



# UNIDAD DOCENTE DE RADIOFARMACIA

## ITINERARIO FORMATIVO

---

**Elaborado por:** Sandra Maymó Garrido

**Aprobado por la Comisión de Docencia en fecha:** 26/02/2025 .

**COMISIÓN DE DOCENCIA  
HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE**

**UNIDAD DOCENTE DE RADIOFARMACIA  
Programa de la especialidad adaptado al centro  
ITINERARIO FORMATIVO**

Autores: Sandra Maymó Garrido

El itinerario formativo de la especialidad establece todas las competencias que han de adquirir los residentes durante el periodo de formación, el grado de supervisión y el nivel de responsabilidad en cada etapa, así como la descripción de la evaluación que se realizará. Esto permite al residente conocer su programa formativo desde su inicio y facilita planificar y estructurar mejor su formación.

Refleja los objetivos docentes de cada rotación y de las guardias, así como los conocimientos y las habilidades a adquirir. Se incluye también el grado de supervisión y el nivel de responsabilidad para las diferentes actividades, según el año de formación.

Esto favorece que se conozcan los diferentes conceptos que se deben evaluar cada año, tanto al tutor como al facultativo residente.

La Comisión de Docencia ha establecido una ponderación sobre la nota anual del 90% para todos los apartados definidos en las diferentes rotaciones y las guardias y un 10% para el resto de las actividades.

Niveles de responsabilidad: Han de quedar especificados en cada caso.

| <b>Nivel de responsabilidad</b>                    | <b>Valoración</b>   |
|--|---|
| <b>Nivel 1.<br/>Nivel de mayor responsabilidad</b> | Actividades realizadas directamente por el residente, sin necesidad de tutorización directa.<br>El residente ejecuta y, posteriormente, informa.  |
| <b>Nivel 2.<br/>Nivel medio de responsabilidad</b> | Actividades realizadas directamente por el residente, bajo la supervisión directa del tutor o facultativo especialista responsable.   |
| <b>Nivel 3.<br/>Nivel de menor responsabilidad</b> | Actividades realizadas por el facultativo. Están observadas y/o asistidas durante su ejecución por el residente, que no tiene responsabilidad y exclusivamente actúa como observador o asistente. |

Como norma general, se sigue el criterio establecido en los Protocolos de las guardias, teniendo en cuenta que los residentes, excepto en determinadas situaciones, pueden conseguir el nivel de responsabilidad medio de cada especialidad, según el año de residencia. Para los casos especiales, el tutor ha de establecer los niveles específicos para un residente determinado y para la realización de determinadas actividades asistenciales.

- Nivel 1-2 para una gran parte de las actividades asistenciales, en función de los conocimientos y habilidades adquiridas.
- Nivel 3 para actividades muy específicas de la especialidad.
- Nivel 3 de responsabilidad para firmar determinados documentos o solicitud de pruebas específicas (R1).

### **Evaluación**

**La evaluación de las diferentes rotaciones, así como la evaluación anual y final,** reflejan la valoración de los conocimientos adquiridos, las habilidades conseguidas y las actitudes del residente durante todo el período.

La ponderación establecida en nuestro centro es:

- Rotaciones: 65%.
- Actividades complementarias: 10%.
- Calificación tutor: 25%.

#### **1. Rotaciones (65%).**

70%

- Conocimientos adquiridos.
- Razonamiento/valoración del problema.
- Capacidad para tomar decisiones.
- Uso racional de recursos.

30%

- Motivación
- Puntualidad/asistencia.
- Trabajo en equipo.
- Valores éticos y profesionales.

#### **2. Actividades complementarias (10%)**

|               | Publicaciones | Comunicación Oral | Póster |
|---------------|---------------|-------------------|--------|
| Internacional | 0,3           | 0,2               | 0,1    |
| Nacional      | 0,2           | 0,1               | 5      |
| Autonómica    | 0,1           | 0,05              | 2      |

| Asistencia curso/taller (mínimo 10 horas) | Ponente curso/taller (mínimo 2 horas) | Ponente Sesiones en | Participación en proyectos de investigación |
|---|---------------------------------------|---------------------|---|
| 0,02- 0,1                                 | Hasta 0,2                             | *En el              | 0,05-0,2                                    |

|                                  |                                  |  |  |
|----------------------------------|----------------------------------|--|--|
| (valorar duración y complejidad) | (valorar duración y complejidad) | servicio/unidad: hasta 0,01<br>*Generales/Hospitales: hasta 0,02 | (valorar implicación y tipo de proyecto) |
|----------------------------------|----------------------------------|--|--|

### 3. Calificación tutor (25%)

| <b>Cuantitativa (1-10)</b> | <b>Cualitativa</b>  |
|----------------------------|---|
| 1-2                        | <b>Muy insuficiente.</b> Lejos de alcanzar los objetivos de la rotación. Deben proponerse áreas de mejora en el apartado correspondiente.   |
| 3-4                        | <b>Insuficiente.</b> No alcanza todos los objetivos anuales, pero podrían alcanzarse con un período complementario de formación. Deben proponerse áreas de mejora en el apartado correspondiente y sugerir la duración del período complementario.  |
| 5                          | <b>Suficiente.</b> Alcanza los objetivos anuales.   |
| 6-7                        | <b>Bueno.</b> Alcanza los objetivos anuales, demostrando un nivel superior en algunos de ellos.   |
| 8-9                        | <b>Muy bueno.</b> Domina todos los objetivos anuales.   |
| 10                         | <b>Excelente.</b> Muy alto nivel de desempeño durante el año formativo.<br>Solo alcanzan esta calificación un número limitado de residentes. Se valorará de acuerdo con la experiencia del tutor, con los resultados de la promoción o con otras promociones anteriores de residentes, calificados como muy buenos. |

Siguiendo las recomendaciones de los diferentes programas formativos y *del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad*, se han establecido los cursos obligatorios para los residentes de primer año, y el inicio a las actividades complementarias. Los residentes, a partir del primer año, han de empezar a participar de manera progresiva, más activa (mínimo una por año), en comunicaciones y publicaciones del servicio y en sesiones (de la unidad o del servicio), así como en la docencia de postgrado o pregrado y en la elaboración de protocolos y de guías clínicas. La realización de estas tareas permite, junto con la realización de los cursos obligatorios (del hospital o del propio servicio) conseguir este 10%.

**CRONOGRAMA**  
**RFAR      RADIOFARMACIA**

| Año de residencia | Rotación  | Durada en meses | Dispositivo donde se realiza        |
|-------------------|---|-----------------|-------------------------------------|
| <b>R1</b>         | RADIOFARMACIA   | 9               | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R1</b>         | RADIOFÍSICA   | 1               | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R1</b>         | MEDICINA NUCLEAR-TERAPIA                                | 1               | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R2</b>         | RADIOFARMACIA   | 9.25            | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R2</b>         | FARMACIA HOSPITALARIA                                   | 0.5             | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R2</b>         | FARMACIA HOSPITALARIA ONCOLÓGICA                        | 0.25            | INSTITUT CATALÀ D'ONCOLOGIA         |
| <b>R2</b>         | RADIOFARMACIA PET                                       | 1               | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R3</b>         | RADIOFARMACIA   | 7               | HOSPITAL UNIVERSITARI DE BELLVITGE  |
| <b>R3</b>         | CENTRO PRODUCTOR DE RADIOFÁRMACOS EMISORS DE POSITRONES | 4               | ROTACIÓN EXTERNA (CENTRO A DEFINIR) |

La formación especializada de Radiofarmacia tiene una duración de 3 años y se puede acceder a partir de las licenciaturas en Farmacia, Química, Bioquímica y Biología.

La Radiofarmacia es la especialidad sanitaria que estudia los aspectos farmacéuticos, químicos, bioquímicos, biológicos y físicos de los radiofármacos. Asimismo, la radiofarmacia aplica dichos conocimientos en los procesos de diseño, producción, preparación, control de calidad y dispensación de los radiofármacos, tanto en su vertiente asistencial – diagnóstica y terapéutica – como en investigación. Se responsabiliza del buen uso de los radiofármacos a través de la adecuada selección, custodia y gestión de los mismos, en aras de conseguir una óptima utilización con calidad, segura y coste-efectiva, de acuerdo con las exigencias de la buena práctica radiofarmacéutica.

La Radiofarmacia también se ocupa de la utilización de los radionucleidos como trazadores, así como en su empleo en procedimientos radiométricos, tanto en la práctica clínica como en la investigación.

La Radiofarmacia es una especialidad multidisciplinar y de formación básicamente hospitalaria. Su ámbito de actuación se circunscribe, fundamentalmente, a los radiofármacos, medicamentos especiales marcados con radionucleidos. Numerosos radiofármacos exigen, antes de su dispensación y posterior administración al paciente, someterlos a un proceso



previo de preparación (preparación extemporánea). La responsabilidad de esta preparación extemporánea, así como el buen uso de los medicamentos radiofármacos, es competencia exclusiva del especialista en Radiofarmacia, al igual que la preparación de radiofármacos PET, medicamentos marcados con radionucleidos emisores de positrones producidos en ciclotrones.

La ley 25/90 del Medicamento considera en su capítulo cuarto a los radiofármacos como medicamentos especiales y establece las normas exigibles para su fabricación y para su preparación extemporánea. Estas normas se desarrollan posteriormente y de forma más detallada en el Real Decreto 479/93, por el que se regulan los medicamentos radiofármacos de uso humano. Con fecha 29/09/2022 se publica la nueva Orden SND/939/2022, de 29 de septiembre de 2022, por la que se aprueban las normas de correcta preparación extemporánea de radiofármacos.

Atendiendo a esta normativa, la preparación extemporánea de los radiofármacos se efectuará, exclusivamente, en Unidades de Radiofarmacia, siguiendo las Normas de Buena Práctica Radiofarmacéutica. El responsable de estas Unidades y del buen uso de estos medicamentos será un Especialista en Radiofarmacia.

Estas Unidades deben cumplir los requisitos constructivos y técnicos establecidos en la normativa vigente y estar acreditadas o autorizadas por los organismos competentes.

El Especialista en Radiofarmacia, responsable de una Unidad de Radiofarmacia, deberá:

- Asegurar que el aprovisionamiento, preparación, control, documentación y conservación de los radiofármacos se realiza de acuerdo con las Normas antes citadas y con la legislación vigente.
- Establecer y firmar las instrucciones específicas de preparación y control de los radiofármacos.
- Comprobar el correcto mantenimiento de los locales y equipos utilizados en la preparación, control y conservación de los radiofármacos.
- Garantizar la calidad de los radiofármacos preparados y conservar el resultado de los controles y verificaciones realizados.

Las Unidades de Radiofarmacia deberán establecer un programa de garantía de calidad que desarrolle los procedimientos pertinentes para que cada uno de los radiofármacos preparados cumpla las especificaciones establecidas y reúna la calidad requerida para su administración. La especialidad tiene una duración de tres años.

La formación especializada de Radiofarmacia tiene una duración de 3 años y se puede acceder a partir de las licenciaturas en Farmacia, Química, Bioquímica y Biología.

La actividad asistencial de la Unidad de Radiofarmacia en el Hospital Universitario de Bellvitge consta de:

- Radiofarmacia
- Laboratorio de Medicina Nuclear

En el laboratorio de Medicina Nuclear se realizan pruebas “in vitro” que se basan en la administración oral o endovenosa de un radiofármaco y el posterior recuento de las muestras de los líquidos fisiológicos en los que se ha distribuido.

## **RESIDENTE DE PRIMER AÑO (R1)**

### **ROTACIONES**

Radiofísica: 1 mes

Unidad de Radiofarmacia: 9 meses

Medicina Nuclear-Terapia: 1 mes

### **1.1 RADIOFÍSICA (1 MES)**

#### **Objetivos:**

- Introducción a la medicina nuclear
- Principios físicos I: el átomo, la radiación y la actividad
- Principios físicos II: interacción de la radiación con la materia. Generadores y producción de radionucleidos.
- Detectores de radiación I: principios de funcionamiento y tipos de detectores
- Detectores de radiación II: espectrografía con NaI(Tl), contadora i otros detectores
- Estadística de cuentas y estadística para la imagen y radiofarmacia
- La gammacámara: propiedades y formación de la imagen
- La imagen digital y tipos de estudios en medicina nuclear
- Reconstrucción tomográfica
- Problemas de la imagen SPECT: efecto mostreo, efecto volumen parcial y atenuación
- La imagen PET
- Cuantificación a MNU: principios de la imagen cuantitativa en PET y SPECT
- Imatgen híbrida: la CT y la MRI
- Artefactos en MNU
- Protección radiológica
- Principios de radiobiología
- Terapia: principios
- Otros: aplicación de MNU en radioterapia

#### **Conocimientos a adquirir**

- Normas de radioprotección
- Funcionamiento de los detectores
- Fundamentos en la adquisición de imágenes PET y SPECT

#### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre parèntesis)**

- Conocer las principales normas de radioprotección del Servicio (1)
- Conocer los fundamentos de los detectores com de los equipos SPECT/CT y PET/CT (1-2)
- Colaborar en la elaboración de la memoria anual de la IRA



## **1.2 UNIDAD DE RADIOFARMACIA (9 MESES)**

### **1.2.1. RECEPCIÓN, ALMACÉN, CONSERVACIÓN Y SELECCIÓN DE RADIOFÁRMACOS**

#### **Objetivos**

- Realizar la correcta recepción, almacén y conservación de los radiofármacos y del material sanitario en relación con su utilización, así como conocer las implicaciones legales de estos procesos.
- Correcto archivo de la documentación asociada a la recepción de los radiofármacos.
- Seleccionar los radiofármacos para el uso racional de los mismos, así como la evaluación y seguimiento de este proceso.

#### **Conocimientos a adquirir:**

El residente de Radiofarmacia deberá aprender:

- Cómo recepcionar cualquier radiofármaco o kit frío que nos llegue a la unidad.
- El concepto de selección de los radiofármacos como un proceso multidisciplinar y participativo, que garantice la disponibilidad de los radiofármacos necesarios, basado en criterios de eficacia, seguridad, calidad y coste.
- Las funciones de la unidad de radiofarmacia, como impulsora de la utilización racional de los radiofármacos.
- La metodología de la selección de los radiofármacos basada en criterios objetivos de los servicios que los demandan.

#### **Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

En esta etapa deberá adquirir experiencia en:

- Aplicar métodos basados en criterios objetivos para la selección de radiofármacos (2).
- Establecer pautas de utilización de los radiofármacos (2).
- Establecer normas para la correcta utilización de los radiofármacos (2).
- Adquirir radiofármacos usados en la Unidad (2).
- Controlar la recepción, condiciones de almacenamiento y de la caducidad tanto farmacéutica como radionucleídica (1).
- Elaborar informes en relación con las condiciones de conservación y almacenaje dirigidos al personal implicado en su utilización (2).

### **1.2.2 TRABAJO EN CONDICIONES ASÉPTICAS Y DE PROTECCIÓN RADIOLÓGICA**

#### **Objetivos**

Conocer y aplicar el trabajo de preparación de radiofármacos en condiciones de asepsia.

#### **Conocimientos a adquirir**

El residente de radiofarmacia deberá poseer conocimientos sobre:

- Normas para el trabajo en salas limpias, cabinas de flujo, laminar y aisladores.
- Monitorización ambiental, controles biológicos, control de partículas, presión en las salas, temperatura, flujo de aire, humedad y renovaciones del aire.
- Las normas de Buena Práctica Radiofarmacéutica.
- La naturaleza y la interacción de las radiaciones ionizantes, sus riesgos y la prevención de los mismos.
- Los fundamentos físicos, tecnológicos y de operación de las instalaciones radiactivas de diagnóstico, terapia e investigación con fuentes no encapsuladas, así como del proyecto y los procedimientos de operación y control de los mismos.
- La normativa técnico-legal de aplicación a la explotación de las instalaciones radiactivas, la documentación preceptiva y los límites y condiciones impuestos en la autorización concedida.
- Normas para limitar la dosimetría de la radiación del personal.
- Técnicas de descontaminación de material, equipos y personal.
- Medida de la dosimetría personal: Dosis efectiva y dosis equivalente.
- Monitorización de la contaminación de superficies y de los niveles de radiación ambiental.
- Estanqueidad de las fuentes encapsuladas.
- Gestión interna de los residuos radiactivos y biológicos.
- Las funciones del Consejo de Seguridad Nuclear, las solicitudes de funcionamiento de una instalación radiactiva, las ampliaciones de una solicitud y la realización de la Memoria anual.

#### **Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Preparar soluciones radiactivas en cabinas con protección microbiológica del producto y con protección radiológica del operador y del ambiente (2).
- Conocer e interpretar los resultados de los controles microbiológicos que se realizan periódicamente (1).
- Conocer e interpretar los resultados de los controles de aire, sala y cabinas que se realizan periódicamente (1).
- Conocer y realizar actividades relacionadas con la dosimetría personal y de áreas, la gestión de los residuos radiactivos, procedimientos de descontaminación y estanqueidad de las fuentes encapsuladas (1).

### 1.2.3 PREPARACIÓN EXTEMPORÁNEA DE RADIOFÁRMACOS Y SU DISPENSACIÓN

#### Objetivo:

- Eludir los generadores de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  según el tipo que sea y calcular la actividad teórica que se obtendrá en cada elución y calcular el rendimiento de elución.
- Realizar la preparación extemporánea de los radiofármacos que se preparan en la Unidad, así como su dispensación.
- Dispensar las dosis de los radiofármacos que vienen listos para su uso.
- Manejar y realizar el control de calidad de los activímetros utilizados para la preparación y dispensación de los radiofármacos.
- Conocer las indicaciones, farmacocinética y efectos adversos de los radiofármacos de diagnóstico y terapia.

#### Conocimientos a adquirir

- Generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ : Rendimiento de elución. Masa de Tecnecio ( $^{99}\text{Tc}$ )
- Procedimientos para el marcaje de todos los equipos reactivos usados en la Unidad de Radiofarmacia con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (HMDP, MAA, HMPAO, MIBI etc.),  $^{111}\text{In}$  (Octreótido) y otros radionucleidos.
- Procedimientos para la obtención de dosis individuales a partir de viales multidosis de radiofármacos listos para su uso.
- Procedimientos de adecuación de las preparaciones extemporáneas para su dispensación.
- Documentación generada en todo el proceso.
- Indicaciones, farmacocinética y efectos adversos de los radiofármacos de diagnóstico y terapia.

#### Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)

- Manejo del generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ : Cálculo del rendimiento de elución. Cálculo de la masa de Tecnecio ( $^{99}\text{Tc}$ ) (1)
- Marcaje de todos los equipos reactivos usados en la Unidad de Radiofarmacia con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (HMDP, MAA, HM-PAO, MIBI etc.),  $^{111}\text{In}$  (Octreótido) y otros (2-1).
- Preparación de dosis individuales a partir de viales multidosis de radiofármacos listos para su uso (2-1).
- Adecuación de las preparaciones extemporáneas para su dispensación. Dispensación (2-1).
- Gestionar la documentación generada en todo el proceso (2-1).

### 1.2.4 CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS

#### Objetivo:

- Conocer y saber aplicar las técnicas empleadas para realizar los distintos controles de calidad de los eluidos de los generadores de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ .
- Realizar el control de calidad de los radiofármacos preparados en la Unidad y los que vienen ya preparados.

- Determinar la pureza radioquímica de los radiofármacos preparados en la Unidad y los que vienen ya preparados.

### **Conocimientos a adquirir**

- Métodos de absorción y espectrometría, para la medida de la pureza radionucleídica.
- Técnicas cromatográficas para la medida de la pureza radioquímica: Cromatografía papel. Cromatografía capa fina. Extracción en fase sólida. Extracción con solventes orgánicos, etc.
- Procedimientos para el control de calidad del generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ : Pureza química ( $\text{Al}^{3+}$ , pH). Pureza radioquímica y pureza radionucleídica ( $^{99}\text{Mo}$ )
- Procedimientos para la determinación de la pureza radioquímica de todos los radiofármacos recibidos y preparados en la unidad de radiofarmacia.

### **Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Analizar la pureza radionucleídica (presencia de  $^{99}\text{Mo}$ ) del generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  (1).
- Dominar las técnicas cromatográficas empleadas en la medición de la pureza radioquímica: Cromatografía papel. Cromatografía capa fina. Extracción en fase sólida. Extracción con solventes orgánicos, etc. (2-1).
- Realizar el control de calidad del generador de  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ : Pureza química ( $\text{Al}^{3+}$ , pH) y pureza radioquímica (2-1).
- Analizar la pureza radioquímica de todos los radiofármacos recibidos y preparados en la unidad de radiofarmacia (2-1).

## **1.2.5 APLICACIÓN DE RADIOFÁRMACOS EN PRUEBAS DIAGNÓSTICAS BASADAS EN LA MEDICIÓN DE LA RADIOACTIVIDAD EN MUESTRAS BIOLÓGICAS.**

### **Objetivo:**

- Saber el procedimiento para realizar la prueba del Filtrado Glomerular y los cálculos para su determinación.
- Saber el procedimiento para realizar la prueba del Volumen Globular y los cálculos para su determinación.
- Saber el procedimiento para realizar la prueba de la cinética plaquetaria y los cálculos para determinar la supervivencia y recuperación plaquetaria, así como los diferentes índices.
- Saber el procedimiento para realizar la prueba del aliento para la determinación de la *Helicobacter pylori* ( $^{13}\text{C}$ -UREA) y las diferentes técnicas de análisis.
- Interpretar los resultados de las diferentes pruebas y realizar los informes.

### **Conocimientos a adquirir**

- Conocer las bases fisiopatológicas y la tecnificación de las siguientes pruebas: Volumen globular, Flujo plasmático renal efectivo, Filtrado glomerular, cinética plaquetaria, Pruebas del aliento con isótopos no radiactivos ( $^{13}\text{C}$ -UREA).

#### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Realizar e informar las siguientes pruebas: Volumen globular y Volumen plasmático, Flujo plasmático renal efectivo, Filtrado glomerular, Pruebas del aliento con isótopos no radiactivos ( $^{13}\text{C}$ -UREA), cinética plaquetaria. (3-2)

### **1.2.6 MARCAJE Y CONTROL DE CALIDAD DE ELEMENTOS CELULARES DE LA SANGRE**

#### **Objetivo:**

- Conocer y realizar las técnicas de marcaje de hematíes, leucocitos, plaquetas y transferrina con radiofármacos.
- Realizar los controles de calidad de estos elementos marcados.

#### **Conocimientos a adquirir**

- Técnicas empleadas en el marcaje de hematíes con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (in vitro, in vivo e in vivo-vitro).
- Técnicas empleadas en el marcaje de leucocitos con  $^{111}\text{In}$ -Oxina y  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  HMPAO: Técnicas de separación. Gradientes de densidad. Viabilidad de los leucocitos: Tests de exclusión.
- Técnicas empleadas en el marcaje de plaquetas con  $^{111}\text{In}$ -Oxina. Agregación Plaquetaria. Efectos de la osmolaridad en la función plaquetaria.

#### **Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Marcaje de hematíes con  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (in vitro, in vivo e in vivo-vitro). Verificación de la ausencia de esferocitos en la suspensión celular final (2-1).
- Marcaje de leucocitos con  $^{111}\text{In}$ -Oxina y  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  HM-PAO (2-1).
- Verificación de la viabilidad de los leucocitos mediante el test de exclusión del azul de Tripan (2-1).
- Marcaje de plaquetas con  $^{111}\text{In}$ -Oxina (2-1).

### **1.2.7 REALIZACIÓN PEDIDOS MNU CONVENCIONAL + TERAPIA ( $^{131}\text{I}$ – $^{177}\text{Lu}$ )**

#### **Objetivo:**

- Conocer la dinámica de funcionamiento de programaciones para radiofármacos de medicina nuclear convencional (kits fríos, generadores, radiofármacos listos para su uso)
- Conocer la dinámica de funcionamiento de programaciones para radiofármacos de terapia  $^{131}\text{I}$  (Tiroides) y  $^{177}\text{Lu}$  (TNE y próstata)

#### **Conocimientos a adquirir**

- Conocer los proveedores de los diferentes radiofármacos de MNU convencional y terapia ( $^{131}\text{I}$  (Tiroides) y  $^{177}\text{Lu}$  (TNE y próstata))
- Conocer como se distribuye la programación según días de la semana y horarios en los equipos disponibles (3 gammacámaras)
- Conocer las vías y diferentes plataformas para la solicitud de dosis a los diferentes proveedores.

- Cómo gestionar las cancelaciones que puedan surgir de lotes rechazados de radiofármacos de MNU convencional y terapia ( $^{131}\text{I}$  (Tiroides) y  $^{177}\text{Lu}$  (TNE y próstata) o bien reprogramaciones de pacientes.
- Solicitudes de radiofármacos vía uso compasivo si aplica.

#### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Envío de pedidos de radiofármacos de MNU convencional y terapia ( $^{131}\text{I}$  (Tiroides) y  $^{177}\text{Lu}$  (TNE y próstata)) a los diferentes proveedores (2-1).
- Saber gestionar las cancelaciones de lotes rechazados de producción de radiofármacos de MNU convencional y terapia ( $^{131}\text{I}$  (Tiroides) y  $^{177}\text{Lu}$  (TNE y próstata)) y les reprogramaciones de pacientes (2-1).

### **1.3 SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR -TERAPIA (1 MES)**

#### **Objetivos:**

- Conocer las bases físicas y la utilización de las gammacámaras.
- Conocer las indicaciones principales de las pruebas diagnósticas basadas en la imagen y la distribución fisiológica normal de los radiofármacos.
- Conocer las bases y las indicaciones de las terapias con radiofármacos.

#### **Conocimientos a adquirir**

- Tipos de detectores y gammacámaras
- Proceso de obtención de imágenes gammagráficas planares, SPECT.
- Principales tipos de tratamiento de imágenes.
- Indicaciones principales de las pruebas diagnósticas de Medicina Nuclear basadas en la imagen.
- Biodistribución de los radiofármacos más empleados en las exploraciones gammagráficas.
- Bases e indicaciones de las terapias con los radiofármacos más empleados.

#### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Conocer las principales indicaciones, la biodistribución normal y las principales variaciones fisiopatológicas de los radiofármacos más empleados en las exploraciones gammagráficas:  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Difosfonatos,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAG3,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Tetrofosmina,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ECD,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Nanocoloides,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Macroagregats,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Pertecnetat,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Hematies,  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Leucocitos,  $^{67}\text{Ga}$ -citrat,  $^{131}\text{I}$ -Iodur sódico,  $^{111}\text{In}$ -Octreótide,  $^{123}\text{I}$ -Ioflupano,  $^{111}\text{In}$ -plaquetas (2-1).
- Procesar la adquisición de las imágenes obtenidas en el estudio de la Cinética Plaquetaria y realizar el informe (2-1).
- Conocer las indicaciones de las terapias con los siguientes radiofármacos:  $^{131}\text{I}$ -ioduro sódico,  $^{177}\text{Lu}$ -DOTATATE/DOTATOC,  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA,  $^{90}\text{Y}$ -Coloidal,  $^{32}\text{P}$ -Fosfat (1)



## **ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (R1)**

### **Cursos obligatorios del Hospital:**

Curso de Bioética. Valores y actitudes profesionales (2 horas) Curso de RCP (1,5 h)  
Curso de Manejo de la Información Clínica (3 horas) Curso de calidad y seguridad del paciente (20 horas)  
Curso de Prevención de Riesgos Laborales y Plan de Emergencias (2h) Curso de Buenas Prácticas en el día a día en el hospital (1 h)  
Curso de postgrado (Universidad de Barcelona) de actualización en patología médico-quirúrgica HUB.

### **Presentación de sesiones (unidad, servicio, residentes, bibliográficas):**

Participación en alguna de las sesiones de residentes de Radiofarmacia que organiza la Unidad sobre temas teóricos del programa de formación oficial (6/año)  
Participación en la organización, de alguna sesión de revisión de tema monográfico o bibliográfica del Servicio de Medicina Nuclear (1/año)

### **Asistencia a Jornadas / Cursos / Congresos:**

Asistencia a las sesiones trimestrales de la Societat Catalana de Medicina Nuclear.  
Asistencia a la Jornada de la Societat Catalana de Medicina Nuclear.  
Curso obligatorio de capacitación para supervisores de instalaciones radiactivas.

### **Participación en Jornadas / Congresos:**

Colaborar con los facultativos de staff en la preparación de comunicaciones a los Congresos y Jornadas de la especialidad.

### **Otras actividades:**

Asistencia obligada a las sesiones del servicio donde esté rotando.  
Asistencia obligada a las sesiones específicas sobre aspectos teóricos del programa de formación especializada de Radiofarmacia que organiza la Unidad y en la que participan todos los residentes de Radiofarmacia de Barcelona.

## **RESIDENTE DE SEGUNDO AÑO**

### **(R2) ROTACIONES**

Unidad de radiofarmacia: 9.25 meses

Farmacia Hospitalaria: 0.5 meses

Farmacia Hospitalaria Oncológica: 0.25 meses

Unidad PET: 1 mes

## **2.1 UNIDAD DE RADIOFARMACIA (9.25 MESES)**

### **2.1.1. REALIZACIÓN PEDIDOS PET**

#### **Objetivo:**

- Conocer la dinámica de funcionamiento de programaciones para radiofármacos PET así como la solicitud de los correspondientes radiofármacos.

#### **Conocimientos a adquirir**

- Conocer los proveedores de los diferentes radiofármacos PET disponibles y qué radiofármacos nos pueden proveer.
- Conocer como se distribuye la programación según los días de la semana y horarios en los equipos disponibles (2 PET/CT y 1 PET/RM)
- Conocer las vías y diferentes plataformas para la solicitud de dosis a los diferentes proveedores.
- Cómo gestionar las cancelaciones que puedan surgir de lotes rechazados en la producción de radiofármacos PET o bien reprogramaciones de pacientes.
- Solicitudes de radiofármacos PET vía uso compasivo si aplica.

#### **Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Envío de pedidos de radiofármacos PET a los diferentes proveedores (2-1).
- Saber gestionar las cancelaciones de lotes rechazados en la producción de radiofármacos PET y las reprogramaciones de pacientes (2-1).
- Solicitud de radiofármacos PET vía uso compasivo

### **2.1.2. TERAPIA: TÉCNICAS DE RADIOEMBOLIZACIÓN, PREPARACIÓN DISPOSITIVOS MÉDICOS - DISPENSACIÓN XOFIGO (223Ra)**

#### **Objetivo:**

- Conocer los diferentes dispositivos médicos para las técnicas de radioembolización y su selección en función de las patologías.
- Preparación de las cajas de los diferentes dispositivos médicos disponibles en el mercado indicados para radioembolización
- Solicitud de dosis de dispositivos médicos

- Solicitud de dosis de Xofigo y dispensació dosis de Xofigo

**Conocimientos a adquirir**

- Cómo se seleccionan los diferentes dispositivos médicos para la técnica de radioembolització en función de las patologías
- Preparación de las cajas de radioembolización
- Dispensación dosis de Xofigo

**Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Preparación de las cajas de radioembolización (2-1).
- Dispensación dosis de Xofigo (2-1).

**2.1.3. USO, MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN RADIOFARMACIA****Objetivo:**

- Conocer y realizar el uso, mantenimiento y la calibración de los equipos utilizados en la Unidad de Radiofarmacia.

**Conocimientos a adquirir**

Conocer la utilización, el mantenimiento y la calibración de los siguientes equipos:

- Activímetro
- Monitores de radiación y contaminación
- Contadores de centelleo sólido.
- Radiocromatógrafo
- Centrífugas
- Balanza de precisión
- pH-metro
- HPLC

**Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

Realizar las siguientes operaciones de cada equipo:

- Activímetro: Exactitud, estabilidad, linealidad y efecto geométrico (2-1).
- Monitores de radiación y contaminación: Eficiencia, actividad mínima detectable (2-1).
- Contadores de centelleo sólido: Eficiencia, resolución, linealidad, constancia, actividad mínima detectable, estadística de conteo (2-1).
- Radiocromatógrafo: Sensibilidad, resolución, linealidad, estabilidad (2-1).
- Balanza de precisión: Precisión (1).
- pH-metro: Calibración a pH 4 y a pH 7 (1).

## **2.1.4 CUALIFICACIÓN DE SALAS Y CABINAS**

### **Objetivo:**

- Conocer y aplicar las principales técnicas empleadas en la cualificación de las salas y cabinas de seguridad biológica empleadas en la preparación de radiofármacos.
- Tomar muestras microbiológicas de la sala y cabinas de seguridad biológica empleadas en la preparación de radiofármacos.

### **Conocimientos a adquirir**

- Bases y técnicas empleadas para analizar el número y tamaño de partículas de una muestra de aire.
- Bases y técnicas empleadas para realizar el control de microorganismos en superficies de trabajo y muestras de aire. Unidades formadoras de colonias.
- Técnicas empleadas para analizar la presión diferencial entre distintas áreas y la tasa de renovación del aire.
- Técnicas empleadas para compatibilizar la protección del radiofármaco, la del operador y la del entorno.
- Clasificación de salas y cabinas. Criterios GMP.

### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Interpretar correctamente los informes realizados por una empresa externa que analiza periódicamente el número y tamaño de partículas, la presión diferencial entre distintas áreas y la tasa de renovación del aire de las distintas áreas y cabinas de la Unidad (2-1).
- Interpretar correctamente los informes realizados por la Unidad Básica de Protección de los controles biológicos que se realizan periódicamente (2-1).

## **2.1.5 PROGRAMA DE GARANTÍA DE CALIDAD**

### **Objetivo:**

- Revisión de la Nueva Orden “Orden SND/939/2022”, de 29 de septiembre de 2022, por la que se aprueban las normas de correcta preparación extemporánea de radiofármacos
- Redacción de PNTs
- Revisión documentación asociada a la puesta en marcha de equipos (IQ, OQ, PQ..)
- Revisión documentación asociada al mantenimiento de la sala blanca
- Revisión documentación asociada a las verificaciones de equipos
- Diseño de un plan de garantía de calidad

### **Conocimientos a adquirir**

- Concepto de calidad total aplicada a una Unidad de Radiofarmacia

### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Redacción de PNTs (2-1).
- Registro d'incidencias, desviaciones, fuera de especificaciones (2-1).
- Análisis de riesgos (2-1).
- Revisión de documentación generada por la programa de garantía de qualitat (2-1).

## **2.2 FARMACIA HOSPITALARIA (0.5 MESES)**

### **GESTIÓN DE MEDICAMENTOS**

#### **Objetivos**

- Conocer la legislación y normativa de gestión aplicada a los medicamentos en general y a los radiofármacos en particular.
- Rotación para la sala blanca para conocer su manera de trabajar y conocer las diferentes preparaciones que se llevan a cabo
- Farmacocinética
- Ensayos Clínicos
- Farmacia ambulatoria (visitas y asesoramiento, adherencia y posibles efectos adversos)

#### **Conocimientos a adquirir**

- Preparación en la sala blanca de fórmulas magistrales, nutrición parenteral y medicamentos peligrosos (preparación en sala blanca)
- Conocimientos de Farmacocinética (Digoxina, antiepilépticos..)
- Programa resistencia a antibióticos (PROA)
- Ensayos clínicos: medicación o dispositivos que proporcionen. Gestión.
- Validación prescripción médica
- Medicación de trasplante (asesoramiento, adherencia, posibles efectos adversos)
- Farmacia ambulatoria (medicamentos antimigrañosos, antirretrovirales, inmunosupresores)

#### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Solicitar radiofármacos por vía compasiva y por medicación extranjera (2-1).
- Realizar un informe de posible reacción adversa a un radiofarmaco (2).
- Realizar una ficha técnica de un radiofarmaco para su inclusión en la Guía Farmacoterapéutica del Hospital (2).

## **2.3 FARMACIA HOSPITALARIA ONCOLÓGICA (0.25 MESES)**

#### **Objetivos:**

- Conocer el funcionamiento de la Unidad de Farmacia del ICO como referente en pacientes oncológicos

#### **Conocimientos a adquirir**

- Conocimiento en el sistema de selección y evaluación de medicamentos para la inclusión en su Guía Farmacoterapéutica
- Conocimiento del programa ESPOQ (desde la prescripción hasta la administración)
- Ajuste de dosis en citostáticos (creatinina /CKD-EPI)
- Rotación con los farmacéuticos para ver el circuito establecido para el Lutathera® y Pluvicto®
- Funcionamiento de la unidad (citostáticos, nutrición parenteral, aminoácidos)
- Ensayos Clínicos

**Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Conocer el circuito de Lutathera<sup>®</sup> y Pluvicto<sup>®</sup> (1)
- Conocer el programa ESPOQ (1)

**2.4 UNIDAD PET DEL SERVICIO DE MEDICINA NUCLEAR (1 MES)**

**Objetivos:**

- Conocer las bases físicas y la utilización de los PET-TC.
- Conocer las indicaciones principales de las pruebas diagnósticas basadas en la imagen y la distribución fisiológica normal de los radiofármacos PET.
- Dispensar dosis de radiofármacos PET manualmente y con el dispensador automático KARL100.

**Conocimientos a adquirir**

- Proceso de obtención de imágenes PET.
- Principales tipos de tratamiento de imágenes.
- Indicaciones principales de las pruebas diagnósticas de la unidad PET.
- Biodistribución de los radiofármacos más empleados en las exploraciones PET.
- Funcionamiento del dispensador automático KARL100.
- Dispensación manual dosis PET

**Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Realizar el cálculo y solicitud de las dosis de los radiofármacos PET: <sup>18</sup>F- FDG, <sup>18</sup>F-Fluorcolina, <sup>18</sup>F-Flutemetamol, <sup>18</sup>F-DOPA, <sup>18</sup>F-PSMA, <sup>68</sup>Ga- DOTATOC, <sup>68</sup>Ga-PSMA. (3)
- Dispensar dosis de radiofármacos PET manualmente y con el dispensador automático KARL100 (2-1).

**ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (R2)**

**Presentación de sesiones (unidad, servicio):**

Participación en las sesiones de residentes de radiofarmacia que organiza la Unidad sobre temas teóricos del programa de formación oficial (4/año) Participación en las sesiones científicas del Servicio de Medicina Nuclear (1/año)

**Asistencia a Jornadas / Cursos / Congresos:**

Asistencia a las sesiones trimestrales de la Societat Catalana de Medicina Nuclear. Asistencia a las Jornadas de la Societat Catalana de Medicina Nuclear. Asistencia al Congreso de la Sociedad Española de Medicina Nuclear. Asistencia a las Jornadas de la Sociedad Española de Radiofarmacia.

**Participación en Jornadas / Congresos:**

Colaborar con los facultativos de staff en la preparación de comunicaciones a los Congresos y Jornadas de la especialidad.



**Publicaciones**

Puede salir como coautor en alguna publicación del servicio cuando haya participado activamente.

**Participación en docencia pregrado / postgrado.**

Participar en la docencia de pregrado, estudiantes y técnicos que roten por el Servicio.

**Otras actividades:**

Asistencia obligada a las sesiones del servicio donde esté rotando.

Asistencia obligada a las sesiones específicas sobre aspectos teóricos del programa de formación especializada de Radiofarmacia que organiza la Unidad y en la que participan todos los residentes de Radiofarmacia de Barcelona.

Asistencia obligada a las sesiones del servicio de Medicina Nuclear.

## **RESIDENTE DE TERCER AÑO**

### **(R3) ROTACIONES**

Unidad de radiofarmacia: 7 meses

Centro productor de radiofármacos emisores de positrones (PET)/experiencia en otros centros nacionales o internacionales: 4 meses

### **3.1 UNIDAD DE RADIOFARMACIA (7 MESES)**

#### **3.1.1 ENSAYOS CLÍNICOS EN TERAGNOSIS**

##### **Objetivo:**

- Conocer la dinámica de funcionamiento de los ensayos clínicos de Fase I, II y III, en que participa la unidad de radiofarmacia y la relación con la unidad de Fase I del ICO

##### **Conocimientos a adquirir**

- Revisión de los protocolos de los diferentes ensayos
- Figuras implicadas desde la puesta a punto de un ensayo hasta el cierre del mismo
- Presenciar visitas de selección, de inicio o de monitorización
- Solicitudes de dosis de ensayo tanto de PET como de terapia
- Estudios de farmacocinética-Contadora Gamma
- Envío de muestras biológicas
- Funciones *data entry*, registro de datos en las diferentes plataformas (constantes, ECG, hora de inicio y administración, actividad administrada ...)

##### **Habilidades y Niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Solicitudes de dosis tanto de PET como de terapia (2-1).
- Estudios de farmacocinética-Contadora Gamma (2-1).
- Envío de muestras biológicas (2-1)

### **3.2 CENTRO PRODUCTOR DE RADIOFÁRMACOS EMISORES DE POSITRONES /EXPERIENCIA EN OTROS CENTROS NACIONALES O INTERACIONALES (4 MESOS)**

##### **Objetivo:**

- Conocer el proceso de producción y comercialización de radiofármacos emisores de positrones.

##### **Conocimientos a adquirir**

- Funcionamiento de un ciclotrón.
- Obtención de  $^{18}\text{F}$ ,  $^{11}\text{C}$  y otros isótopos PET en un ciclotrón.
- Síntesis de  $^{18}\text{F}$ FDG
- Síntesis de otros radiofármacos marcados con  $^{18}\text{F}$
- Síntesis de un radiofármaco de  $^{11}\text{C}$ .

- Control de calidad de radiofármacos PET. La Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC): Equipos (bomba, gradientes, inyector, columnas, detectores, etc.) Cromatografía de intercambio iónico. Cromatografía en fase reversa. Controles físicos y químicos. Controles biológicos: esterilidad y apirogenez. Técnicas colorimétricas.
- Normas GMP aplicadas a la producción de radiofármacos PET.
- Funcionamiento de un generador  $^{68}\text{Ge}/^{68}\text{Ga}$  y preparación extemporánea de radiofármacos con  $^{68}\text{Ga}$ .
- Radioprotección y protección del producto en la producción de radiofármacos PET.
- Experimentación animal con radiofármacos PET: Modelos compartimentales, estudios de biodistribución, farmacocinética y programas de cálculo.

#### **Habilidades y niveles de responsabilidad (entre paréntesis)**

- Acondicionar y preparar el módulo para la síntesis de  $^{18}\text{F}$ FDG,  $^{18}\text{F}$ -Colina,  $^{18}\text{F}$ -Dopa,  $^{18}\text{F}$ -PSMA,  $^{11}\text{C}$ -PIB,  $^{11}\text{C}$ - Metionina<sup>(2)</sup>.
- Realizar el control de calidad de la  $^{18}\text{F}$ FDG,  $^{18}\text{F}$ -Colina,  $^{18}\text{F}$ -Dopa,  $^{18}\text{F}$ -PSMA,  $^{11}\text{C}$ -PIB,  $^{11}\text{C}$ - Metionina<sup>(2)</sup>
- Aplicar las normas GMP en la producción de  $^{18}\text{F}$ FDG,  $^{18}\text{F}$ -Colina,  $^{18}\text{F}$ -Dopa,  $^{18}\text{F}$ -PSMA,  $^{11}\text{C}$ -PIB,  $^{11}\text{C}$ - Metionina<sup>(2)</sup>
- Aplicar las normas GMP en el mantenimiento y calibraciones de equipos

### **ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS (R3)**

#### **Cursos:**

Curso de bioestadística y programa informático de estadística SPSS o similar.

#### **Presentación de sesiones (unidad, servicio, residentes, bibliográficas):**

Participación en las sesiones de residentes de radiofarmacia que organiza la Unidad sobre temas teóricos del programa de formación oficial (2/año) Participación en las sesiones bibliográficas sobre radiofarmacia que organiza la Unidad (2/año)  
Participación en las sesiones científicas del Servicio de Medicina Nuclear (1/año)

#### **Asistencia a Jornadas / Cursos / Congresos:**

Asistencia a las sesiones trimestrales de la Societat Catalana de Medicina Nuclear. Asistencia a las Jornadas de la Societat Catalana de Medicina Nuclear. Asistencia al Congreso de la Sociedad Española de Medicina Nuclear Asistencia a las Jornadas de la Sociedad Española de Radiofarmacia

#### **Participación en Jornadas / Congresos:**

Presentar una comunicación como primer autor en alguno de los Congresos y Jornadas de la especialidad.

#### **Publicaciones**

Publicar un artículo científico como autor principal o como coautor en alguna publicación de la especialidad.

**Participación en docencia pregrado / postgrado**

Participar en la docencia de postgrado, pregrado, estudiantes y técnicos que roten por el servicio.

**Otras actividades:**

Asistencia obligada a las sesiones del servicio donde esté rotando.

Asistencia obligada a las sesiones específicas sobre aspectos teóricos del programa de formación especializada de Radiofarmacia que organiza la Unidad y en la que participan todos los residentes de Radiofarmacia de Barcelona.

Asistencia obligada a las sesiones del servicio de Medicina Nuclear