiodedicado C. Cam. (Siemens)	2	Diarios, semanales, mensuales, trimetrales y semestrales
SPECT-TAC (3 unidades) • 870 DR (General Electric)	1	Diarios, semanales, mensuales, trimetrales y semestrales
PET-CT • Discovery MI Gen2.25 (General Electric)	1	Diarios, semanales, mensuales, trimetrales y semestrales
Ciclotrón • Minitrace TM (General Electric)	1	Anual(*)
Sonda Cirugía Radiodirigida	3	Anual
Activímetros	6	Diarios, semanal
Gammacamara Portátil. Horus (Oncovision)	2	Diarios, semanales, mensuales, trimetrales y semestrales

Tabla 2.3.1.2.1. Equipos de Medicina Nuclear y periodicidad de controles en el Área de Salud de Badajoz.

Estudios: Se incluyen en la siguiente tabla los estudios realizados durante el año 2022 según la Memoria de Actividad y Científica del Área de Salud de Badajoz.

Equipo	Estudios
Gammagrafía planar	3477
Gammagrafía SPECT	2233
Densitometrías oseas	3797
Gammagrafía SPECT-TAC	689
Procedimientos PET-TAC	5058
Procedimientos terapéuticos	71
Procedimientos quirúrgicos	166
Pruebas de laboratorio	19
Totales	**15510**

Tabla 2.3.1.2.2. Estudios de Medicina Nuclear en el Complejo Hospitalario Universitario de Badajoz.

Asistencia:

- Desarrollo y ejecución de programa de control de calidad en los equipos.
- Optimización del tratamiento de datos e imágenes.

- Dosimetría a pacientes incluida la asistencia a pacientes en terapia metabólica.
- Estimación de dosis fetal de pacientes embarazadas para Medicina Nuclear.
- Gestión de residuos radiactivos.

2.3.1.3- Servicio de Oncología Radioterápica

Equipos:

Equipo	Nº de equipos	Periodicidad controles
Acelerador lineal multienergético con técnicas especiales • Versa HD (Elekta) con dos energías de fotones con y sin filtro aplanador, Mesa Hexapod y equipo Exatrac (Brainlab) y Aling RT (VisionRT).	3	Diarios, semanales, mensuales, trimestrales y semestrales
Braquiterapia HDR • Microselectron HDR (Elekta).	1	Diarios, semanales, mensuales, trimestrales y semestrales
Simulador TC • Somaton Sensation Open (Siemens).	1	Mensuales, anuales
Sistemas Planificación RT externa • Pinnacle (Philips). • Elements (Brainlab). • PCRT3D (Técnicas Radiofís.). • Monaco (Elekta).	3	Semanales, anuales
Sistema Planificación Braquiterapia • Oncentra (Elekta)	1	Semanales, anuales

Tabla 2.3.1.3.1. Equipos de Radioterapia y periodicidad de controles en el Área de Salud de Badajoz.

Estudios: Se incluyen en la siguiente tabla las dosimetrías clínicas realizadas por el SPRRH-Badajoz durante los últimos años.

Año	Radioterapia Externa	Braquiterapia
2019	1169	120
2020	1146	113
2021	1266	114
2022	1290	111

Tabla 2.3.1.3.2. Dosimetrías clínicas en Radioterapia en el Hospital Universitario de Badajoz.

Asistencia:

- Desarrollo y ejecución de programa de control de calidad en los equipos de terapia y de dosimetría.
- Dosimetría clínica de pacientes de terapia externa y braquiterapia.
- Verificación individualizada de dosimetría clínica con técnicas especiales.
- Participación en puestas de tratamientos de los pacientes y en puesta en marcha de nuevas técnicas de tratamientos.

2.3.1.4- Servicio de Protección Radiológica

Se describe ahora la actividad en lo referido a la Protección Radiológica en el SPRRH-Badajoz, se excluye la asistencia a pacientes introducidas en los apartados anteriores:

1. Evaluación del riesgo radiológico derivados del funcionamiento de las instalaciones radiactivas y de radiodiagnóstico descritas anteriormente, mediante desarrollo de memoria de autorización y dosimetrías de áreas periódicas.
2. Participar y supervisar el diseño, montaje, instalación, operación y clausura de las instalaciones radiactivas.
3. Participar en los trámites asociados a la adquisición de equipos y aparatos radiactivos.
4. Clasificar las zonas de trabajo con riesgo radiológico y llevar a cabo la vigilancia radiológica de las mismas.
5. Clasificar a los trabajadores expuestos y realizar la protección radiológica de los mismos que, por motivos profesionales, estén expuestos a las radiaciones ionizantes.

   5.1. La dosimetría individualizada de los trabajadores expuestos se realiza mediante uso de dosímetros físicos, estimaciones de dosis recibida cuando se realiza un uso incorrecto de estos dosímetros o, cuando el riesgo radiológico sea bajo, a partir de los resultados obtenidos en la vigilancia radiológica que se realizan en los controles de los equipos. Las dosis recibidas por los trabajadores expuestos se registran en historiales individualizados que son actualizad

   5.2. El Área de Salud de Badajoz dispone de tres tipos de dosímetros individuales gestionados por Servicios de Dosimetría autorizados por el

CSN: Centro Nacional de Dosimetría que realiza la lectura de dosímetros de solapa y de muñeca, y el Centro de Dosimetría S.L. que se encargan de los dosímetros de anillo. El SPRRH-Badajoz se encarga de mantener el historial, realizar estimaciones de dosis e informar a los trabajadores en el caso de alcanzar los límites de dosis establecidos o prever la posibilidad de hacerlo. os durante la vida laboral del trabajador expuesto.

5.3. Para la asistencia a trabajadoras en situaciones de embarazo y lactancia, se les entrega el procedimiento propio del Servicio desarrollo siguiendo las indicaciones del CSN donde se les indica las pautas a seguir en su trabajo. A todas las trabajadoras en situación de embarazo se les asigna dosímetro de abdomen y se hace seguimiento mensual de la estimación de dosis al feto

6. Establecer normas de acceso, estancia y salida de zonas radiológicas.
7. Gestión de residuos radiactivos sólidos y líquidos.

7.1. Los residuos sólidos generados en el Área de Salud de Badajoz proceden principalmente de la instalación de Medicina Nuclear y Radiofarmacia del Hospital Infanta Cristina. El SPRRH-Badajoz gestiona los residuos radiactivos sólidos que contienen radionucleidos de periodo corto y baja actividad, de tal forma que el tiempo de almacenamiento no sea superior a dos años (residuos de gestión interna), siendo eliminados como residuos sanitarios no radiactivos cuando las medidas de la tasa de dosis en contacto están por debajo de los valores de exención. Se realizan una retirada aproximada de 250 de residuos sanitarios no radiactivos.

7.2. Los generadores de Mo/Tc utilizados en el Servicio de Medicina Nuclear y Radiofarmacia son almacenados hasta que son retirados por la empresa suministradora. Se realizan aproximadamente una retirada de 130 generadores por año.

7.3. Los residuos líquidos se almacenan en unos depósitos con capacidad de 4000 litros y se someten a un proceso de decaimiento antes de su eliminación, esto ocurre cuando el valor de la dosis eficaz comprometida a la salida del Hospital sea inferíos a la vigésima parte de límite anual de dosis para miembros del público.

7.4. Los residuos se clasifican en los siguientes grupos:

Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Tc-99m	I-123	I-131	Sr-89
	Ga-67	Ra-223	Cr-51
	Tl-201		Sm-153
	In-111		

	Y-90		
	Re-186		

8. Realizar verificación y calibración de equipos de detección y medida.
9. Realizar formación y entrenamiento de personal.
10. Implantar principio de optimización radiológica
11. Realizar controles de calidad en las instalaciones radiactivas.
12. Realizar informes sobre incidentes de contaminación e irradiación accidental de personas y zonas.

2.4- RECURSOS MATERIALES

La dotación de los medios materiales, que a continuación se describen, se divide por los Servicios donde se aplica la asistencia del SPRRH-Badajoz.

2.4.1- Servicio de Radiodiagnóstico

2.4.1.1- Equipamiento de diagnóstico por imagen.

El equipamiento se corresponde con lo descrito en la tabla 2.3.1.1.1. del presente documento.

2.4.1.2.- Equipos de medida y control de la radiación.

- Electrómetros. Conjunto de cámaras para medida del haz directo y dispositivos para el control de los distintos parámetros del haz:
  - Unfors Xi R/F Platinum.
  - Unfors Xi CT Detector
  - Unfors RaySafe X2 R/F Sensor
  - Unfors RaySafe X2 MAM Sensor
- Cámara de ionización para radiación de fuga y dispersa:
  - Innovision 451 P-AE-SI-RYR
  - Berthold LB122 y LB123
- Conjunto de dispositivos o test, para comprobar los distintos parámetros de calidad en equipos de Radiodioagnóstico. Dispositivos de control de calidad de la cadena de imagen
  - 30 cm láminas PMMA
  - Maniquí Pro-Fluo 02-103 para geométricos e imagen escopia y grafía.
  - TOR 18FG
  - TOR MAS

- TOR CDR
- TOR TVF
- Maniquí cabeza y abdomen TC
- Maniquí Catphan 503
- Maniquí mamografía Pro-Digimam

2.4.2- Servicio de Medicina Nuclear.

2.4.2.1- Equipamiento de diagnóstico por imagen.

El equipamiento se corresponde con lo descrito en la tabla 2.3.1.2.1. del presente documento.

2.4.2.2.- Medidores de radiactividad: activímetros, contadores, calibradores de dosis.

- Activímetros:
  - Atomlab 500 s/n 219136001
  - Atomlab 200 s/n 496038
  - Atomlab 300 s/n 4391308
  - Atomlab 300 s/n 4618112

2.4.2.3.- Equipos de verificaciones.

- Conjunto de fuentes de calibración de diferentes isótopos y características para la verificación de equipos y medidores:

Isótopo	n/s	Actividad Calibrac. (MBq)	Fecha Calibrac.	Formato	Uso
Cs-137	182	6.51	5/09/2012	Vial	Calibración activímetro producción radiofármacos PET
Cs-137	182	6.6	28/02/1992	Vial	Calibración activímetro PET
Co-57	182	209.4	18/11/2015	Vial	Calibración activímetro radiofármacos convencionales
Co-57	182	200	10/01/2015	Vial	Calibración activímetro radiofármacos convencionales
Co-57	60536	422	15/06/2014	Plancha	Control calidad Gammacámaras
Co-57	60675	420	16/12/2015	Plancha	Control calidad Gammacámaras

- Conjunto de maniquíes para la realización de los tests de control de calidad:
  - Jaszczak de esferas rellenables
  - Sensibilidad de gammacámaras
  - Uniformidad tomográfica
  - Uniformidad intrínseca inundable
  - Resolución espacial
  - Corrección Well Counter PET
  - Resolución tomográfica
  - Centro de rotación

- Equipamiento para la vigilancia radiológica:

Marca	Modelo	n/s	Ubicación
MINI instrum Morgan	MINI Rad-1000	D0000029	Medicina Nuclear
Inte	Technical Associates SML-2	79168	Medicina Nuclear
Biodex	Technical Associates TBM3	9590	Radiofarmacia
Nucliber	Technical Associates SML-2	109136	Radiofarmacia
Thermo	Minialarm 7-10	292	Radiofarmacia
MINI Instruments	Minialarm 7-10	147-024	Radiofarmacia
TDM	03	103	Radiofarmacia
MINIALARM	7-12 GL	327	Radiofarmacia
MINIALARM	7-12 GL	326	Radiofarmacia
Berthold	LB 134	10-1423	Radiofarmacia
Thermo	MINI900		Radiofarmacia

2.4.3- Servicio de Oncología Radioterápica.

2.4.3.1- Equipos de radioterapia externa de alta energía.

El equipamiento se corresponde con lo descrito en la tabla 2.3.1.3.1. del presente documento.

2.4.3.1- Otros equipos.

El equipamiento se corresponde con lo descrito en la tabla 2.3.1.3.1. del presente documento.

2.4.3.3.- Equipos para medida y control de radiaciones.

- Electrómetros, cámaras de ionización y fuentes de comprobación:
  - Electrómetros:

Marca	Modelo	n/s	
PTW-Freiburg	Unidos E	T10008-80185	
PTW-Freiburg	Multidos	T10004-0771	
PTW-Freiburg	Multidos	T10004-0772	
PTW-Freiburg	Unidos E	T10001-11666	

  - Cámaras:

Tipo	Marca	Modelo	n/s
Ionizacion Farmer	PTW-Freiburg	PTW 30013	0685 0686
Ionización Ross	PTW-Freiburg	PTW 34001	0657 0698
Ionización Semiflex	PTW-Freiburg	PTW 31010	0535 0536
Ionización Semiflex	PTW-Freiburg	PTW 31021	142078
Diodo de fotones	PTW-Freiburg	PTW 60008	0215
Diodo de electrones	PTW-Freiburg	PTW 60012	0073
Ionización PinPoint	PTW-Freiburg	PTW 31022	151930
Ionización Diamante	PTW-Freiburg	PTW 60019	123232
Ionización de Pozo	PTW-Freiburg	T-Ref T34091	160827

  - Fuentes de comprobación:

Isótopo	n/s	Actividad Calibrac. (MBq)	Fecha Calibrac.	Formato	Uso
Sr-90	23261-768	33	01/01/1991	Calibración	Estabilidad cámaras Farmer
Sr-90	8921-1030	33	01/01/1990	Calibración	Estabilidad cámaras Farmer

  - Maniquíes:

Tipo	Marca	Modelo	
Geométrico	CIVCO	Iso-Align	
Geométrico	LAP Laser	Wilke Phantom	
Geométrico	PTW-Freiburg	T40015	
Geométrico	Siemens	Las Vegas	
Geométrico	Brainlab	49598	
Láminas	PTW-Freiburg	RW3	

Cilíndrico	PTW-Freiburg	Octavius 4D	

- Analizadores de haces de radiación:

Tipo	Marca	Modelo	n/s
Matriz detectores	PTW-Ftreiburg	LA48-1D	0475
Matriz detectores	PTW-Ftreiburg	OCTAVIUS 1000 SRS	000277
Matriz detectores	PTW-Ftreiburg	OCTAVIUS 1500 SRS	112189
Matriz detectores	PTW-Ftreiburg	Starcheck T10043	0003003
Matriz detectores	PTW-Ftreiburg	Quickcheck Webline	002464 002376

- Sistemas alternativos a la ionización:
  - Placas radiocrómicas.

- Equipamiento para la vigilancia radiológica:

Marca	Modelo	n/s	Ubicación
Bleeper		14263	Braquiterapia
Bleeper		14264	Braquiterapia
Radiation Alert Inspector		16178	Braquiterapia
BS Electrónica	MR870	413	Braquiterapia
T. Radiofísicas	MR-870 D	590	ALE Primus
BS Electrónica	MR870	331	ALE Primus
Lamse	RM1001B	32192	ALE Versa HD

2.4.4- Servicio de Protección Radiológica.

2.4.4.1- Dosimetría personal.

- Stock de dosímetros disponibles:
  - 25 dosímetros rotatorios de solapa
  - 3 dosímetros rotatorios de muñeca
  - 305 dosímetros de solapa de alta
  - 61 dosímetros de muñeca de alta.
  - 20 dosímetros de área.

2.4.4.2- Dosimetría de área.

- Detectores fijos y portátiles de radiación y contaminación:

Marca	Modelo	n/s	Ubicación
Berthold	LB122	22979	Protección Radiológica
Berthold	LB123	21973	Protección Radiológica
Innovision	451P	33	Protección Radiológica
Rotem	RAM ION DIG 4-0024	2204-006	Almacén Radiofísica
Rotem	RAM ION DIG 4-0042	2202-027	Almacén Radiofísica

- Lugares de almacenamiento y gestión de residuos radiactivos:
  - Almacén temporal situado en el Servicio de Medicina Nuclear.
  - Almacén centralizado con depósitos para residuos líquidos situados en la planta sótano del Hospital Universitario de Badajoz.

2.5- RECURSOS HUMANOS

La estructura actual del Servicio es:

- Personal Facultativo Especialista de Área:
  1. D. Daniel Roberto Domínguez, Jefe del Servicio (experiencia 28 años).
  2. D. Pedro Almendral Manzano (experiencia 18 años).
  3. D. Jesús C. Carbajo Chávez (experiencia 17 años).
  4. D. Pedro J. Mancha Mateos (experiencia 13 años).
  5. D. Juan Miguel Delgado Aparicio (experiencia 8 años).
  6. D. César Rodríguez Alarcón (experiencia 12 años).
  7. D. Diego Carrasco Vázquez (experiencia 6 años)
  8. Dña. María Jesús Macías Castillo.
- Personal Técnico Superior en Radioterapia y Dosimetría, y Técnico Superior en Imagen para el Diagnóstico y Medicina Nuclear:
  1. Dña. Mª Pilar Rodríguez Cano.
  2. Dña. Mónica Baena Porras.
  3. Dña. Cristina Rodríguez Sosa.
  4. D. Rafael Antúnez Horcajo.
  5. D. José Ramón García Durán.
  6. D. Manuel Castillo Rico, Técnico que comparte sus funciones con el Servicio de Radioterapia.
- Personal Administrativo:
  1. Dña. María Eugenia Méndez Blanco

3- PROGRAMA FORMATIVO DE LA ESPECIALIDAD

3.1- DURACIÓN Y REQUISITOS

La duración y requisitos de la especialidad están descritas en el Real Decreto 220/1997, por el que se crea y regula la obtención del título oficial de Especialista en Radiofísica Hospitalaria (en adelante RFH), que establece como:

- Duración: 3 años.
- Requisitos: Licenciatura en Física o en otras disciplinas científicas y tecnológicas oficialmente reconocidas.

3.2- OBJETIVOS GENERALES DEL PROGRAMA

El objetivo principal del programa de formación del especialista en RFH es la de conseguir un aprendizaje de los conocimientos, habilidades y actitudes que capaciten al Residente para realizar con eficacia las funciones propias de la especialidad de Radiofísica Hospitalaria.

Este aprendizaje se realizará mediante el desarrollo de un programa teórico de temas propios de la especialidad y práctico que permiten adquirir las habilidades necesarias en las actividades diarias de la especialidad.

El programa teórico se ajustará al temario que se describe en el siguiente punto y que permitirá abordar cada uno de los aspectos relacionados con la Física de las Radiaciones en el campo sanitario. La de estos conocimientos se hará mediante el uso de bibliografía básica, la asistencia a cursos recomendados por Sociedades Científicas, una acción tutorial y la asistencia a congresos, seminarios, talleres, sesiones científicas, etc., en la propia Área de Salud de Badajoz y en centros/instituciones externas.

El programa práctico se realizará simultáneamente al teórico, bajo la supervisión de especialistas en Radiofísica Hospitalaria y abarcará todos los aspectos de la práctica diaria de esta especialidad de modo que el residente, al terminar su periodo de formación, conozca las bases físicas de las aplicaciones terapéuticas, diagnósticas y de investigación de las radiaciones en el ámbito sanitario, así como los principios de funcionamiento de los equipos utilizados para ello y habrá adquirido la experiencia suficiente para desarrollar sus funciones de forma autónoma.

El aprendizaje teórico-práctico abarcará las siguientes áreas:

- Radioterapia.
- Diagnóstico por imagen
- Protección Radiológica
- Otros usos de las radiaciones

La distribución del tiempo en las áreas será como se indica a continuación, aunque el orden cronológico dependerá de la Unidad Docente:

- Radioterapia: 18 meses
- Diagnóstico por imagen: 9 meses
- Protección Radiológica y otros usos de las radiaciones: 9 meses

3.3- PROGRAMA TEÓRICO

Los programas que a continuación se desarrollan siguen las indicaciones del programa elaborado por la Comisión Nacional de la Especialidad de Radiofísica Hospitalaria y aprobado por la secretaria de Universidades e Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia por Resolución de fecha 25 de abril de 1996.

La formación teórica comprende los siguientes aspectos:

3.3.1- Ampliación de Física de radiaciones.

Su objetivo es conseguir la adquisición de conocimientos de la estructura de la materia, las radiaciones y sus interacciones, desarrollando el siguiente contenido:

- Estructura de la materia
- Radiaciones ionizantes y no-ionizantes
- Radiactividad
- Interacción de la radiación con la materia (fotones y partículas)
- Efectos físicos de la radiación.

3.3.2- Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación.

Pretende la obtención de conocimientos de los fundamentos de la metrología, y la teoría de la medida en general, y los de la dosimetría de las radiaciones en particular. Adquirir los conocimientos necesarios para saber elegir correctamente el instrumento necesario en cada caso e interpretar de forma adecuada los resultados mediante los siguientes contenidos:

- Fundamentos de Metrología.
- Teoría de la medida. Incertidumbres y tolerancias.
- Sistemas de medida. Técnicas e instrumentos.
- Concepto de dosis y kerma.
- Teoría de la cavidad de Bragg-Gray.
- Magnitudes dosimétricas y sus relaciones.
- Bases físicas de los diferentes sistemas de medida de la radiación: calorimetría, dosimetría química, detectores de gas, cámaras de ionización, detectores de centelleo, dosímetros de termoluminiscencia, semiconductores, dosimetría fotográfica, dosímetros portales, dosimetría por gel y otros.
- Sistemas de dosimetría utilizados en la práctica hospitalaria.

3.3.3- Fundamentos de Radiobiología.

La radiobiología es la base fisiológica de muchas de las aplicaciones de la radiación en Medicina, por este motivo es fundamental conseguir los conocimientos sobre los mecanismos de acción de las radiaciones sobre los distintos tejidos y órganos y su respuesta, el efecto diferenciado de las radiaciones sobre los tumores y los tejidos sanos, y los fundamentos del riesgo de las radiaciones sobre los seres vivos. Para ello se desarrolla el siguiente contenido:

- Introducción a la Biología molecular y celular.
- Repuesta de los tejidos a la radiación. Efectos deterministas y estocásticos.
- Daño celular y curvas de supervivencia celular.
- Respuesta macroscópica del tejido a la radiación.
- Respuesta de tumores y tejido normal a la radiación a niveles terapéuticos. Dependencia con el fraccionamiento, la tasa y el volumen.
- Modelos radiobiológicos.
- Dosis de tolerancia y probabilidad de control tumoral. Efectos dosis-volumen. Modelos de probabilidad de control tumoral y de daño al tejido sano.
- Aplicaciones en la práctica clínica.

•Bases biológicas del riesgo radiológico. Carcinogénesis, riesgos genéticos y somáticos para los individuos expuestos a la radiación.
•Efectos de la radiación en el embrión y el feto.

3.3.4- Fundamentos de Anatomía, fisiología humanas y oncología

El desarrollo laboral del RFH gira a especialidades médica que requiere el conocimiento de la terminología médica relacionada con la especialidad e identificar las estructuras anatómicas en las modalidades de imagen que se utilicen, y conocer la justificación de los diferentes procedimientos terapéuticos con radiaciones. El contenido de este punto será:

•Bases de Anatomía.
•Bases de Fisiología. Órganos y sistemas
•Identificación de estructuras anatómicas en la imagen clínica.
•Bases de Oncología: Epidemiología, Etiología.
•Biología del proceso tumoral.
•Clasificación de tumores.
•Formas de tratamiento del cáncer.

3.3.5- Estadística

La estadística en física permite evaluar las incertidumbres y tolerancias asociadas a los procesos de medida y a la aplicación de los tratamientos. Los objetivos entonces son la adquisición de los conocimientos para realizar estas evaluaciones y conocer los fundamentos del tratamiento estadístico de datos y su aplicación a los controles de calidad. Los contenidos son:

•Estadística descriptiva.
•Distribuciones de probabilidad. Parámetros fundamentales.
•Teoría del muestreo. Estimación estadística.
•Teoría estadística de las decisiones.
•Aplicación al cálculo de incertidumbres.
•Teoría de la correlación.
•Diseño de estudios clínicos.

3.3.6- Fundamentos sobre garantía y control de calidad

Sus objetivos: Conocer los fundamentos de la teoría de la calidad y sus aplicaciones a los programas de garantía de calidad de las distintas unidades asistenciales. Conocer los estándares nacionales e internacionales de calidad en el ámbito de la especialidad. Conocer los fundamentos de la teoría del control estadístico de la calidad. Contenidos:

- Definición de calidad, garantía de calidad, control de calidad, estándares de calidad.
- Gestión de calidad.
- Normas nacionales e internacionales de calidad.
- Programas de garantía de calidad.
- Control de calidad.

3.3.7- Fundamentos de la imagen médica

Hoy en día el uso de las imágenes por radiación es fundamental, no sólo para el diagnóstico, también lo es para la terapia con radiaciones. De aquí la importancia de conocer los fundamentos de la formación, manejo y transmisión de la imagen médica. Todo según el siguiente contenido:

- Física de la formación de imágenes.
- Principios básicos de las diferentes modalidades de imagen clínica.
- Tratamiento de imágenes: filtros, algoritmos de reconstrucción, ...
- Evaluación de la calidad de imagen: función de transferencia, ruido, resolución y contraste.
- Sistemas de transmisión de imágenes. Protocolos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine), ...
- Procesado de imágenes médicas.
- Fusión de imágenes.
- Sustracción de imágenes.
- Sistemas de almacenamiento y gestión de imágenes médicas.

3.3.8- Fundamentos de diagnóstico por imagen

El residente adquirirá conocimientos sobre fundamentos de la formación de la imagen diagnóstica, los equipos empleados para tal propósito, y los fundamentos de los distintos procedimientos y técnicas diagnósticas. Para ello se desarrolla el siguiente contenido.

3.3.8.1- Radiodiagnóstico

•Fundamentos:

- Producción de rayos X. Espectro energético. Parámetros que lo modifican.
- Formación de la imagen de rayos X. Contraste. Artefactos.
- Colimación. Radiación dispersa. Rejillas.
- Geometría de la imagen radiográfica. Amplificación. Distorsión.

•Equipos:

- Tubos y generadores de rayos X. Propiedades.
- Placa radiográfica. Características de la películaradiográfica. Pantallas de refuerzo. Procesadoras. Negatoscopios.
- Intensificadores de imagen.
- Sistemas receptores de imagen digital: CR, flat panel, etc.
- Características de los equipos de radiodiagnóstico:
  - Radiográficos.
  - Tomógrafos convencionales.
  - Mamógrafos.
  - Equipos dentales.
  - Telemandos.
  - Arcos de quirófano.
  - Equipos vasculares y de hemodinámica.
  - Tomografos computarizados (TC).

•Principales procedimientos:

- Estudios simples. Proyecciones más frecuentes.
- Estudios complejos. Urografías. Estudios digestivos.
- Estudios de mamografía.
- Radiografía dental.
- Procedimientos intervencionistas: vasculares y de hemodinámica.
- Estudios de TC.

•Dosimetría física:

- Rendimiento.
- Sistemas de medida: cámaras de ionización, detectores de semiconductor, dosímetros de termoluminiscencia, películas radiográficas.
- Filtración total.
- Calidad del haz.
- Equipos para la medida de la tensión, la corriente y el tiempo. Analizadores compactos.

•Garantía y control de calidad:

- Selección de equipos
- Definición de especificaciones
- Comparación de características
- Pruebas de aceptación, del establecimiento del estado de referencia inicial y de constancia del equipamiento. Parámetros geométricos, dosimétricos y de calidad de imagen.
- Diseño y realización de programas de garantía de calidad en radiodiagnóstico. Normas y recomendaciones de calidad nacionales e internacionales.
- Control de calidad de la instrumentación de medida: calibración e intercomparación.

•Dosimetría de pacientes:

- Indicadores de dosis. Dosis en la superficie de entrada. Producto dosis-área. Producto dosis-longitud. Niveles de referencia.
- Estimación de dosis en órganos de pacientes. Métodos y programas de cálculo.
- Dosimetría en procedimientos de alta dosis. Dosis de interés.

3.3.8.2- Medicina Nuclear

•Fundamentos:

- Radioisótopos empleados. Características de los radionucleidos
- Obtención de los radionucleidos.
- Radiofármacos.
- Captación de los radiofármacos por el organismo. Período biológico efectivo.
- Estudios morfológicos y funcionales

- Exploraciones gammagráficas más frecuentes y radiofármacos usados.
- Principios físicos de la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT).
- Principios físicos de la Tomografía por emisión de positrones (PET).
- Estadística. Errores de contaje.

•Equipos:

- Activímetros.
- Gammacámaras: planares, Sistemas SPECT y PET.
- Ciclotrón.
- Contadores gamma.
- Contadores beta.
- Sondas para ganglio centinela.
- Programas de análisis de imagen y funciones.

•Garantía y control de calidad:

- Selección de equipos.
- Definición de especificaciones.
- Comparación de características.
- Pruebas de aceptación, del establecimiento del estado de referencia inicial y de constancia del equipamiento.
- Control de calidad de la instrumentación de medida.
- Garantía de calidad del equipamiento y de la imagen. Control de calidad periódico.
- Normas y recomendaciones de calidad en MN nacionales e internacionales.

•Dosimetría de pacientes:

- Dosimetría interna. Métodos de cálculo. Modelos estándar de distribución de radiofármacos.
- Dosimetría clínica y dosis típicas en los procedimientos estándar de diagnóstico. Actividades de referencia.

3.3.9- Fundamentos de terapia de radiaciones

Durante la residencia se adquirirá conocimientos sobre los fundamentos científicos de las aplicaciones terapéuticas de las radiaciones producidas por equipos generadores de RX, aceleradores de partículas y fuentes radiactivas encapsuladas y no encapsuladas. Además del conocimiento del equipamiento asociado. El contenido en terapia de radiaciones es:

3.3.9.1- Radioterapia externa

•Equipos de tratamiento e imagen:

- Unidades de Rayos X de kilovoltaje.
- Unidades de Cobalto.
- Aceleradores lineales de electrones.
- Sistemas de imagen en unidades de tratamiento.
- Simuladores: convencionales, de TC, virtuales.
- Sistemas de imagen para localización.

•Dosimetría física:

- Caracterización y estudio de haces de radiación.
- Definición de condiciones de referencia y terminología.
- Determinación de la dosis en haces de fotones y electrones según los diferentes protocolos existentes.
- Especificación de la dosis de referencia en la práctica clínica.
- Variación de la dosis a lo largo del eje del haz: Rendimiento en profundidad.
- Variación de la dosis perpendicularmente al eje del haz: Perfiles. Penumbra, planitud, simetría.
- Factores de campo. Contribución de la radiación dispersa del cabezal y del maniquí.
- Parámetros de caracterización de haces de fotones y electrones.
- Distribuciones de dosis 3D.
- Efecto de los modificadores del haz (cuñas, compensadores, etc.).

•Adquisición de datos del paciente:

- Métodos de adquisición y transferencia de datos para los sistemas de planificación. Requerimientos de cada sistema.
- Técnicas de simulación.
- Posicionamiento del paciente.

- Sistemas de inmovilización.
- Adquisición de imágenes (sistemas radiográficos, TC, RM, PET).
- Contornos. Sistemas de adquisición.
- Control de calidad del proceso de obtención de imágenes.
- Localización de volúmenes y órganos críticos.
- Fusión de imágenes para localización tumoral.

•Sistemas de planificación y cálculo de dosis:

- Especificación de dosis y volúmenes. Recomendaciones de la Comisión Internacional de Unidades Radiológicas (ICRU).
- Parámetros y funciones que intervienen en el cálculo de la dosis.
- Principios de la planificación manual y con ordenador.
- Cálculo de Unidades Monitor.
- Sistemas de planificación computarizados.
- Algoritmos de cálculo (1D, 2D, 3D).
- Comisionado Sistemas de planificación.
- Herramientas en la planificación 3D: BEV, DRR, HDV.
- Optimización y evaluación de la planificación.
- Verificación de cálculos dosimétricos.
- Transmisión de imágenes y datos.
- Registro y archivo. Recomendaciones internacionales.

•Técnicas de radioterapia externa:

- Técnicas convencionales:
  - Campos regulares e irregulares.
  - Modificadores del haz: Cuñas, bolus, compensadores.
  - Colimación del haz: bloques, multiláminas.
  - Efectos de la oblicuidad, contigüidad y superposición de campos.
  - Efectos de la heterogeneidad.
  - Conceptos de normalización y ponderación de los haces.
  - Campos fijos y terapia de movimiento.

- Técnicas avanzadas:
  - 3D conformada.
  - No coplanares.
  - Radioterapia de Intensidad Modulada.

- Técnicas especiales:

    - ~ Campos extensos: irradiaciones totales corporales
    - ~ con fotones y electrones.
    - ~ Haces estrechos: radiocirugía y radioterapia estereotáxica fraccionada.
    - ~ Radioterapia intraoperatoria.
    - ~ Tratamientos con haces de partículas pesadas.

  - Verificación de tratamientos:
    - ~ Verificación inicial del posicionamiento del paciente y de la planificación del tratamiento en el simulador o en la unidad de tratamiento.
    - ~ Comprobación con imágenes portales.
    - ~ Precisión geométrica, reproducibilidad y métodos de verificación.
    - ~ Dosimetría in vivo.
    - ~ Sistemas de registro y verificación.

• Garantía y control de calidad:
  - Selección de equipos: Definición de especificaciones técnicas, comprobación de características, participación en proceso de adquisición, pruebas de aceptación y establecimientos de referencias y constancia de equipo.
  - Control de calidad: Instrumentación y equipos de medida, unidades de tratamiento, sistemas de planificación, simuladores.
  - Revisiones periódicas de cálculos y parámetros de tratamiento.
  - Revisiones de las fichas individuales de tratamiento.
  - Diseño y realización de programas de garantía de calidad en los aspectos asociados al equipamiento y la dosimetría.
  - Normas y recomendaciones de calidad nacionales e internacionales en radioterapia externa.

3.3.9.2- Braquiterapia

•Equipos:
  - Tipos de radionucleidos.

- Fuentes radiactivas encapsuladas: características selección y diseño de fuentes.
- Aplicadores.
- Sistemas de carga diferida de tasa de dosis baja, alta y pulsada (LDR, HDR, PDR).
- Equipos de calibración de fuentes.
- Sistemas de imagen para braquiterapia.

•Especificaciones de fuentes:

- Caracterización de la emisión de las fuentes. Actividad. Tasa de kerma en aire de referencia.
- Definición del rendimiento de las fuentes. Protocolos nacionales e internacionales.
- Métodos de dosimetría.

•Técnicas de tratamiento:

- Selección y preparación de fuentes.
- Procedimientos de trabajo.
- Aplicaciones de carga directa.
- Aplicaciones de carga diferida (manual y automática).
- Implantes permanentes y temporales.
- Aplicaciones estándar: implantes de baja tasa de dosis. Sistemas de implantación y de cálculo de dosis clásicos: sistema de París y de Manchester.
- Extensión a otros tipos de implantes: HDR, PDR.
- Técnicas especiales:
  - Implantes permanentes de semillas.
  - Implantes oftálmicos.
  - Implantes estereotáxicos.

•Planificación de tratamientos y cálculo de dosis:

- Formalismos generales.
- Estructura general de los sistemas de planificación. Datos necesarios para la configuración de los sistemas de planificación.
- Sistemas de toma de datos. Localización de fuentes.
- Algoritmos de reconstrucción.

- Algoritmos de cálculo.
- Optimización y evaluación de la planificación.
- Especificación de dosis y volúmenes de acuerdo con protocolos internacionales. Sistemas de cálculo de dosis clásicos: sistema de París y de Manchester.

• Garantía y control de calidad:
- Selección de equipos: Definición de especificaciones técnicas, comprobación de características, participación en proceso de adquisición, pruebas de aceptación y establecimientos de referencias y constancia de equipo.
- Control de calidad: Instrumentación y equipos de medida, fuentes, aplicadores, unidades de tratamiento, sistema de planificación y cálculo, accesorios utilizadores en reconstrucción espacial de implantes y sistemas de imagen.
- Diseño y realización de programas de garantía de calidad en los aspectos asociados al equipamiento y la dosimetría.
- Normas y recomendaciones de calidad nacionales e internacionales en radioterapia externa.

3.3.9.3- Terapia con fuentes no encapsuladas

- Procedimientos de terapia.
- Elección del radionúclido y el radiofármaco. Propiedades físicas, cinética y distribución.
- Consideraciones radiobiológicas.
- Técnicas dosimétricas.
- Procedimientos generales en el manejo de esta clase de fuentes.

3.3.10- Fundamentos de protección radiológica

Además de las bases científicas de la Protección Radiológica, el Residente aprenderá la aplicación de las normas legales y recomendaciones, tanto locales como nacionales e internacionales, en materia de Protección y Seguridades Radiológica, según el siguiente contenido:

- Bases científicas de la Protección Radiológica.
- Magnitudes y unidades en Protección Radiológica.
- Sistema de protección radiológica de la ICRP.

- Evaluación del riesgo radiológico.
- Vigilancia de la radiación: Clasificación de áreas y de personal.
- Administración y organización de la Protección Radiológica.
- Organizaciones y normas nacionales e internacionales.
- Legislación nacional e internacional.
- Diseño de instalaciones. Cálculo de blindajes.
- Gestión de la seguridad radiológica.
- Planes de emergencia.
- Manipulación del material radiactivo. Transporte.
- Estudio y valoración de contaminaciones.
- Gestión de residuos.
- Control de calidad del equipamiento de medida de la radiación ambiental y contaminación radiactiva.
- Procedimientos operativos de cada una de las áreas de trabajo según el tipo de fuentes y equipos empleados.

3.4- PROGRAMA PRÁCTICO

Durante la residencia, la formación práctica se hará de forma gradual, incorporándose el residente al trabajo asistencial, bajo la supervisión de su tutor y tutela de la unidad docente y unidades colaboradoras, con el objetivo de conseguir la adquisición de competencia y responsabilidad progresiva. Finalmente, el residente debe estar capacitado para ejercer la profesión de RFH en todas y cada una de las áreas de su competencia.

3.4.1- Área de conocimientos básicos

3.4.1.1- Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación.

- Usar diferentes sistemas de medida para comprender el alcance, limitaciones, cuidados en la utilización y problemas que puedan surgir en su manejo.
- Comparar y justificar el uso de diferentes sistemas de detección de radiaciones.
- Analizar y justificar el uso de distintos dosímetros en situaciones clínicas diversas.
- Evaluar las incertidumbres y tolerancias en las medidas de dosis.
- Diseñar procedimientos para calibración o comparación de detectores que satisfagan unas condiciones previas sobre la incertidumbre del resultado.

3.4.1.2- Radiobiología clínica.

- Utilizar los distintos modelos radiobiológicos y averiguar cuáles son los modelos disponibles en los sistemas de planificación de la institución.
- Averiguar cuáles son los modelos que se usan en situaciones clínicas habituales.
- Investigar los parámetros clínicos usados en los modelos disponibles.
- Calcular ejemplos prácticos de situaciones que se presentan en la práctica clínica habitual.

3.4.1.3- Imagen.

- Analizar y comparar imágenes anatómicas obtenidas con los distintos sistemas disponibles en el hospital.
- Analizar los métodos disponibles para valorar la calidad de imagen en cada una de las distintas modalidades disponibles en el hospital.
- Identificar artefactos de imagen en cada una de las modalidades y analizar las posibles causas.
- Investigar los agentes de contraste para cada modalidad de imagen.
- Identificar los sistemas de transferencia de imágenes disponibles en el hospital.

3.4.1.4- Estadística.

- Considerar los datos obtenidos en las medidas y en los controles de calidad como una muestra de una distribución. Interpretar estadísticamente los resultados. Analizar tendencias temporales y correlaciones entre variables.
- Estimar las incertidumbres asociadas en cada proceso de medida, mediante la teoría de propagación de incertidumbres y según el procedimiento empleado.
- Optimizar procedimientos de medida mediante el análisis de las incertidumbres implicadas.

3.4.1.5- Garantía y control de calidad.

- Identificar y analizar los distintos programas de garantía de calidad de la institución, generales y específicos.
- Observar y participar en la elaboración de programas de garantía de calidad de acuerdo con las recomendaciones nacionales e internacionales.

3.4.2- Área de diagnóstico por la imagen.

3.4.2.1- Radiodiagnóstico.

• Equipos:

- Observar y valorar el mantenimiento preventivo de los equipos e identificar sus componentes con el Ingeniero del Sistema durante las intervenciones de mantenimiento preventivo
- Manejar los distintos tipos de equipos y sistemas receptores de imagen: convencionales, telemandos, mamógrafos, dentales, arcos de quirófano, vasculares, TC, …
- Analizar y comentar criterios de selección de equipos y sistemas de medida.

• Dosimetría física:

- Manejar los distintos tipos de detectores que se emplean en la dosimetría para radiodiagnóstico: cámaras de ionización, diodos, dosímetros de termoluminiscencia, películas radiográficas.
- Realizar comprobaciones de constancia de detectores mediante su intercomparación.
- Traspasar factores de calibración de los detectores de referencia a otros.

• Garantía y control de calidad:

- Manejar la instrumentación necesaria para la realización de los controles de calidad de los equipos para radiodiagnóstico: multímetros, maniquíes de control de calidad de la geometría del haz, maniquíes de control de calidad de imagen.
- Diseñar maniquíes sencillos que se adapten a las necesidades particulares para la realización de los controles.
- Realizar las pruebas de control de calidad de los diferentes tipos de equipos y sistemas receptores de imagen, de acuerdo con protocolos nacionales e internacionales. Deberán incluir equipos convencionales, telemandos, mamógrafos, dentales, arcos de quirófano, vasculares, TAC, …
- Investigar y comentar posibles mejoras en las técnicas de Imagen.
- Elaborar los informes correspondientes sobre el estado de los Equipos.

• Dosimetría de pacientes:

- Medir niveles de referencia en las distintas salas con el indicador de dosis adecuado para cada caso (DES, DosisÁrea, Dosis-Longitud, …) como parámetro de control de calidad del procedimiento global. Analizar los resultados estadísticamente para la toma de decisiones.
- Estimar dosis en órganos empleando los métodos y programas adecuados (EffDose, CTDose, ImpaCT,…).
- Medir de forma individualizada la dosis de interés en cada caso en pacientes sometidos a procedimientos de alta dosis.

3.4.2.2- Medicina nuclear.

• Equipos:

- Observar y valorar el mantenimiento preventivo de los equipos e identificar sus componentes con el Ingeniero del Sistema durante las intervenciones de mantenimiento preventivo.
- Manejar los equipos de diagnóstico y la instrumentación auxiliar empleados en Medicina Nuclear: activímetros, gammacámaras planares, SPECT y PET, programas de procesado y tratamiento de imágenes y datos …
- Analizar y comentar criterios de selección de equipos y sistemas de medida.

• Garantía y control de calidad:

- Manejar el material empleado para las medidas de control de calidad de la instrumentación: para activímetros (fuentes de estabilidad y dispositivos para pruebas geométricas), para gammacámaras planares, SPECT y PET (maniquíes de resolución temporal y espacial, de uniformidad planar y tomográfica, fuentes para estabilidad …)
- Diseñar maniquíes sencillos que se adapten a las necesidades particulares para la realización de los controles.
- Realizar las pruebas de control de calidad de los diferentes tipos de equipos (activímetros, gammacámaras planares, SPECT, PET, sondas intraoperatorias …) de acuerdo con protocolos nacionales e internacionales.
- Elaborar los informes correspondientes sobre el estado de los equipos.
- Investigar y comentar posibles mejoras en las técnicas de imagen.

• Dosimetría de pacientes:
  - Manejar los procedimientos destinados a la estimación de la dosis en órganos de pacientes sometidos a procedimientos diagnósticos en aquellos casos en que se precise, empleando los formalismos y modelos más conocidos (ICRP, MIRD).

3.4.3- Área de terapia con radiaciones.

3.4.3.1- Radioterapia externa.

• Equipos de tratamiento e imagen:
  - Identificar los distintos componentes de los equipos de tratamiento e imagen con el ingeniero durante las intervenciones preventivas.
  - Manejar los equipos de tratamiento e imagen.
  - Participar en la selección de técnicas para la obtención de imágenes mediante TC, angiografías, US, RM, SPECT, etc., que se utilizan en terapia.
  - Verificar la transferencia de imágenes y otros datos mediante la red desde los sistemas de planificación a los aceleradores y entre aceleradores, y realizar un apropiado control de calidad del sistema de transferencia.

• Dosimetría física de haces de tratamientos convencionales:
  - Aplicar protocolos de dosimetría incluyendo el de uso general a nivel nacional.
  - Practicar con el material de medida utilizado para calibraciones: cámaras de ionización, diodos, …
  - Realizar pruebas de constancia y de estabilidad de las cámaras de ionización
  - Realizar medidas de intercomparación de cámaras para la determinación del factor de calibración según el protocolo empleado en la institución. Obtener los parámetros de corrección.
  - Realizar medidas con diferentes equipamientos (cámaras, diodos, películas, TLD,...) de:
    ~ Dosis absolutas de fotones y electrones según el protocolo empleado en el hospital

    - Dosis relativas de fotones y electrones.
  - Realizar medidas de los parámetros geométricos.
  - Realizar el informe del estado de referencia de una unidad de tratamiento de teleterapia.
  - Realizar las medidas adicionales necesarias para configurar una unidad de tratamiento en el planificador.

• Adquisición de datos de pacientes:
  - Especificar y justificar los criterios para seleccionar sistemas de imagen en Radioterapia.
  - Participar en el uso de los sistemas de imagen utilizados para localización y diseño del tratamiento en la práctica clínica.
  - Preparar o verificar contornos y otros datos de pacientes para la planificación de tratamientos.
  - Comprender el proceso de definición de volúmenes anatómicos: CTV, PTV, etc.
  - Evaluar incertidumbres en los datos de los pacientes.

• Sistema de planificación y cálculo de tratamientos. Dosimetría clínica:
  - Introducir los datos necesarios para la configuración de una unidad de tratamiento.
  - Verificar la coincidencia de los datos del planificador con los medidos.
  - Verificar el proceso de transferencia de imágenes a sistemas de planificación de tratamientos.
  - Analizar los algoritmos utilizados localmente para el cálculo de dosis en fotones y electrones.
  - Analizar y valorar los métodos utilizados para tener en cuenta heterogeneidades y defecto de tejido en irradiación con fotones.
  - Verificar los algoritmos de planificación.
  - Realizar cálculos manuales de tiempos de tratamiento o unidades monitor para haces de fotones y electrones con distintas energías, para una amplia variedad de situaciones clínicas.
  - Manejar el sistema de planificación con todas las herramientas disponibles.
  - Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) viendo efectos de oblicuidad y heterogeneidad.

- Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) usando imágenes de localización para un conjunto representativo de localizaciones tumorales, usando apropiados modificadores del haz como cuñas, bloques, multiláminas, compensadores o bolus.
- Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) con haces contiguos o superpuestos.
- Realizar planificaciones 3D de todas las patologías.
- Realizar planificaciones IMRT.
- Realizar planificaciones de radiocirugía y de radioterapia estereotáxica fraccionada.
- Valorar y optimizar las planificaciones con las herramientas disponibles en el sistema (histogramas dosis-volumen, visualización 3D, NTCP, …)
- Realizar un tratamiento de irradiación corporal total y superficial.
- Realizar los informes dosimétricos correspondientes a estas planificaciones.
- Verificar los cálculos individuales de pacientes en planes de tratamiento, usando un programa independiente de cálculo de unidades monitor.

• Puesta en práctica de la planificación y verificación de tratamientos:
- Introducir los parámetros físicos de la planificación en la ficha de tratamiento.
- Transferir los parámetros de la planificación a red de gestión de Radioterapia y al acelerador.
- Observar y analizar las verificaciones de las planificaciones en el simulador o en la unidad de tratamiento antes del tratamiento.
- Observar y analizar la aplicación del tratamiento en la unidad.
- Evaluar discrepancias entre imágenes portales y las imágenes de verificación hechas en el simulador o planificación.

• Garantía y control de calidad:
- Analizar y comentar el programa de Garantía de Calidad en Radioterapia del hospital.
- Participar en la aceptación de unidades de tratamiento o cualquier otro equipamiento, cuando sea posible.
- Realizar el control de calidad periódico del equipamiento y realizar los informes correspondientes:
  - Instrumentación y equipos de medida.
  - Unidades de tratamiento.

  - ~ Sistemas de planificación.
- Discutir cómo el control de calidad reduce el riesgo de un accidente en Radioterapia.
- Conocer, evaluar y discutir accidentes producidos.

3.4.3.2- Braquiterapia.

• Equipos:
- Justificar la elección de fuentes en Braquiterapia y las razones para su uso en una situación clínica particular.
- Manejar las fuentes radiactivas y sus accesorios.
- Asistir a la preparación de las fuentes para uso clínico.
- Observar y valorar el mantenimiento preventivo de los distintos equipos de carga diferida automática.
- Identificar los distintos componentes de los equipos de carga diferida automática con el Ingeniero del Sistema durante las intervenciones de mantenimiento preventivo.
- Manejar los equipos de carga diferida.

• Determinar la tasa de kerma en aire de las fuentes en uso en el hospital, usando el equipamiento disponible.

• Observar y participar en el proceso clínico completo (localización en el simulador, planificación del tratamiento y aplicación del tratamiento) de todas las modalidades disponibles en el hospital (carga directa y carga diferida manual y automática).

• Panificación del tratamiento y cálculo de dosis.
- Investigar los tipos de algoritmos usados localmente para el cálculo de dosis. Comprobar el algoritmo y ver limitaciones.
- Calcular tiempos de tratamiento usando métodos manuales.
- Realizar distribuciones de dosis de braquiterapia usando sistemas computarizados.
- Investigar los métodos de especificación de dosis en las aplicaciones intersticiales e intracavitarias empleados en el hospital. Contrastar con las recomendaciones internacionales.

• Garantía y control de calidad.

- Analizar y comentar el programa de Garantía de Calidad en Radioterapia de la Institución, en los aspectos relativos al equipamiento de Braquiterapia.
- Realizar el control de calidad periódico del equipamiento de Braquiterapia.
- Realizar los informes correspondientes.

3.4.3.3- Tratamientos con fuentes no encapsuladas.

- Discutir las características de las fuentes y las razones para su elección en una situación clínica práctica.
- Observar el proceso clínico de administrar este tipo de radionúclidos a pacientes y el subsecuente control de estos.
- Manejar el material empleado en la toma de datos para la medida de dosis en órganos: activímetros, cámaras de ionización, gammacámaras,…
- Calibrar la instrumentación empleada para la toma de datos mediante maniquíes apropiados en cada caso.
- Emplear los formalismos existentes para la adquisición de datos y el cálculo de dosis en órganos (MIRD).
- Elaborar procedimientos de protección radiológica y garantía de calidad para la realización de estos tratamientos.

3.4.4- Área de protección radiológica.

- Diseñar instalaciones y calcular blindajes.
- Realizar controles de irradiación y contaminación.
- Observar y participar en el proceso de gestión de residuos radiactivos.
- Observar y participar en el sistema local de control dosimétrico del personal. Analizar diferentes sistemas de dosimetría personal y de área.
- Elaborar procedimientos de gestión de los dosímetros personales.
- Valorar la aplicación, dentro de la institución, de las leyes y recomendaciones vigentes.
- Observar y participar en la elaboración de documentaciones preceptivas.
- Observar y participar en la elaboración de programas de protección radiológica.
- Participar en la realización de control de calidad de equipos de medida.
- Participar en la elaboración o discusión de los planes de emergencia para cualquier instalación radiactiva.
- Participar en los simulacros de emergencia.
- Observar y participar en la elaboración o actualización del Manual de PR del hospital.

- Observar cómo se debe informar al personal sanitario, pacientes y público en materia de protección radiológica.

3.5- OTRAS ACTIVIDADES

El trabajo del RFH gira en torno a la sanidad, y en consecuencia a la investigación y la docencia. Por este motivo, es importante que a las actividades ligadas directamente con la especialidad de la Radiofísica Hospitalaria se añada una formación complementaria según los siguientes puntos.

3.5.1- Vida hospitalaria

- Aprender a desenvolverse en el ámbito hospitalario.
- Asimilar el lenguaje de la Medicina.
- Acostumbrarse a la relación con los pacientes.
- Entender el hospital como un centro de trabajo multidisciplinar, donde el paciente, objetivo de toda la actividad asistencial, se vea favorecido por el trabajo en equipo y el buen entendimiento entre todos.
- Estar capacitado para organizar y gestionar un grupo de trabajo, sección o servicio de Radiofísica.
- Familiarizarse con los códigos de conducta profesional de la especialidad.
- Estar capacitado para resolver situaciones de acuerdo a la ética profesional.

3.5.2- Docencia e investigación

Los objetivos fundamentales con respeto a la docencia y la investigación son los de conocer los métodos para presentar correctamente los resultados de su trabajo, y adquirir la capacidad de comunicación suficiente para desempeñar sus labores docentes, mediante las siguientes actividades:

- Participar en la elaboración de trabajos para presentar en congresos.
- Participar en el desarrollo de trabajos de investigación relacionados con los contenidos del programa de formación.
- Participar como docentes en la formación de otros profesionales de la sanidad.
- Participar en la preparación y exposición de seminarios, sesiones científicas y demás actividades docentes dentro y fuera del servicio.
- Elaborar algún proyecto de investigación, lo que incluirá:
  - Definir necesidades, intereses y programas.

- Establecer prioridades
- Establecer cronogramas, marcando los puntos de continuidad y de finalización.

4- ITINERARIO FORMATIVO DEL RESIDENTE

4.1- ROTACIONES

4.1.1- Rotaciones internas

Se consideran rotaciones internas a aquellas que se realizan en otros Servicios que pertenecientes al Área de Salud de Badajoz y no en el SPRRH-Badajoz. La especificación temporal de dichas rotaciones será determinada por las necesidades del SPRRH-Badajoz y la disponibilidad de los demás Servicios y del propio residente, indicando simplemente en este apartado las recomendaciones para la realización de dichas rotaciones:

- Radiodiagnóstico:
  - Asistir a una etapa de valoración diagnóstica en el funcionamiento del servicio
  - Entender el funcionamiento del Servicio de Radiodiagnóstico, observando el funcionamiento diario de dichos equipos diagnósticos.
  - Asistencia a sesiones clínicas de cada sección del Servicio.

- Medicina Nuclear:
  - Asistir a una etapa de valoración diagnóstica y terapéutica en el funcionamiento del servicio
  - Entender el funcionamiento del Servicio de Medicina Nuclear, observando el funcionamiento diario de los equipos utilizados y el uso de radiofármacos.
  - Asistencia a sesiones clínicas del Servicio.

- Oncología Radioterápica:
  - Asistencia a sesiones clínicas del Servicio.
  - Entender y participar en el funcionamiento diario del Servicio.
  - Asistir a una etapa de valoración diagnóstica para cada grupo de diagnósticos establecidos en el Servicio.

4.1.2- Rotaciones externas

Las rotaciones externas son períodos de formación práctica realizados en Servicios o Unidades externas al Área Sanitaria de Badajoz. Existen rotaciones externas de carácter obligatorio que puedan suplir alguna carencia existente en los Servicios del Área de Salud de Badajoz donde el Residente deba rotar, también pueden realizarse otras rotaciones externas no obligatorias pero que si amplíen la formación.

El Centro Docente (en adelante CD) debe asegurar que los periodos de rotación externa cumplan los siguientes requisitos:

- Son propuestas por el tutor a la CD, justificando su necesidad por ampliación de conocimientos o por el aprendizaje de técnicas no practicadas en el centro o unidad.
- Se seleccionan, preferentemente, centros acreditados para la docencia, o centros nacionales o extranjeros de reconocido prestigio.
- El periodo de rotación externa no puede tener una duración superior a 2, 4 ó 7 meses respectivamente, en el conjunto del periodo formativo.
- Existe un compromiso expreso de la dirección/gerencia del centro de origen a continuar abonando al residente la totalidad de sus retribuciones.
- Existe una aceptación expresa del Gerente, CD y Jefe de servicio del centro destino.
- Las rotaciones externas deben quedar registradas en el libro del residente.
- El cronograma o itinerario de rotaciones se debe desarrollar por año de residencia. En cada una de ellas hay que definir el mapa de competencias a adquirir, divididas en tres grandes grupos: conocimientos, habilidades y actitudes. A algunas de estas competencias le podemos asignar “marcadores docentes” que son ítems que se van a cuantificar. Estos marcadores tienen que verificar aspectos relevantes a conseguir.
- Es muy deseable que el tutor consensúe con los servicios/secciones donde va a rotar el residente unos objetivos reales acorde con la realidad clínica y el tiempo asignado. La simple repetición de un listado amplio de patologías no es de ayuda y puede sembrar confusión. Para soportar este consenso existe un formato de “compromiso docente” (ver anexo) que debe ser firmado por el tutor de la Unidad de la que procede el residente, y la jefatura del servicio en la que se va a producir la rotación. En este documento se reflejarán las competencias a adquirir y el tipo de evaluación que verificará su cumplimiento.
- Se valora muy positivamente que los servicios/secciones que reciben residentes en formación tengan un plan específico docente personalizado para las distintas especialidades. Adaptado a las características propias del servicio y en consonancia con los objetivos docentes a conseguir.

- El residente, en su memoria de la rotación, debe anotar el número de historia que corresponde a cada marcador docente. Es conveniente, además, garantizar la trazabilidad, es decir, que un agente externo pueda comprobar al examinar la historia (física o electrónica) que el residente ha ejecutado el marcador. Una buena manera de dejar constancia es que el residente escriba en las notas de evolución de la Historia electrónica lo que ha realizado.

4.2- ACTIVIDADES DOCENTES

4.2.1- Actividades formativas

4.2.1.1- Cursos del programa común complementario para residentes del Área de Salud de Badajoz

El Programa Común Complementario para Residentes del Área de Salud de Badajoz establece una serie de cursos y serán de carácter obligatorio para el Residente de Radiofísica los siguientes:

- Búsquedas bibliográficas (MBE 1).
- Lectura crítica del artículo científico (MBE 2).
- Curso básico de investigación clínica (MBE 3).
- Metodología de la investigación y diseño de estudios. Parte 1 (MBE 4).
- Metodología de la investigación y diseño de estudios. Parte 2 (MBE 5).
- Soporte Vital.

La gestión y desarrollo de estos cursos corresponde a la Comisión de Docente, que emitirá el diploma acreditativo de la realización de los cursos descritos.

4.2.1.2- Cursos de la especialidad

El residente asistirá a cursos externos de formación en Radiofísica Hospitalaria, particularmente a los organizados por Sociedades Científicas del ámbito de la especialidad. Entre estos, será de obligado cumplimiento durante el primer año de residencia el Curso de Fundamentos de Física Médica que organiza la Sociedad Española de Física Médica (SEFM).

4.2.1.3- Asistencia a congresos

La asistencia a los congresos es fundamental para la formación del residente ya que en ellos se exponen las comunicaciones científicas o profesionales relacionados con la especialidad, además de ayudarle a la defensa de trabajos presentados fuera del ámbito de su Unidad de Docencia.

4.2.1.4- Docencia

El residente participará como docente en cursos organizados por el SPRRH-Badajoz.

4.2.2- Sesiones clínicas

El SPRRH-Badajoz realiza periódicamente seminarios según la actividad del Servicio, puesta en marcha de nuevas técnicas, proyectos de investigación, etc…, estos seminarios son de obligada asistencia para el Residente salvo causa justificada o rotación externa. Además, asistirá a las Sesiones conjuntas con el Servicios de Oncología Radioterápica, Medicina Nuclear y Radiodiagnóstico.

El residente impartirá seminarios a lo largo de su período de formación sobre temas de interés en las áreas en las que esté trabajando. También dará un seminario cada vez que participe en una actividad de formación externa en el que resumirá sus contenidos. El residente impartirá al menos dos seminarios en cada año de su formación y podrá proponer seminarios adicionales.

4.2.3- Investigación y publicaciones

El residente participará en publicaciones presentadas por el SPRRH-Badajoz en congresos relacionados con la especialidad y en particular por los organizados por las Sociedades Española de Física Médica y de Protección Radiológica (SEFM y SEPR). Además de publicaciones que puedan realizarse a las revistas relacionadas nacionales y/o internacionales.

4.3- BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

A continuación, se presenta una bibliografía mínima, aunque no suficiente, recomendada para abordar el inicio de la Residencia.

4.3.1- Dosimetría física y clínica en radioterapia externa.

- "The Physics of Radiation Therapy". Williams and Wilkins. Khan 1994.
- "Radiation Oncology Physics: A handbook for teachers and students". E. B. Podgorsak. IAEA 2005.
- "Handbook of Radiotherapy Physics: Theory and Practice". P. Mayles, A. Nahum, JC Rosenwald. Taylor&Francis 2007.
- "TRS 398: Absorbed Dose Determination in External Beam Radiotherapy: An International Code of Practice for Dosimetry based on Standards of Absorbed Dose to Water". IAEA 2001.
- "TRS483: Dosimetry of small static fields used in external beam radiotherapy: an IAEA-AAPM International Code of Practice for reference and relative dose determination". IAEA 2017.
- "ICRU Report 50: Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy". The International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), 1993.
- "ICRU Report 62: Prescribing, Recording, and Reporting Photon Beam Therapy (Supplement to ICRU Report 50". International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), 1999.
- "ICRU Report 71: Prescribing, Recording, and Reporting Electron Beam Therapy". International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU), 2004.
- "ICRU Report 91: Prescribing, recording, and reporting of stereotactic treatments with small photon beams". The International Commission on Radiation Units and Measurements, 2017.
- "Radiation Oncology: Management Decisions". Lippincot-Raven. Perez 1999.
- "Incertidumbres y Tolerancias de la Dosimetría en Radioterapia". SEFM. Brosed 1996.
- REAL DECRETO 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en Radioterapia.
- "The Physics of Radiology". H.E. Jhons & J.R. Cunningham. Charles C. Thomas Publisher.
- "Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry". Frank Herbert Attix. Jhon Wiley & SONS.

- Colección "Fundamentos de Física Médica". Sociedad Española de Física Médica
- "Applied Radiobiology and Bioeffect Planning". Medical Physics Publishing 2001.

4.3.2- Diagnóstico por imagen.

- "The Physics of Medical Imaging". Institute of Physics Publishing (IOP). S Webb. 1996.
- "Physics For Diagnostic Radiology". IOP. Dendy 1999.
- "The Essential Physics of Medical Imaging". JT Bushberg. Lippincot Williams &Wilkins, 2002.
- "Protocolo Español Sobre los Aspectos Técnicos del Control de Calidad en Radiodiagnóstico". SEFM-SEPR 2002.
- "Procedimientos recomendados para la dosimetría de rayos X de energías entre 20 y 150 kev en radiodiagnóstico". SEFM. 2004
- "IAEA Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems". IAEA. 2003.
- "Nuclear medicine physics: a handbook for students and teachers". D.L. Bailey. IAEA. 2014
- Colección "Fundamentos de Física Médica". Sociedad Española de Física Médica.
- "Filtros en Medicina Nuclear". R. Puchal. 2017.

4.3.3- Protección radiológica y legislación.

- REAL DECRETO 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre Protección Sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- REAL DECRETO 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación del uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.
- "Manual General de Protección Radiológica". 2002.
- REAL DECRETO 1132/1990, de 14 de septiembre, por el que se establecen medidas fundamentales de protección radiológica de las personas sometidas a exámenes y tratamientos médicos.
- REAL DECRETO 1841/1997, de 5 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear.
- REAL DECRETO 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia.
- REAL DECRETO 1976/1999, de 23 de diciembre, por el que se establecen los criterios de calidad en radiodiagnóstico.

- REAL DECRETO 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- REAL DECRETO 1836/1999, de 3 de diciembre por el que se aprueba el Reglamento sobre Instalaciones
- Nucleares y Radiactivas, modificado por el Real Decreto 35/2008, de 18 de enero.
- Normativa propia del CSN: Instrucciones, Guias de seguridad, circulares, etc.
- "Radiation protection. A guide for scientists, regulators and a physicians". Jacob Shapiro. Harvard University Press. 2002.
- REAL DECRETO 815/2001, de 13 de julio, sobre justificación de uso de las radiaciones ionizantes para la protección radiológica de las personas con ocasión de exposiciones médicas.
- REAL DECRETO 1085/2009, de 3 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre instalaciones y utilización de aparatos de rayos X con fines de diagnóstico médico.
- Directiva 2013/59/EURATOM, de 5 de diciembre por la que se establecen normas de seguridad básica para la protección contra los peligros derivados de la exposición a radiaciones ionizantes.
- REAL DECRETO 1308/2011, de 26 de septiembre, sobre protección física de las instalaciones y los materiales nucleares, y de las fuentes radiactivas.
- REAL DECRETO 1086/2015, 4 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1308/2011 sobre protección física de las instalaciones y los materiales nucleares, y de las fuentes radiactivas.
- ORDEN ECO/1449/2003, de 21 de mayo, sobre gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en las instalaciones radiactivas de 2ª y 3ª categoría en las que se manipulen o almacenes isótopos radiactivos no encapsulados.
- "Physics for radiation protection: A handbook. James E. Martin. Wiley. 2006.
- "Safety Reports Series 37. Methods for Assessing Occupational Radiation Dose Due to Intakes Radionuclides". IAEA. 2004.
- Colección "Fundamentos de Física Médica". Sociedad Española de Física Médica.

5- RESPONSABILIDAD PROGRESIVA

Los aspectos relativos a la supervisión y responsabilidad progresiva del residente vienen recogidos en el Capítulo V del RD183/2008 que incluye los artículos 14 y 15. Destacamos por su relevancia el artículo 15:

1. El sistema de residencia implicará la asunción progresiva de responsabilidades en la especialidad que se está cursando y un nivel decreciente de supervisión, a medida que se avanza en la adquisición de las competencias previstas en el programa formativo, hasta alcanzar el grado de responsabilidad inherente al ejercicio de la profesión sanitaria de especialista.

2. La supervisión de residentes de primer año será de presencia física y se llevará a cabo por los profesionales que presten servicios en los distintos dispositivos del centro u unidad por los que el personal en formación esté rotando o prestando servicios de formación continuada. Los mencionados especialistas visarán por escrito las altas, bajas y demás documentos relativos a las actividades asistenciales en las que intervengan los residentes de primer año.

3. La supervisión decreciente de los residentes a partir del segundo año deformación tendrá carácter progresivo. A estos efectos el tutor del residente podrá, tanto a este cómo a los especialistas que presten servicio en los distintos dispositivos del centro o unidad instrucciones específicas sobre el grado de responsabilidad de los residentes a su cargo, según las características de la especialidad y el proceso individual de adquisición de competencias. En todo caso, el residente, que tiene derecho a conocer a los profesionales presentes en la unidad en la que preste servicios, podrá recurrir y consultar a los mismos cuando lo considere necesario. 4. Las comisiones de docencia elaborarán protocolos escritos de actuación para graduar la supervisión de las actividades que lleven a cabo los residentes en áreas asistenciales significativas, con referencia especial al área de urgencias o cualesquiera otras que se consideren de interés. Dichos protocolos se elevarán a los órganos de dirección del correspondiente centro o unidad para que el jefe de estudios de formación especializada consensue con ellos su aplicación y revisión periódica.

En el Programa Común complementario para Residentes del Área de Salud de Badajoz se establecen los siguientes niveles que se adaptan aquí para la especialidad de Radiofísica Hospitalaria:

- Grado de Responsabilidad 1 – Nivel de supervisión 4:
  - Supervisión de presencia física por los profesionales que presten servicios en los distintos dispositivos del centro u unidad por los que el personal en formación esté rotando o prestando servicios de formación continuada.
  - Los mencionados especialistas visarán por escrito los documentos relativos a las actividades asistenciales en las que intervengan los residentes de primer año.

- Grado de Responsabilidad 2 – Nivel de supervisión 3:
  - Ayudará en las labores asistenciales propias de la especialidad pudiendo solicitar consulta a especialistas.
  - Supervisión de presencia física por los profesionales que presten servicios en los distintos dispositivos del centro u unidad por los que el personal en formación esté rotando o prestando servicios de formación continuada.
  - Podrán firmar documentos relativos a actividades asistenciales.

- Grado de Responsabilidad 3 – Nivel de supervisión 2:
  - Iniciarán la actividad asistencial de la especialidad.
  - Supervisión a demanda.

- Grado de Responsabilidad 4 – Nivel de supervisión 0:
  - Realizará la actividad asistencial de la especialidad.
  - Supervisión a demanda.

6- EVALUACIÓN

4.6.1- Evaluación continuada

Durante el tiempo de Residencia se realiza una evaluación continuada del Programa de Formación Especializada. La evaluación continuada se realizará a partir de la participación del Residente en las sesiones clínicas programadas y en la elaboración de los trabajos de investigación.

4.6.2- Evaluación anual

La evaluación está centralizada en la Comisión de Docencia a partir de las fichas de evaluación continuada de las rotaciones, la memoria anual del residente y el informe anual del tutor.

4.6.2- Evaluación final

El residente debe elaborar una memoria personal de las actividades realizadas a lo largo de la residencia. Esta memoria será validada por el tutor y el Jefe del Servicio. Con ello la Comisión de Docencia podrá certificar los diversos rotatorios realizados en otros servicios y las actividades realizadas. La evaluación final se remitirá a la Comisión Nacional de la Especialidad.