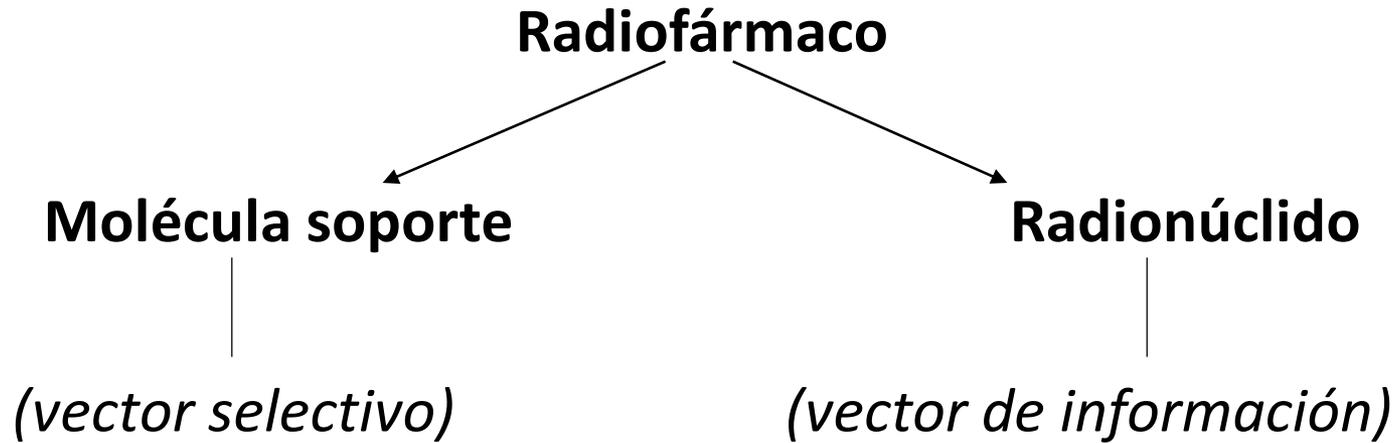


BRAQUITERAPIA METABÓLICA



En terapia terapéutica se utilizan radionúclidos emisores β^- , que poseen un poder ionizante para actuar contra la lesión; su pobre poder de penetración limita su radio de acción a escasos milímetros.

Los más utilizados son:

- . **Iodo¹³¹** para el tratamiento del hipertiroidismo y el cáncer diferenciado de tiroides,
- . **Fósforo³²** en el tratamiento de cánceres mieloproliferativos,
- . **Itrio⁹⁰, Renio¹⁸⁶ y Erblio¹⁶⁹**, en la sinoviortesis radioisotópica.
- . **Estroncio⁸⁹, Renio¹⁸⁶ y Samario¹⁵³**, en el tratamiento paliativo del dolor producido por metástasis óseas.

TIPOS DE TERAPIAS:

- **Terapia antiinflamatoria:**

Itrio⁹⁰, Renio¹⁸⁶, Erblio¹⁶⁹ y Oro¹⁹⁸.

Se administran en cavidades corporales.

- **Terapia metabólica:**

Radiofármacos con fines terapéuticos.

Iodo¹³¹ : neoplasias de la glándula tiroides.

Estroncio⁸⁹ y Samario¹⁵³ : metástasis óseas.

Fósforo³² : depresor medular.

PREPARACIÓN DE RADIOFÁRMACOS.

En la preparación de un radiofármaco deben distinguirse 3 procesos fundamentales:

- Producción de radionúclido (vector de información, v.i.).
- Síntesis de compuesto no radiactivo (vector selectivo, v.s.).
- Proceso formación del radiofármaco, es decir, reacción del radionúclido con el compuesto no radiactivo.

PRODUCCIÓN DE RADIONÚCLIDOS.

Los radionúclidos mencionados pueden ser producidos en reactores nucleares:

Los neutrones son muy eficaces en la producción de radionúclidos debido a que no poseen carga eléctrica y, por tanto, no experimentan la revolución del núcleo. Las energías de los neutrones producidos en los reactores nucleares son muy variables, de ahí que su energía cinética o de movimiento sean variables.

Consideramos:

- Reacción nuclear
 - Blanco
- Condiciones de irradiación
- Tratamiento químico del blanco irradiado.

PRODUCCIÓN DE RADIONÚCLIDOS.

La producción de radionúclidos se realiza fundamentalmente mediante las siguientes reacciones nucleares:

- Reacción (n, γ) .
- Reacción (n, γ) seguida de decaimiento.
 - Reacción (n, p) o (n, α) .
 - Reacción $(n, \text{fisión})$.

PRODUCCIÓN DE RADIONÚCLIDOS.

Elección del blanco:

- Su producción ha de ser muy selectiva para evitar posibles nucleidos parásitos incompatibles con los estudios in vivo.
 - Es de gran importancia la pureza química.
 - Se ha de considerar la estabilidad química.
- Habitualmente son metálicos o están constituidos por los óxidos o carbonatos correspondientes.

PREPARACIÓN DE RADIOFÁRMACOS.

Síntesis del compuesto no radiactivo (v.s.):

El segundo paso en la preparación de radiofármacos lo constituye la síntesis orgánica o inorgánica del compuesto radiactivo (vector selectivo - v.s.).

La síntesis puede ser más o menos compleja y dependiendo del estudio clínico a realizar el v.s. puede actuar como transportador del radionúclido al órgano o tejido blanco o al reaccionar con radionúclido constituir un complejo con propiedades químicas y biológicas diferentes.

PREPARACIÓN DE RADIOFÁRMACOS.

En cualquier caso el v.s. debe reunir una serie de requisitos:

- Posibilidad de formulación tipo “kit”.
- Constituir una molécula capaz de experimentar modificaciones químicas y/o sustituciones.
- Máxima estabilidad “in vivo” del producto final a menos que se refiera a una biotransformación para lograr el mayor tiempo posible de permanencia o un rápido tránsito a través del órgano blanco.

Posibilidad de ser radio marcado por simple reacción de intercambio en la fase final de la preparación de radiofármacos de yodo.

PREPARACIÓN DE RADIOFÁRMACOS.

Reacción del radionúclido con el compuesto no radiactivo:

La tercera y última etapa en la preparación de radiofármacos consiste en la reacción de un radionúclido (v.i.) y un compuesto radiactivo (v.s.).

Al preparado radiofarmacológico que constituye el compuesto no radiactivo (v.s.) o vector selectivo, se le conoce con el nombre de equipo reactivo y al elemento radioactivo (v.i.) o vector de información que lo marca se le denomina precursor.

CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS.

Los controles de calidad se llevan a cabo por:

- Eficacia
- Seguridad
- Pureza

Distinguimos dos tipos de controles de calidad:

- Controles biológicos
- Controles fisicoquímicos

El control de calidad de los radiofármacos viene diferenciado esencialmente en el Real decreto 1841/1997, de 5 de diciembre, donde se establecen los criterios de calidad en medicina nuclear

CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS.

Controles biológicos:

- **Esterilidad:** la esterilidad se entiende como la ausencia de microorganismos viables en el radiofármaco. Se utilizan los métodos para la realización del test: cultivo de colonias y radio espirometría.
- **Apirogenicidad:** los pirógenos son polisacáridos o proteínas producidas por el metabolismo de microorganismos o residuos de membranas celulares. Los ensayos habitualmente utilizados son: test de la farmacopea americana (USP) y el test de Limulus Amebocito Lisado (LAL).
 - **Toxicidad:** los radiofármacos no ofrecen respuesta farmacológica debido a que solamente contienen trazas del compuesto químico utilizado como agente quelante del radionúclido con el que se realiza la Unión.
- **Biodistribución:** este ensayo asegura la distribución “in vivo” del radiofármaco y es realizado por el fabricante del “kit frío” utilizando animales de experimentación.

CONTROL DE CALIDAD DE RADIOFÁRMACOS.

Controles fisicoquímicos:

- Apariencia física.
- Tamaño de la partícula.
 - pH.
- Pureza radionucleídica (PRN).
- Pureza radioquímica (PRQ).

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS.

Los radiofármacos deben poseer cualidades para que en su empleo “in vivo” (en diagnóstico o en terapéutica) los beneficios superen a los riesgos.

Características generales:

- Inercia metabólica.
- Afinidad por órgano diana.
- Vida media efectiva corta.
 - Asequibilidad.
- Emisión radioactiva adecuada.
 - Disponibilidad.
- Justificación dosimétrica.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS.

Inercia metabólica:

Propiedad que posee el radiofármaco (RF) a nivel molecular de ser inerte.

Afinidad por órgano diana:

Capacidad selectiva del radiofármaco por un determinado órgano blanco o diana.

Vida media efectiva corta:

Se utilizarán radionúclidos con un $T_{1/2}$ corto y que se eliminen pronto de forma biológica.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS FUENTES RADIATIVAS.

Asequibilidad:

Es la cualidad que posee algo de poder conseguirse.

En un RF se refiere a que se consiga en poco tiempo y que tenga un coste aceptable.

Emisión radiactiva adecuada:

Es preferible utilizar radionúclidos con una vida media corta y una desintegración preferiblemente γ por su gran penetración y su poca ionización.

El radionúclido más empleado es el Tc^{99m} .

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS FUENTES RADIOACTIVAS.

Fácil disponibilidad:

Fácil producción y cantidad adecuada.

Justificación dosimétrica:

El beneficio neto debe ser positivo; el radiofármaco ideal debe poseer una dosis efectiva baja en su aplicación diagnóstica.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CONCRETAS DE ALGUNAS FUENTES RADIATIVAS.

YODO 131 (I^{131})

Se utiliza para el tratamiento del hipertiroidismo y del cáncer de tiroides diferenciado.

Tiene una energía fotónica principal relativamente alta (364 Kev), una vida media prolongada (8 días) y la presencia de emisiones de partículas β .

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CONCRETAS DE ALGUNAS FUENTES RADIATIVAS.

YODO¹³¹



El I^{131} es un RF cuyo principio activo es el Ioduro de Sodio y cuya presentación es una cápsula dura.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CONCRETAS DE ALGUNAS FUENTES RADIOACTIVAS.

YTRIO 90 (Y^{90})

Se utiliza para el tratamiento de masas voluminosas, tumores poco vascularizados y tumores con expresión antigénica heterogénea.

Emite partículas beta puras de energía máxima 2,27 Mev y energía media 939 Kev, con una vida media física de 2,67 días (64 horas) y una penetración máxima de energía en los tejidos de 11 mm.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CONCRETAS DE ALGUNAS FUENTES RADIATIVAS.

FÓSFORO 32 (P³²)

Se utiliza para irradiar localizadamente en enfermedades de la médula ósea.

Emite radiación beta con una energía promedio de 0,7 Mev y una energía máxima de 1,71 Mev.

Su periodo de semidesintegración es de 14,29 días y la emisión β tiene un rango de 3 a 8 mm en el tejido.

RENIO 186 (Re¹⁸⁶)

Presenta una vida media corta de 3,8 días; energía β de 1,07 Mev, una penetración máxima de 3,7 mm y una penetración media de 1,2 mm.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CONCRETAS DE ALGUNAS FUENTES RADIOACTIVAS.

SAMARIO 153 (Sm^{153})

Tiene una energía beta de 640, 710 y 810 Kev; energía γ de 103 Kev que facilita sus imágenes con gammacámara estándar; una vida media corta de 46 horas con una penetración de 3 mm.



(Quadramet solución inyectable)

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS CONCRETAS DE ALGUNAS FUENTES RADIATIVAS.

ERBIO 169 (Er¹⁶⁹)

Emite partículas β con una energía media de 0,34 Mev. Presenta una vida media de 9,5 días y una penetración máxima y media de 1 mm y 0,3 mm respectivamente.

ESTRONCIO 89 (Sr⁸⁹)

Es un emisor β con una energía media de 1,46 Mev y una vida media de 50,5 días. Presenta una penetración máxima de 6 mm.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

El radiofármaco no debe ser metabolizado en vivo antes de su localización en el órgano diana puesto que esto podría ocasionar una baja eficacia, pero en algunos casos, después de su acumulación en el órgano diana del radiofármaco participa en una función metabólica del mismo pudiendo obtenerse así una información funcional de ese órgano.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Mecanismos de acción:

- . Transporte activo.
- . Bloqueo capilar.
- . Secuestro celular.
 - . Fagocitosis.
- . Localización compartimental.
- . Adsorción fisicoquímica.
- . Reacción antígeno-anticuerpo.
 - . Unión de receptores.
 - . Difusión simple.
- . Analogía estructural.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Transporte activo:

Capacidad que poseen determinados órganos de captar contra gradiente determinadas sustancias como ocurre con el iodo por la glándula tiroides

El RF penetrará en la glándula tiroides en mayor o menor medida, dependiendo de la funcionalidad glandular y allí se desintegrará, emitiendo radiación que captarán los detectores (diagnóstico) o haciendo acción terapéutica.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Bloqueo capilar:

Se basa la gammagrafía de perfusión pulmonar. Se administra una suspensión de microesferas o macro agregados de albúmina con un tamaño superior al de los capilares pulmonares donde quedaran atrapadas.

Los radiofármacos que suelen emplearse a nivel diagnóstico son los siguientes:

- Macroagregados de albúmina (M.A.A.): marcados generalmente con Tc^{99m} de tamaño de entre 20 a 50 micras.
- Microesferas de albúmina (M.E.A.): marcados asimismo con Tc^{99m} de tamaño entre 10 a 90 micras.

Permite detectar áreas donde se bloquea la circulación por embolismo pulmonar, estando asegurada la ausencia de compromiso de la circulación pulmonar siempre que se empleen las partículas mencionadas de forma adecuada.

La distribución de las partículas administradas es directamente proporcional a la perfusión regional.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Secuestro celular:

Consiste en aprovechar la capacidad hemolítica del bazo sobre hematíes deformados previamente; por ello, inyectando eritrocitos marcados y sensibilizados con algún agente químico o con calor (generalmente del propio paciente), estos son retirados por el bazo y obtendremos una imagen de este órgano (estudio esplénico).

Generalmente el radionúclido que se emplea para marcar los eritrocitos es el Tc^{99m} .

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Fagocitosis:

Las células del sistema retículo endotelial (S.R.E.) tienen la capacidad de fagocitar partículas de pequeño tamaño con un diámetro comprendido entre 20 y 500 nm.

El flujo hepático sanguíneo permite atrapar el 80% de estas partículas administradas, generalmente de carácter coloidal; la selectividad para su depósito en un órgano u otro va a estar más relacionada con el tamaño de las partículas:

- Partículas pequeñas: se depositarán en la médula ósea.
 - Partículas medianas: se acumularán en el hígado
 - Partículas grandes: son captadas por el bazo.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Se pueden emplear diversos tipos de radiofármacos para estos estudios y, generalmente de tipo tecneciado, siendo los más destacables los siguientes:

- Suspensiones coloidales de fitatos.
 - Sulfuros coloidales.
- Milimicroesferas de albúmina.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Localización compartimental:

La distribución espacial inicial del radiofármaco se restringe a un compartimento definido, como puede ser el sistema circulatorio, líquido cefalorraquídeo y otros.

Consiste por ello en aprovechar la incapacidad de difundir un radiofármaco de forma activa en un compartimento orgánico bien definido, permitiéndonos visualizar dicho compartimento, ya que la radio sustancia no saldría del mismo.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Adsorción fisicoquímica:

Adsorción es el fenómeno por el que un sólido o líquido atrae o retiene en su superficie gases, vapores, líquidos o cuerpos disueltos. Adhesión de átomos, iones o moléculas de un gas, sólido o líquido disuelto a una superficie.

Cuando el radiofármaco se fija en la superficie de una estructura sólida como en el caso del indio 111 - plaquetas sobre la superficie de un trombo activo.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Reacción antígeno-anticuerpo:

Es el caso del empleo de anticuerpos marcados con un radionúclido para que se fijen sobre los antígenos específicos.

Un ejemplo es el indio 111- Oncoscint para localizar carcinoma colorrectal.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Unión a receptores:

Cuando el radiofármaco presenta alta afinidad por los sitios de unión de un determinado receptor, como por ejemplo el indio 111- octeotrido para localizar tumores neuroendocrinos.

Los radio fármacos que se emplean para estos estudios son generalmente neurotransmisores y hormonas.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Difusión simple:

El radiofármaco atraviesa las membranas por difusión simple para unirse a componentes celulares.

Se refiere a la propiedad del radiofármaco (o parte de él), de atravesar membranas biológicas a favor del gradiente (desde donde hay más a donde hay menos de la misma, sin gasto energético añadido).

Se emplea la HMPAO, para que atraviesen la barrera hematoencefálica, en estudios de perfusión cerebral siendo su precursor el Tc^{99m} .

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Analogía estructural:

El radiofármaco que se emplea va a presentar una estructura química del comportamiento biológico similar a la de una biomolécula, de tal forma que la imita.

Se utiliza en diversos estudios de los que destacamos los siguientes:

- Estudios tiroideos: se emplea pertecnestato, ya que el Tc^{99m} posee una estructura, tamaño y relación carga/masa similar al ión yoduro.
- Estudios funcionales de músculo: se usa el cloruro de talio (^{201}Tl), ya que el talio actúa de forma análoga a como lo hace el ión potasio, en la bomba de sodio/potasio a nivel muscular.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

DISTRIBUCIÓN Y ELIMINACIÓN.

Después de la absorción o tras la inyección intravenosa, los radiofármacos se distribuyen y eliminan del organismo de forma similar a la de cualquier otro fármaco. Dependiendo de factores fisiológicos (flujo sanguíneo, situación fisiopatológica) y de las propiedades fisicoquímicas del radiofármaco (liposolubilidad, unión a proteínas plasmáticas) pueden eliminarse inalterados o tras sufrir un proceso de biotransformación metabólica.

Los radiofármacos se unen en distinto grado a las proteínas plasmáticas, principalmente a la albúmina, aunque algunos se unen específicamente a otras proteínas, como es el caso de los iones metálicos de indio y galio que se unen firmemente a la transferrina del plasma.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

En la bio distribución del radiofármaco intervienen factores orgánicos o endógenos, y también otros de carácter externo:

- La gravedad: dependerá de la posición del paciente; aumenta si el paciente está en bipedestación.

Un estudio con M.M.A. (macro agregado con Tc^{99m} que suele usarse para estudios de embolia pulmonar) será diferente de pie o en decúbito.

- La adsorción a superficie: hay que valorar el plástico del catéter de la inyección, ya que puede producirse adsorción superficial en el mismo y alterar su biodistribución.
- La temperatura corporal: puede alterar la biodistribución del radiofármaco.
- El pH: puede alterar la estructura química del radiofármaco y por ello no biodistribuirse de forma adecuada.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Medios de eliminación de un RF:

- Eliminación física:

relacionada con el $T_{1/2}$ del radionúclido, como consecuencia de su desintegración.

- Eliminación biológica:

ligada con la vía excretora que utilice de forma natural el radiofármaco, siendo la más importante la vía renal, ya que la mayoría de los radiofármacos son hidrosolubles y se excretan por la orina.

Va a depender de la ruta metabólica que siga el radiofármaco, esencialmente relacionada con su estructura química.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

Entre las formas de eliminación biológica cabe destacar las siguientes:

- . Vía renal (orina), es la más frecuente, pero requiere que el radionúclido cumpla un requisito que es que sea hidrosoluble.
- . Vía respiratoria: por ella se elimina el agua y gases.
 - . Vía sudorípara (sudor).
- . Vía digestiva (heces), forzando al paciente a tomar grasas para estimular la secreción de bilis.

METABOLISMO DE LOS RADIOFÁRMACOS

WC con diferenciación para eliminación biológica.



DESCONTAMINACIÓN DE SUPERFICIES

Se realizará siempre por “vía húmeda” para evitar la dispersión del radionúclido ambiente, utilizando agua y descontaminante o agua jabonosa.

En esta modalidad de descontaminación se actuará siguiendo los siguientes pasos:

- Se utilizarán batas, guantes y calzas desechables.
- Se realizará una medida de la contaminación inicial.
- Si la contaminación tiene un volumen apreciable del líquido, se recogerán la mayor parte de este con papel de filtro.
- Se frotará el área afectada con papel de filtro de celulosa siempre desde la parte más externa a la interna.

DESCONTAMINACIÓN DE SUPERFICIES

- Se realizará una segunda medida de la contaminación superficial y si persiste la contaminación se limpiará por segunda vez.
- Se realizará una nueva medida. Si la zona sigue contaminada se cubrirá la parte afectada con papel de filtro de material plástico y se señalará la zona indicando:

Zona contaminada, fecha, radioisótopo y actividad (cm²).
- Se notificará al personal del servicio y al supervisor.
- Todo el material utilizado en la descontaminación se tratará, en principio como residuo radiactivo

DESCONTAMINACIÓN DEL PERSONAL

Las medidas serán las siguientes:

- La persona encargada de la protección radiológica preparará las instrucciones y medios para controlar y eliminar cualquier tipo de contaminación que pueda producirse.
- Toda persona que tenga una contaminación interna como consecuencia de algún accidente informará inmediatamente a la persona encargada de la protección radiológica, quién tomará las medidas pertinentes de acuerdo con la gravedad del caso (válido para contaminaciones externas de heridas abiertas).

DESCONTAMINACIÓN DEL PERSONAL

- Las contaminaciones de la piel o de cualquier parte externa del organismo, se tratarán con agua tibia, jabón no abrasivo, cepillo suave y secado posterior. Esta operación se repetirá varias veces hasta que los equipos de control indican que la contaminación desaparecido.
- Si el procedimiento anterior no surte efecto, se avisará al encargado de la protección radiológica que dictaminará los métodos más apropiados a utilizar y la necesidad o no de ejercer una vigilancia médica del caso.

DESCONTAMINACIÓN DE EQUIPOS

Se realizarán los siguientes procedimientos:

- Cualquier material contaminado será sometido a tratamiento sin dilación.
- Para utensilios de trabajo (material de vidrio, herramientas) se utilizarán detergentes comerciales. Si la contaminación persiste, se guardarán en recintos adecuados hasta que la actividad haya decaído a niveles permisibles.
- Cuando sea necesario desmontar un equipo para descontaminarlo se controlará cuidadosamente la intensidad de exposición creada en puntos próximos.

DESCONTAMINACIÓN DE EQUIPOS

- Para el material de vidrio se utilizarán mezcla crómica o soluciones ácidas según los casos y tratamiento en cubetas de ultrasonidos.
 - Los materiales para descontaminación permanecerán siempre próximos al lugar de trabajo y no se utilizarán para otras misiones diferentes.
- El personal utilizará guantes de un solo uso para llevar a cabo la descontaminación de cualquier tipo de materiales.
- Las ropas contaminadas se guardarán hasta que su actividad sea despreciable. Solo entonces se llevarán a lavar.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Las fuentes radiactivas empleadas en las instalaciones radiactivas de los servicios de Medicina nuclear, cuando alcanzan el final de su vida útil, se convierten en residuos que precisan ser eliminados en condiciones seguras.

Además, como consecuencia de la utilización de fuentes radiactivas no encapsuladas, también se produce contaminación radiactiva de materiales diversos, sólidos, líquidos y gaseosos.

La gestión de esos materiales contaminados, así como la de las propias fuentes que han dejado de ser útiles, debe llevarse a cabo con arreglo a los principios generales de protección radiológica.

Son necesarias medidas para minimizar la dosis que, por esa causa, puedan recibir los trabajadores de la instalación.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Un principio básico que ha de aplicarse en el trabajo con material radiactivo es minimizar la generación de residuos.

Las normas y procedimientos pertinentes afectan a las sucesivas fases de la gestión que, a efectos prácticos, pueden identificarse como la siguientes:

Segregación

Control de la actividad

Almacenamiento

Evacuación.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (SÓLIDOS)

Los residuos radiactivos sólidos hospitalarios están constituidos por generadores radio isotópicos, jeringas, viales de vidrio o plástico, filtros, guantes, paños, etc..

Cuando la evaluación final sea por vía convencional, la segregación se realizará en función de la radiación y de la naturaleza del material, separando los que puedan evacuarse directamente y los que necesitan un tiempo de decaimiento. Los recipientes de recogida y almacenamiento (contenedores, bolsas de plástico) se identificarán y se señalarán convenientemente.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (SÓLIDOS)

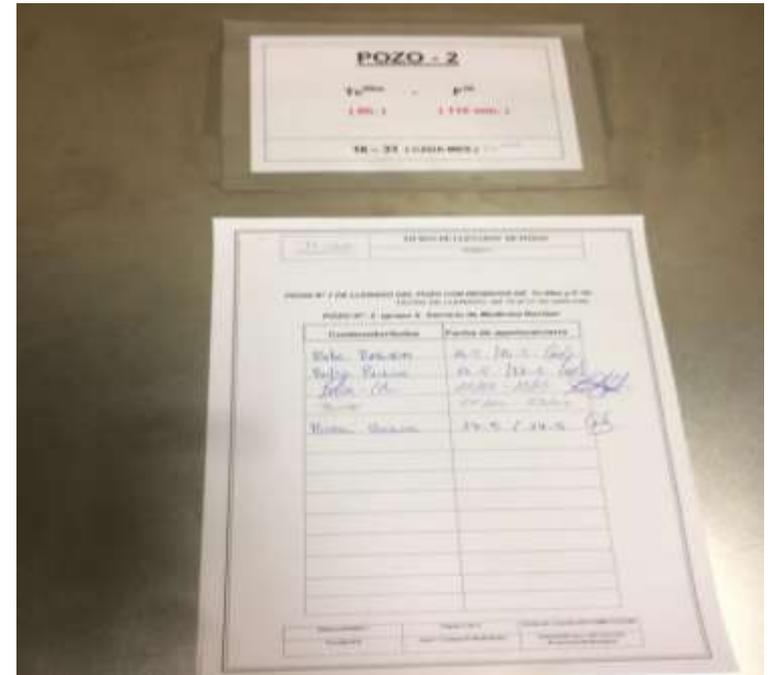
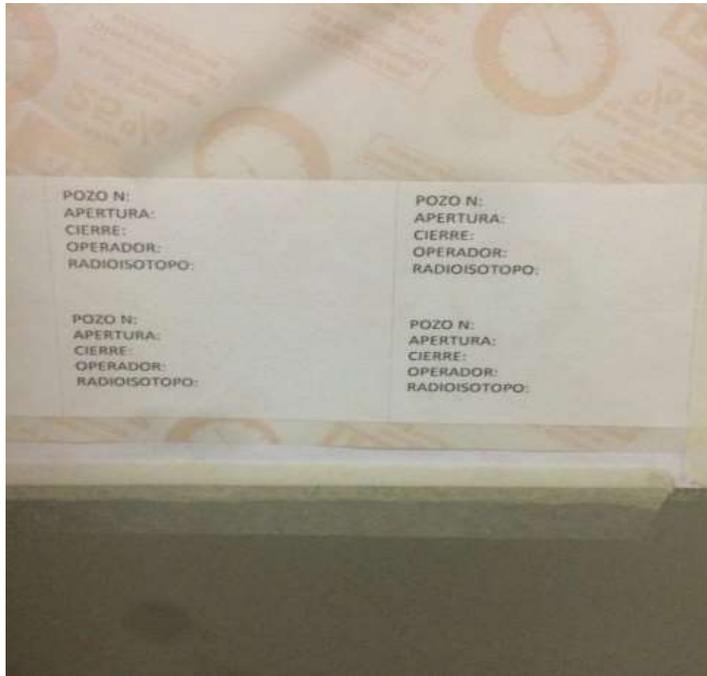
Cuando el recipiente está lleno se procederá a su cierre, sellado y etiquetado. En la etiqueta deberá figurar la fecha de cierre, los radionúclidos presentes y una estimación de su actividad.

En el caso de que la vía de evacuación final sea la retirada por una empresa autorizada para su gestión como residuo radiactivo, la segregación se hará de acuerdo con los criterios de aceptación que establezca dicha empresa.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS



GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS



GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (LÍQUIDOS)

El diseño de la instalación debe permitir:

- . La separación de los efluentes líquidos de los sólidos.
- . La separación de los efluentes líquidos con contenido radiactivo de aquellos que no lo contienen.
- . La separación, según su naturaleza, de los efluentes líquidos con contenido radiactivo en función de su vía de gestión.

La gestión de estos líquidos contaminados con radionúclidos debe llevarse a cabo teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- . Solubilidad en agua.
- . Concentración de los diversos radionúclidos.
- . Período de semidesintegración de los radionúclidos presentes.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (LÍQUIDOS)

Existirán en la instalación sistemas adecuados para la recogida y canalización de los residuos líquidos y procedimientos para la segregación.

Los residuos radiactivos líquidos pueden provenir de soluciones o suspensiones acuosas de sustancias radiactivas sobre la eliminación de los pacientes sometidos a un tratamiento con radionúclidos no encapsulados. Será preciso separar las vías de eliminación de aquellos que pueden evacuarse directamente de los que necesitan un tiempo de decaimiento.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIACTIVOS

Interior de la sala de depósitos líquidos.



GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS



DISPLAY DE NIVELES DE DEPÓSITOS Y ACTIVIDADES

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (LÍQUIDOS)

Será posible descargar, por un lado, los residuos de muchas técnicas de análisis “in vitro” y, por otro, los residuos y excretas procedentes de las técnicas de exploración “in vivo” de pacientes en medicina nuclear, que contienen radiofármacos marcados con radionúclidos de periodo de semidesintegración muy corto.

En el caso de líquidos (con trazas de H-3 y C-14), cuya vía de evacuación final será la retirada por una empresa autorizada, la segregación se hará de acuerdo con los criterios de aceptación que establezca dicha empresa.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (RESIDUOS MIXTOS)

Son los constituidos por los viales o tubos, tanto de cristal como de plástico, en los que están contenidas soluciones marcadas con radionúclidos de período de semidesintegración largo (del orden de años), con líquido de centelleo incorporado.

Cabe destacar las siguientes normas:

- . No es necesario separar el residuo sólido del líquido.
- . Se depositarán tanto los viales como el líquido que contienen en los contenedores de ENRESA especificados por el servicio de protección radiológica.
- . Se etiquetará cada contenedor indicando radionúclido, fecha, servicio de procedencia, laboratorio y número aproximado de viales que contengan.
- . Finalmente se asimilarán a los residuos sólidos.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

SEGREGACIÓN (RESIDUOS MIXTOS)



GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

CONTROL DE LA ACTIVIDAD (SÓLIDOS)

El destino final de los materiales puede ser la evacuación como residuo convencional o como residuo radiactivo.

Los criterios básicos para decidir uno u otro destino son los siguientes:

- Si el nivel de actividad A contenido en el material residuales muy bajo, de forma que no supera un determinado valor N, el material se evacuará por vía convencional, con arreglo a la legislación general que se le aplique.
- Si el nivel de actividad A contenido en el material residual supera el valor N, dicho material habrá de considerarse como residuo radiactivo y ser gestionado por una empresa autorizada.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

CONTROL DE LA ACTIVIDAD (SÓLIDOS)

En la orden de 21 de mayo sobre gestión de materiales residuales sólidos con contenido radiactivo generados en las instalaciones radiactivas de segunda y tercera categoría en las que se manipulen o almacenen isótopos radiactivos no encapsulados (BOE 05/06/2003), se fijan los valores de N, expresados en términos de concentración niveles de actividad para los radionúclidos más habituales. Para el resto de los radionúclidos que no aparecen dicha tabla se tomará el valor de exención establecido en el reglamento de instalaciones nucleares y radiactivas.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

CONTROL DE LA ACTIVIDAD (SÓLIDOS)

En el caso de material residual contaminado por una mezcla de radionúclidos, para que pueda ser gestionado como residuo convencional debe cumplirse la siguiente condición:

$$\sum (C_i / C_{ii}) \leq 1$$

Donde C_i es la concentración en radionúclido i , presente en el material y C_{ii} es el límite establecido en la tabla mencionada en el párrafo anterior para ese radionúclido. El sumatorio debe extenderse a todos los radionúclidos presentes.

Una vez segregados los materiales residuales con contenido radiactivo de los que lo tienen, se determinará o estimará la concentración de actividad de aquellos, para definir la vía de evacuación a seguir.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

CONTROL DE LA ACTIVIDAD (SÓLIDOS)

Se aplicará el procedimiento correspondiente para esa determinación o estimación. No es admisible nunca la mezcla con material inactivo para reducir la concentración de un determinado material residual.

Cada procedimiento contendrá como mínimo lo siguiente:

- Método de medida o estimación utilizado.
 - Equipos de medida utilizados.
 - Lugar de medida.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

CONTROL DE LA ACTIVIDAD (LÍQUIDOS)

Se establecerán procedimientos para determinar la concentración de radiactividad con todos los líquidos, real o potencialmente contaminados, que se produzcan instalación.

En el caso de aquellos cuya vía prevista de eliminación sea su evacuación como residuo radiactivo no será admisible su mezcla con material inactivo para reducir la concentración.

En el caso de los efluentes cuyo destino previsto sea la descarga directa a la red de evacuación de los establecimientos sanitarios, será precisa la vigilancia y control periódico.

Para garantizar que la concentración de radionúclidos se mantiene por debajo de los límites permitidos a partir de los límites de incorporación anual y las condiciones de descarga vigentes.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

CONTROL DE LA ACTIVIDAD (LÍQUIDOS)

Dicha vigilancia y control periódicos se atenderán a un procedimiento que contendrá como mínimo lo siguiente:

- Método de medida o estimación utilizado.
 - Equipos de medida utilizados.
- Lugar de medida: deberá presentar un bajo nivel de radiación ($< o = 0,5$ mSv/h).

En el caso de los líquidos que precisan retención durante un cierto tiempo para reducir su concentración a valores aceptables, se dispondrá de un sistema de depósitos específico.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

ALMACENAMIENTO.

La instalación dispondrá de un lugar adecuado para albergar los materiales residuales con contenido radiactivo que se generen, con la seguridad establecida por el servicio de protección radiológica.

Los depósitos para la retención de residuos líquidos durante el tiempo necesario para la reducción de su actividad, así como los contenedores en que se conservan los residuos líquidos cuyo destino final es la retirada por una empresa autorizada, se ubicarán en uno o varios almacenes específicos.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

ALMACENAMIENTO.

El almacén o almacenes deben estar próximos al lugar de producción.

Siempre que sea posible se diseñarán de forma que la transferencia de los líquidos contaminados se produzca de manera automática y por gravedad. Se reducirá al mínimo la manipulación para evitar la innecesaria exposición de personas a la radiación directa y la probabilidad de contaminación.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS

Para almacenar temporalmente materiales, bien por ser necesario un tiempo de decaimiento para su evacuación por vía convencional o por estar a la espera de su retirada como residuo radioactivo, se dispondrá de un almacén específico. Este almacén puede ser único y centralizado para varias instalaciones ubicadas en el mismo centro.

El servicio de protección radiológica establecerá la gestión de este almacén central.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

Los procedimientos relativos al almacenamiento contemplarán, al menos, los siguientes aspectos:

- Personas que realizarán los traslados.
- Métodos de transporte que utilizarán.
 - Rutas a seguir.
 - Medidas de protección radiológica.
- Aspectos administrativos (registros, controles).

El almacén estará debidamente señalizado conforme con el reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes, y su acceso controlado y cerrado con llave que estará bajo custodia del supervisor.

CONTENEDOR PLOMADO PARA TRANSPORTE DE RESIDUOS RADIATIVOS SÓLIDOS.



GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

EVACUACIÓN.

Toda evacuación de efluentes y residuos sólidos radiactivos requerirá autorización expresa del Ministerio previo informe del CSN, y se ajustará a los límites y condiciones que en la misma se establezcan atendiendo a las características de la práctica. En todo caso deberá quedar identificado el destino de los residuos, sea la evacuación por vía convencional (como residuo biológico) o como residuo radiactivo.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

EVACUACIÓN.

Los niveles de actividad para la emisión de efluentes radiactivos al medio ambiente deberán ser tales que las concentraciones de actividad de los radionúclidos en ellos contenidos y las dosis susceptibles que sean recibidas por la relación a la que potencialmente pueda afectar sean las más bajas razonablemente posibles, teniendo en cuenta factores económicos y sociales.

Dichos niveles serán siempre inferiores a los límites especificados para los miembros del público en el reglamento de protección sanitaria contra las radiaciones ionizantes, y en su caso, aquellos otros valores inferiores que estuvieran establecidos por el CSN.

EVACUACIÓN DE RESIDUOS RADIATIVOS

FICHAS DE EVACUACIÓN DE POZOS
POZO 4

Cálculo
Bolsas 278

FICHA N° 1 DE EVACUACIÓN DEL POZO CON RESIDUOS DE Ga-67, I-131, I-123, In-111, Sm-153, Y-90, Er-169, Tl-201, Re-186:

POZO N°: 4 (grupo II - III) Servicio de Medicina Nuclear

Contenedor/bolsa	Fecha de apertura/cierre	(Bq / cm ²)	Peso (kg)
BOTE	02/05-23/05	Fuondo	1.050 kg
BOTE	23/05-06/07	Fuondo	1.350 kg
BOLSA	07/07-07/07	Fuondo	9.150 kg
BOLSA(Y=)	07/07-08/07	Fuondo	9.490 kg
BOLSA(Ga=)	13/07-13/07	Fuondo	0.700 kg
BOTE	06/07-14/07	Fuondo	1.000 kg
BOTE	14/07-26/07	Fuondo	1.200 kg
BOTE	26/07-12/08	Fuondo	1.250 kg
BOTE	12/08-24/08	Fuondo	1.380 kg

FECHA: 28-04-17 FIRMA: 

Fichero: POZO 1	Página 1 de 1	Fecha de creación 05/11/2009 13:12:00
Versión 8.0	Autor: Unidad de Radiofísica	Autorizado por: Jefe Servicio Protección Radiológica

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

FUENTES RADIATIVAS FUERA DE USO.

Las fuentes utilizadas en medicina nuclear se convierten en residuos radiactivos sólidos cuando, por descenso inaceptable de su actividad u otra causa, no resultan ya aptas para el uso clínico.

En ocasiones, la actividad y características de estas fuentes precisa medidas relativamente complejas para su gestión. Por esta razón, y dadas las características de las instalaciones médicas, es deseable reducir al mínimo las operaciones que con dicho tipo de residuos se llevan a cabo.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

FUENTES RADIATIVAS FUERA DE USO.

. Retirada de fuentes por el suministrador.

El procedimiento normal de eliminación de las fuentes agotadas o fuera de uso será la retirada por la propia entidad que en su momento la suministró.

En el caso de fuentes radiactivas con periodo de semidesintegración medio o largo, los centros e instalaciones prestarán especial atención en el momento de establecer los acuerdos de adquisición para que los contratos correspondientes incluyan una cláusula que comprometa a los suministradores a su retirada posterior, tanto si la fuente ha de ser sustituida por otra como si no es el caso.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

FUENTES RADIATIVAS FUERA DE USO.

. Retirada de fuentes por el suministrador.

Este criterio será aplicable al caso de los generadores de molibdeno 99 y a las fuentes utilizadas en el control de calidad del equipamiento.

Se tomarán medidas para minimizar el tiempo que transcurre desde que la fuente afectada queda fuera del uso clínico y el momento de la retirada por el suministrador.

Durante ese periodo la fuente no se mantendrá en un contenedor que la aloja durante su uso normal sino en otro equivalente con semejante blindaje y semejantes dispositivos para reducir al mínimo las posibilidades de dispersión del material o de contaminación de otros.

FUENTES RADIATIVAS FUERA DE USO.

. Retirada de fuentes por una empresa autorizada.

Cuando el procedimiento previsto en el apartado anterior no sea posible, habrá que concertar con una empresa autorizada (normalmente la empresa nacional de residuos radiactivos, ENRESA) la retirada de las fuentes, para lo cual el centro sanitario habrá de mantener en yugo del correspondiente contrato.

GESTIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS RADIATIVOS

FUENTES RADIATIVAS FUERA DE USO.

. Registros e informes.

Cualquiera que sea la vía de eliminación de las fuentes radiactivas que han estado en uso en una instalación, se llevará a cabo con arreglo a los procedimientos establecidos y con la supervisión del servicio o unidad técnica de protección radiológica correspondiente o, en su defecto, del supervisor a quién se encomienden las labores de protección radiológica.

Se mantendrá un registro de todas las evacuaciones de fuentes que se llevan a cabo en una instalación.