

PROGRAMA DE FORMACIÓN
DE LA ESPECIALIDAD DE
RADIOFÍSICA HOSPITALARIA
(3 AÑOS)

Comisión Nacional de la Especialidad de Radiofísica Hospitalaria

Índice

1. Denominación oficial de la especialidad y requisitos.....	4
2. Introducción.....	4
3. Definición de la especialidad y campo de acción.....	4
4. Estructura de la formación.....	4
5. Objetivo general de la formación.....	5
6. Programa de formación	6
6.1. Formación teórica.....	6
6.1.1. Conocimientos básicos comunes a todas las áreas	6
6.1.1.1. Ampliación de Física de radiaciones	6
6.1.1.2. Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación	6
6.1.1.3. Fundamentos de Anatomía y Fisiología humanas y Oncología	7
6.1.1.4. Fundamentos de Radiobiología	7
6.1.1.5. Fundamentos de la imagen médica.....	8
6.1.1.6. Estadística	8
6.1.1.7. Fundamentos sobre garantía y control de calidad.....	8
6.1.2. Conocimientos específicos del área de protección radiológica.....	9
6.1.3. Conocimientos específicos del área de terapia con radiaciones	10
6.1.3.1. Radioterapia externa.....	10
Equipos de tratamiento e imagen.....	10
Dosimetría física.....	10
Adquisición de datos del paciente.....	10
Sistemas de planificación y cálculo de dosis. Dosimetría clínica	11
Técnicas de radioterapia externa	11
Verificación de tratamientos.....	12
Garantía y control de calidad.....	12
6.1.3.2. Braquiterapia	12
Equipos.....	12
Especificación de fuentes	13
Técnicas de tratamiento.....	13
Planificación de tratamientos y cálculo de dosis	13
Garantía y control de calidad.....	13
6.1.3.3. Tratamientos con fuentes no encapsuladas	14
6.1.4. Conocimientos específicos del área de diagnóstico por la imagen.....	14
6.1.4.1. Radiodiagnóstico	14
Fundamentos	14
Equipos.....	14
Dosimetría física	15
Garantía y control de calidad.....	15
Dosimetría de pacientes	16
6.1.4.2. Medicina Nuclear.....	16
Fundamentos	16
Equipos.....	16
Garantía y control de calidad.....	16
Dosimetría de pacientes	17
6.1.4.3. Fundamentos de Ultrasonidos.....	17
6.1.4.4. Fundamentos de Resonancia Magnética	17
6.1.5. Conocimientos específicos en otros usos de las radiaciones	17
6.1.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación.....	17
6.1.5.2. Radiaciones no ionizantes en fisioterapia y rehabilitación.....	18

6.2. Formación práctica.....	18
6.2.1. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de conocimientos básicos	18
6.2.1.1. Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación	18
6.2.1.2. Principios de Radiobiología clínica.....	18
6.2.1.3. Imagen.....	18
6.2.1.4. Estadística	19
6.2.1.5. Garantía y control de calidad.....	19
6.2.2. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de protección radiológica	19
6.2.3. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de terapia con radiaciones	20
6.2.3.1. Radioterapia Externa	20
Equipos de tratamiento e imagen.....	20
Dosimetría física de haces de tratamiento convencionales	20
Adquisición de datos de pacientes	20
Sistemas de Planificación y cálculo de tratamientos. Dosimetría clínica.....	21
Puesta en práctica de la planificación.....	22
Verificación de tratamientos	22
Garantía y control de calidad.....	22
6.2.3.2. Braquiterapia	22
Equipos.....	22
Especificación de las fuentes	23
Técnicas de tratamiento	23
Planificación del tratamiento y cálculo de dosis	23
Garantía y control de calidad.....	23
6.2.3.3. Tratamientos con fuentes no encapsuladas	23
6.2.4. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de diagnóstico por la imagen	24
6.2.4.1. Radiodiagnóstico	24
Equipos.....	24
Dosimetría física.....	24
Garantía y control de calidad.....	24
Dosimetría de pacientes	24
6.2.4.2. Medicina Nuclear.....	25
Equipos.....	25
Garantía y control de calidad.....	25
Dosimetría de pacientes	25
6.2.5. Actividades requeridas para el aprendizaje en otros usos de las radiaciones	25
6.2.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación.....	25
6.3. Actividades complementarias	25
6.3.1. Organización y gestión hospitalarias	25
6.3.2. Docencia e investigación	26
6.3.3. Ética profesional.....	26
7. Evaluación del proceso docente.....	27

1. Denominación oficial de la especialidad y requisitos

Denominación: Radiofísica Hospitalaria

Duración: 3 años

Requisitos: Físico, con una formación universitaria acreditada de 300 créditos ECTS

2. Introducción

Desde la publicación en 1996 de la primera versión del programa de formación en Radiofísica Hospitalaria, se ha producido una evolución significativa de esta especialidad. A la vez que se hace necesaria la inclusión de nuevos contenidos en la formación, los desarrollos técnicos obligan a una revisión de los que se han impartido desde un principio para adaptarlos a las novedades de la práctica de la profesión.

El presente programa de formación pretende dar respuesta a esta evolución. El texto fija los conocimientos teóricos y las actividades prácticas que el residente debe realizar con el fin de que adquiera las habilidades necesarias para el ejercicio de la Radiofísica Hospitalaria.

3. Definición de la especialidad y campo de acción

La Física Médica (FM), en el más amplio sentido, es la ciencia que se ocupa de las aplicaciones de la Física a la Medicina. Es difícil concebir cualquier función fisiológica que no esté relacionada con la Física, ni parámetro clínico que no requiera la Física para su medida.

Dentro del amplísimo campo de la FM, la Radiofísica Hospitalaria (RFH) es la Especialidad Sanitaria que comprende la aplicación de los conceptos, leyes, modelos, agentes y métodos propios de la Física de radiaciones a la prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades, desempeñando una importante función en la asistencia médica, en la investigación biomédica y en la optimización de algunas actividades sanitarias.

El campo de acción de la RFH se enmarca en la asistencia médica especializada, e impone que los especialistas tengan competencia en la dosimetría de las radiaciones, el control de calidad de equipos e instalaciones empleados en diagnóstico y terapia con radiaciones, en el diseño, planificación y cálculo de todos los tratamientos de los pacientes y en la protección radiológica de las personas afectadas.

La especialidad de RFH que se describe en este programa incluye, aparte de otros aspectos, los de la formación del Experto en Física Médica que se cita en la directiva 97/43/EURATOM.

4. Estructura de la formación

Los aspirantes a Residentes en RFH, que pueden proceder de distintas Facultades de Ciencias o Escuelas Técnicas Superiores, deberán partir de una sólida formación universitaria en Física que incluya, al menos, las siguientes materias: física fundamental, física cuántica, física de radiaciones, matemáticas superiores, física atómica y nuclear avanzada, física de materiales, físico-química, electricidad y magnetismo, electrónica, informática y estadística.

La formación de los residentes de RFH tiene que ser una formación global que abarque los conocimientos teóricos de los temas propios de la especialidad, las habilidades prácticas que se adquieren por su incorporación a las actividades diarias del Servicio donde realizan su aprendizaje,

y el conocimiento de temas y actividades complementarias que son herramientas científicas o profesionales que les deben servir para el desarrollo de su trabajo.

Como tales conocimientos y actividades complementarias se consideran la Estadística e Informática médicas que se incluyen en los conocimientos básicos comunes a todas las áreas de la especialidad, la Ética Profesional, la Organización Hospitalaria y Gestión de Servicios o Unidades, y la Docencia e Investigación, a lo que se dedica un apartado específico en este programa . El desarrollo de estas actividades se hará paralelo al de las áreas fundamentales de la especialidad e incluido en ellas.

El aprendizaje teórico y práctico abarcará las siguientes áreas:

- Protección radiológica
- Terapia con radiaciones
- Diagnóstico por imagen
- Otros usos de las radiaciones

Se recomienda que la distribución del tiempo se haga de la forma siguiente:

- Radioterapia: 18 meses
- Radiodiagnóstico, Resonancia Magnética y Ultrasonidos: 9 meses
- Medicina Nuclear, Protección Radiológica y otros usos de las radiaciones: 9 meses

En cuanto a la cronología, cada Unidad Docente decidirá, en función de sus características y organización, el modo y secuencia de la formación en las distintas áreas.

5. Objetivo general de la formación

El objetivo de la formación del especialista en RFH es garantizar que, en su periodo de residencia, adquiera conocimientos y habilidades que le garanticen su competencia en todas las áreas de la especialidad. Es, por tanto, una formación global que abarca los conocimientos teóricos y la formación práctica.

El programa teórico se ajustará al temario que se incluye a continuación y comprende todas las áreas de competencia de la especialidad. Los conocimientos necesarios se adquirirán mediante el uso de una bibliografía básica, la asistencia a cursos especialmente recomendados por Sociedades Científicas tanto nacionales como internacionales, una acción tutorial y la asistencia a congresos, seminarios, talleres, sesiones científicas, etc., dentro de la propia Unidad Docente y en el exterior. La asistencia a los cursos recomendados por Sociedades Científicas, deberá sumar, al finalizar el periodo de residencia, un mínimo de 12 créditos ECTS.

El programa práctico se realizará en Unidades Docentes bajo la supervisión de especialistas en Radiofísica y abarcará todos los aspectos de la práctica diaria de esta especialidad, incluidas las actividades en atención continuada

El residente en RFH, al terminar su periodo de formación, conocerá 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.

6. Programa de formación

6.1. Formación teórica

6.1.1. *Conocimientos básicos comunes a todas las áreas*

Objetivo general:

- Adquirir la base científica de aplicación general que posibilitará el desarrollo del trabajo del radiofísico y que le proporcionará herramientas específicas para la solución de los problemas de su especialidad

6.1.1.1. **Ampliación de Física de radiaciones**

Objetivo específico:

- Dominar el conocimiento de la estructura de la materia, de las radiaciones y de las interacciones entre ambas

Contenidos:

- 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

6.1.1.2. **Metrología y Dosimetría de las radiaciones. Técnicas e instrumentación**

Objetivos específicos:

- Conocer 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

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 geles
- Sistemas de dosimetría utilizados en la práctica hospitalaria

6.1.1.3. Fundamentos de Anatomía y Fisiología humanas y Oncología

Objetivos específicos:

- Conocer la terminología médica relacionada con la especialidad e identificar las estructuras anatómicas en las modalidades de imagen que se utilicen
- Conocer la justificación de los diferentes procedimientos terapéuticos con radiaciones

Contenidos:

- 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
- Modalidades de tratamiento del cáncer

6.1.1.4. Fundamentos de Radiobiología

Objetivos específicos:

- Conocer los mecanismos de acción de las radiaciones sobre los distintos tejidos y órganos y su respuesta
- Conocer el efecto diferenciado de las radiaciones sobre los tumores y los tejidos sanos
- Conocer los fundamentos del riesgo de las radiaciones sobre los seres vivos

Contenidos:

- Introducción a la Biología molecular y celular
- Respuesta de los tejidos a la radiación a nivel molecular y celular. 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 TCP (*Tumor Control Probability*) y NTCP (*Normal Tissue Control Probability*)
- Aplicaciones en la práctica clínica
- Bases biológicas del riesgo radiológico. Carcinogénesis, riesgos genéticos y somáticos para los individuos expuestos y para la población
- Efectos de la radiación en el embrión y el feto

6.1.1.5. Fundamentos de la imagen médica

Objetivo específico:

- Conocer los fundamentos de la formación, manejo y transmisión de la imagen médica

Contenidos:

- 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

6.1.1.6. Estadística

Objetivos específicos:

- Saber evaluar las incertidumbres y tolerancias asociadas a los procesos de medida y a la aplicación de los tratamientos
- Conocer los fundamentos del tratamiento estadístico de datos y su aplicación a los controles de calidad

Contenidos:

- 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

6.1.1.7. Fundamentos sobre garantía y control de calidad

Objetivos específicos:

- 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

6.1.2. Conocimientos específicos del área de protección radiológica

Objetivos generales:

- Conocer los principios básicos de la Protección Radiológica
- Conocer las normas legales y recomendaciones locales, nacionales e internacionales en materia de Protección y Seguridad Radiológicas
- Conocer los procedimientos operativos de cada una de las áreas de trabajo

Contenidos:

- Bases científicas de la Protección Radiológica
- Magnitudes y unidades en Protección Radiológica
- Detección de la radiación en Protección Radiológica
- Justificación y optimización: principio ALARA (*As Low As Reasonably Available*)
- Principios básicos de la limitación de dosis
- 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

6.1.3. Conocimientos específicos del área de terapia con radiaciones

Objetivos generales:

- Conocer 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
- Conocer el equipamiento asociado

Contenidos:

6.1.3.1. 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
- Dosimetría relativa:
 - 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 físicas y virtuales, compensadores,...)
 - Métodos de adquisición y transferencia de datos para los sistemas de planificación. Requerimientos de cada sistema

Adquisición de datos del paciente

- Técnicas de simulación
- Posicionamiento del paciente

- Sistemas de inmovilización
- Adquisición de imágenes (sistemas radiográficos, TC, RM, ...)
- 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. Dosimetría clínica

- Especificación de dosis y volúmenes. Recomendaciones internacionales (ICRU50, ICRU62, ...)
- 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)
- 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 (IMRT)
- 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
 - Pruebas de aceptación, de referencia y de constancia del equipamiento
- Control de calidad:
 - Instrumentación y equipos de medida
 - Unidades de tratamiento
 - Sistemas de planificación
 - Simuladores
 - Dosimetría clínica
- 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

6.1.3.2. Braquiterapia

Equipos

- Tipos de radionúclidos
- Fuentes radiactivas encapsuladas: características selección y diseño de fuentes
- Aplicadores
- Sistemas de carga diferida (LDR, HDR, PDR)
- Equipos de calibración de fuentes

- Sistemas de imagen para braquiterapia

Especificación 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 de fuentes
- 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, de Manchester ...
- Extensión a otros tipos de implantes: HDR, PDR
- Técnicas especiales:
 - Intracoronaria
 - Implantes permanentes de semillas
 - Implantes oftálmicos
 - Implantes esterotáxicos

Planificación de tratamientos y cálculo de dosis

- Formalismos generales
- Estructura general de los sistemas de planificación de BT. 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, de Manchester ...

Garantía y control de calidad

- Selección de equipos:
 - Definición de especificaciones
 - Comprobación de características

- Pruebas de aceptación, de referencia y de constancia.
- Control de calidad:
 - Instrumentos y equipos de medida
 - Fuentes y aplicadores
 - Unidades de tratamiento
 - Sistemas de planificación y cálculo
 - Accesorios utilizados para la reconstrucción espacial del implante
 - Sistemas de imagen
 - Dosimetría clínica
- 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 Braquiterapia

6.1.3.3. Tratamientos 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

6.1.4. Conocimientos específicos del área de diagnóstico por la imagen

Objetivos generales:

- Conocer los fundamentos de la formación de la imagen diagnóstica
- Conocer el equipamiento empleado
- Conocer los fundamentos de los distintos procedimientos y técnicas diagnósticas

Contenidos:

6.1.4.1. 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.
- Cadena de imagen:

- Placa radiográfica. Características de la película radiográfica. 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)

Introducción a los 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

- Dosimetría del haz de radiación en radiodiagnóstico
 - Rendimiento
 - Sistemas de medida: cámaras de ionización, detectores de semiconductor, dosímetros de termoluminiscencia, películas radiográficas
- Caracterización del haz
 - 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.

6.1.4.2. Medicina Nuclear

Fundamentos

- Radisótopos 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,
- Contadores gamma,
- Contadores beta,
- Sondas intraoperatorias
- Programas de análisis de imagen y funciones
- Cámaras de multi-imagen
- Procesadoras, etc.

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

6.1.4.3. Fundamentos de Ultrasonidos

- Naturaleza de los US. Propagación
- Transductores
- Aplicaciones clínicas en diagnóstico y en terapia
- Formación y tratamiento de imágenes
- Descripción general de los equipos. Garantía y control de calidad
- Efectos biológicos y seguridad

6.1.4.4. Fundamentos de Resonancia Magnética

- Campo magnético e imanes. Propiedades magnéticas de la materia
- Conducta de un núcleo bajo un campo magnético. Excitación. Relajación
- Obtención de imágenes. Artefactos.
- Aplicaciones clínicas
- Espectroscopía
- Efectos biológicos y seguridad
- Componentes de un equipo de RM
- Garantía y control de calidad

6.1.5. Conocimientos específicos en otros usos de las radiaciones

Objetivos generales:

- Conocer las técnicas y los procedimientos que emplean radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación asociados a los hospitales
- Conocer los fundamentos de las técnicas de terapia que emplean radiaciones no ionizantes
- Conocer el equipamiento y la instrumentación empleada

Contenidos:

6.1.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación

- Fuentes de radiación utilizadas

- Equipamiento asociado con su uso y medida
- Programas de garantía y control de calidad del equipamiento
- Bases físicas de las nuevas técnicas asociadas a estas aplicaciones

6.1.5.2. Radiaciones no ionizantes en fisioterapia y rehabilitación

- Fundamentos sobre las radiaciones utilizadas (onda corta, microondas, ...). Tipos de equipos. Aplicaciones terapéuticas. Riesgos y seguridad. Garantía de Calidad
- Fundamentos de los equipos de rayos láser. Tipos de equipos. Aplicaciones terapéuticas. Riesgos y seguridad. Garantía de calidad

6.2. Formación práctica

Objetivos generales:

- Adquirir aptitud y responsabilidad crecientes bajo la tutela y dirección del personal de plantilla del Servicio en cada una de las áreas de trabajo
- Rotar por todas las áreas de la Especialidad y realizar por sí mismo las actividades establecidas en este programa para ser capaz de asumir funciones de forma autónoma

6.2.1. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de conocimientos básicos

6.2.1.1. 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

6.2.1.2. Principios de Radiobiología clínica

- Analizar los distintos modelos radiobiológicos (LQ, TCP, NTCP, ...)
- 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 (al menos con el modelo lineal cuadrático) de situaciones que se presentan en la práctica clínica habitual

6.2.1.3. Imagen

- Analizar y comparar imágenes anatómicas obtenidas con los distintos sistemas disponibles en el hospital: RX, US, TC, RM, SPECT, PET, ...
- 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

6.2.1.4. 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

6.2.1.5. 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.

6.2.2. Actividades requeridas para el aprendizaje en el 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

6.2.3. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de terapia con radiaciones

6.2.3.1. 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 tratamiento 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 :
 - Calidad del haz
 - Variación de la dosis a lo largo del eje y perpendicularmente al eje para haces abiertos y con modificadores
 - Factores de campo
 - Factores de transmisión
- Realizar medidas de los parámetros geométricos
- Realizar medidas de coincidencia del haz radiante y el haz luminoso
- 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 (simulador, TC, RM ...)

- 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, ...
- Evaluar incertidumbres en los datos de los pacientes

Sistemas 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 las propiedades y las limitaciones de los algoritmos implementados en los sistemas de planificación locales a partir de la información disponible (manuales, reuniones de grupos de usuarios, ...)
- Analizar y valorar los métodos utilizados para tener en cuenta heterogeneidades y defecto de tejido en irradiación con fotones
- Verificar los algoritmos de planificación utilizando maniqués adecuados, planificando una irradiación determinada y realizando medidas de dosis en las condiciones planificadas
- 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 e inhomogeneidad
- 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, multilaminas, compensadores o bolus.
- Realizar planificaciones con ordenador (2D y 3D) con haces contiguos o superpuestos
- Realizar planificaciones 3D de, al menos, las siguientes localizaciones: cráneo, SNC, ORL, mama (con y sin áreas ganglionares), pulmón, abdomen, próstata, vejiga, recto, ginecológicas, etc.
- 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 teniendo en cuenta los diferentes factores
- Estudiar sistemas de planificación IMRT

Puesta en práctica de la planificación

- Introducir los parámetros físicos de la planificación en la ficha de tratamiento
- Transferir los parámetros de la planificación al acelerador
- Transferir los datos necesarios para la realización de los moldes y verificar los resultados

Verificación de tratamientos

- 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 DRR

Garantía y control de calidad

- Analizar y comentar el programa de Garantía de Calidad en Radioterapia del hospital en los aspectos relativos al equipamiento de Radioterapia externa
- Participar en la aceptación de unidades de tratamiento o cualquier otro equipamiento, cuando sea posible.
- Realizar el control de calidad periódico del equipamiento:
 - Instrumentación y equipos de medida
 - Unidades de tratamiento
 - Sistemas de planificación
- Elaborar los informes correspondientes
- Discutir el papel del control de calidad en el funcionamiento
- Discutir cómo el control de calidad reduce el riesgo de un accidente en Radioterapia
- Conocer, evaluar y discutir accidentes producidos

6.2.3.2. 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

Especificación de las fuentes

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

Técnicas de tratamiento

- 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)

Planificación 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:
 - Instrumentación y equipos de medida
 - Fuentes y aplicadores
 - Equipos de carga diferida automáticos
 - Sistemas de planificación y cálculo
 - Sistemas de imagen
- Realizar los informes correspondientes

6.2.3.3. 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 maniqués 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

6.2.4. Actividades requeridas para el aprendizaje en el área de diagnóstico por la imagen

6.2.4.1. 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, maniqués de control de calidad de la geometría del haz, maniqués de control de calidad de imagen
- Diseñar maniqués 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, Dosis-Área, 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

6.2.4.2. 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 (maniqués de resolución temporal y espacial, de uniformidad planar y tomográfica, fuentes para estabilidad ...)
- Diseñar maniqués 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)

6.2.5. Actividades requeridas para el aprendizaje en otros usos de las radiaciones

6.2.5.1. Radiaciones ionizantes en los laboratorios y centros de investigación

- Identificar los distintos procedimientos de uso de las radiaciones
- Realizar el control de calidad del equipamiento asociado a la medida de radiación

6.3. Actividades complementarias

Además de las actividades específicas de la RFH, el Residente debe participar durante su formación en las siguientes actividades complementarias.

6.3.1. Organización y gestión hospitalarias

Objetivos generales:

- 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

Contenidos:

- El Sistema de Salud
- Regulaciones nacionales y directivas europeas
- Guías y recomendaciones de organizaciones nacionales e internacionales.
- Consideraciones éticas en la práctica médica
- Principios de gestión aplicados en departamentos hospitalarios y proyectos
- Recursos humanos
- Principios de gestión de personal
- Organización de los Servicios o Unidades
- Asesoramiento en la compra de material

6.3.2. Docencia e investigación

Objetivos generales:

- Conocer los métodos para presentar correctamente los resultados de su trabajo
- Adquirir la capacidad de comunicación suficiente para desempeñar sus labores docentes

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 en la impartición de cursos de formación a otros profesionales
- Participar en la preparación e impartición 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

6.3.3. Ética profesional

Objetivo general:

- Familiarizarse con los códigos de conducta profesional
- Aprender a discernir entre situaciones que se les puedan presentar y resolverlas de acuerdo a la ética profesional

Actividades:

- Conocer el código deontológico de la especialidad
- Discutir casos prácticos en los que se puedan tomar opciones distintas

7. Evaluación del proceso docente

El proceso docente debe conducir al logro de los objetivos descritos en el programa. Su evaluación se basará en el análisis de la información siguiente:

- Actividad descrita en el *Libro del Residente*
- Informe periódico del tutor (trimestral)
- Evaluaciones periódicas (semestrales)
 - Teóricas
 - Prácticas
- Informe del Jefe de Servicio (anual)
- Informes de actividades del Residente (anual)
- Entrevistas personales