

[Inicio](#) > Aplicación de isótopos en medicina

---

Recursos educativos

Radiación y Rayos X

# Aplicación de isótopos en medicina

Origen: Propias

Tipo:

Teoría

Edad:

Secundaria (12-16)

radiación y rayos x

isótopos

medicina

Imprimir Descargar ficha en PDF

## ¿Tiene aplicaciones médicas las radiaciones ionizantes?

Las radiaciones ionizantes tienen múltiples aplicaciones en el campo de la medicina. La especialidad denominada radiología utiliza los rayos X procedentes de un tubo de rayos catódicos para la realización de múltiples tipos de exploraciones radiológicas diagnósticas. En la especialidad de medicina nuclear se manejan diferentes tipos de isótopos no encapsulados (en forma líquida o gaseosa) que son administrados al paciente o utilizados en laboratorio en pruebas analíticas con fines eminentemente diagnósticos. En el campo de la terapia las radiaciones ionizantes se emplean para el tratamiento de tumores malignos, dando lugar a la especialidad denominada radioterapia.

Además de en estas tres especialidades, las radiaciones ionizantes procedentes de isótopos radiactivos se utilizan ampliamente en el campo de la investigación médica, habiéndose realizado gran número de estudios cinéticos y metabólicos en fisiología humana y animal por medio de radiotrazadores.

El gran desarrollo de estas especialidades se debe, por una parte, a un mejor conocimiento de la física y las aplicaciones de las radiaciones y, por otra, a los continuos avances en los equipos de producción, detección y utilización de las mismas. Los equipos más sofisticados tienen un elevado costo y exigen para su manejo personal multidisciplinario altamente especializado, que incluye no sólo médicos sino también radiofísicos, radiofarmacéuticos y químicos que trabajan en estrecha colaboración. Esto hace que en ocasiones sólo se disponga de estos servicios en grandes centros médicos que sirven a grandes núcleos de población. En la actualidad, en España se cuenta, tanto a nivel de sanidad pública como privada, con múltiples centros que disponen de equipos de última generación y personal bien cualificado.

## ¿Qué es el radiodiagnóstico?

Es el método diagnóstico que consiste en la obtención de imágenes del organismo por medio de un equipo de rayos X. El tubo elemental de rayos X consiste en un filamento incandescente (cátodo) que produce electrones, los cuales son acelerados en el vacío haciéndolos chocar contra un anticátodo, originándose radiación electromagnética denominada rayos X. Todo ello está contenido en una ampolla de vidrio, incluida en una envoltura forrada con plomo, excepto por el orificio de salida de la radiación.

¿A partir del descubrimiento de los rayos X se han logrado enormes mejoras tanto en los equipos utilizados como en los medios de protección, habiéndose ampliado en gran manera las indicaciones de esta especialidad. En la actualidad son posibles estudios de esqueleto, tórax, abdomen, sistema nervioso, tubo digestivo, vías biliares, aparato urinario, vasos, corazón, etc., de forma que no hay órgano que se escape a este tipo de exploraciones.

La imagen radiológica se produce al atravesar el haz de rayos X la zona que se desea explorar y ser absorbidos los rayos X de manera diferente por los tejidos, obteniéndose un haz emergente que presenta variaciones de intensidad, las cuales se hacen visibles mediante sistemas de imagen en pantalla, denominándose entonces la exploración radioscopia o impresionando una película que una vez revelada da lugar a una radiografía.

Las instalaciones más elementales de radiología realizan sólo sencillos estudios radiográficos óseos, de tórax, riñones o de vías biliares. Las instalaciones más completas disponen de mesa basculante para colocar al paciente en distintas posiciones, siendo posible disparar radiografías en los momentos que se desee.

En los grandes hospitales existen equipos de radiología especializados para exploraciones que permiten la visualización de los vasos del sistema circulatorio por medio de la inyección de contrastes yodados, siendo de gran utilidad en exploraciones cerebrales, cardíacas, de extremidades y de abdomen. La radiología utilizada como control de toma de biopsias, evacuación de quistes o realización de maniobras terapéuticas, así como el cateterismo, son exploraciones aún más delicadas que exigen personal superespecializado.

¿La *tomografía axial computarizada* o TAC es un medio radiológico que consiste en la reconstrucción mediante un computador de los cortes de un órgano o zona explorada producidos por un haz de rayos X muy fino que va girando alrededor del mismo.

La *mamografía* es la técnica radiológica utilizada para la exploración de los senos en la mujer, permitiendo el diagnóstico de lesiones mamarias benignas o malignas, incluso de muy pequeñas dimensiones.

La *radiología dental* utiliza equipos y procedimientos especiales como películas o tubos de rayos X intraorales o radiografías ??panorámicas de boca.

## ??¿Qué es la medicina nuclear?

La medicina nuclear es una especialidad médica, de historia relativamente corta, unos 35 años, que utiliza las radiaciones ionizantes procedentes de los radioisótopos o radionucleidos para realización de estudios morfológicos y funcionales de numerosos órganos, así como para las determinaciones radioanalíticas de numerosas sustancias contenidas en el organismo. Para la realización de los estudios sobre los pacientes es necesaria la introducción en el organismo de una pequeña cantidad de sustancia radiactiva denominada radiofármaco, por diferentes vías, generalmente la intravenosa o la digestiva, inhalación, etc. Estas sustancias, por su especial afinidad, se fijan en el órgano que se desea estudiar, emitiendo radiación gamma que es detectada por un equipo denominado gammacámara, cuyo detector se sitúa sobre el órgano a explorar, recibiendo los fotones procedentes del radiofármaco.

Estas señales son transformadas en impulsos eléctricos que son modulados, amplificados y procesados por medio de un ordenador adjunto al equipo, lo que permite la representación espacial del órgano, denominada gammagrafía, sobre una pantalla o placa de rayos X, papel o la visualización de imágenes sucesivas del mismo para el estudio de una determinada función. Recientemente se cuenta con cámaras que permiten la obtención de cortes del órgano según las tres direcciones del espacio, lo que mejora la calidad de los estudios y la sensibilidad diagnóstica.

En algunos centros se dispone de equipos denominados de PET (tomografía de emisión de positrones), que

emplean radionucleidos que emiten positrones en vez de fotones como en los métodos clásicos de medicina nuclear. La calidad de las imágenes obtenidas con estos equipos es superior a la de los convencionales pero, en la actualidad, debido a su alto coste y complicada tecnología, ya que es preciso disponer de un ciclotrón para producir isótopos de vida media ultracorta del orden de minutos u horas, sólo existen equipos comercializados en países con alto nivel de tecnología médica. España dispone de varios de estos equipos en la actualidad, teniendo sus principales aplicaciones en los campos de oncología, cardiología y neurología.

Las ventajas fundamentales de los métodos exploratorios de medicina nuclear son el no ser peligrosos ni molestos para el paciente y el tener efectos secundarios mínimos, ya que la radiación que se recibe es igual o menor a la de estudios radiológicos de rutina.

Las técnicas analíticas denominadas radioinmunoanálisis permiten la detección y cuantificación de numerosas sustancias que están en cantidades muy pequeñas en sangre u orina, y que son muy difíciles de detectar por medios analíticos convencionales. Se realizan gracias a un ingenioso sistema que combina una reacción de unión antígeno-anticuerpo con el marcado con un isótopo, generalmente el yodo-125, de uno de estos dos componentes.

Aunque la medicina nuclear es una especialidad fundamentalmente diagnóstica, los radioisótopos no encapsulados pueden utilizarse como medio de tratamiento en aplicaciones puntuales, hablándose entonces de radioterapia metabólica. Esta consiste en administrar una dosis relativamente grande de sustancia radiactiva en forma líquida por medio de inyección o ingestión para que se acumule en el órgano o lugar tratado, donde actúa por medio de la radiación emitida sobre los tejidos en contacto próximo con ella. La aplicación más frecuente es el tratamiento de pacientes con cáncer de tiroides o hipertiroidismo y, para la realización del mismo, los pacientes son generalmente ingresados en unidades de hospitalización especiales que disponen de habitaciones con medios de radioprotección y son atendidos por personal especializado.

### Aplicación de isótopos en medicina

Image not found  
[http://rinconeducativo.org/sites/default/files/sin\\_titulo56\\_5.jpg](http://rinconeducativo.org/sites/default/files/sin_titulo56_5.jpg)

## ¿Cuáles son las principales aplicaciones diagnósticas de los isótopos?

Prácticamente todas las especialidades médicas pueden beneficiarse de los estudios morfológicos, funcionales y analíticos de la medicina nuclear. Los estudios morfológicos pueden completarse con técnicas exploratorias de imagen radiológicas y ecográficas u otras de reciente adquisición, como la tomografía axial computarizada o la resonancia magnética nuclear.

- Dentro de la especialidad de endocrinología tienen gran interés los estudios gammagráficos tiroideos o suprarrenales, junto con las determinaciones hormonales útiles para el estudio de estos mismos órganos, así como de la hipófisis, problemas de crecimiento, desarrollo sexual, fertilidad, diabetes, etc.
- En la especialidad de cardiología, las aplicaciones se centran sobre todo en el diagnóstico de las alteraciones de la circulación cardíaca que producen cuadros como las anginas o infartos de miocardio, así como en el diagnóstico de las cardiopatías congénitas.
- ???Los estudios pulmonares permiten estudiar la vascularización y ventilación pulmonar, las cuales están afectadas en numerosas enfermedades del aparato respiratorio.
- Las exploraciones de aparato digestivo son muy variadas, incluyendo estudios de la función del esófago y estómago, estudios hepáticos para el diagnóstico de cirrosis, quistes o tumores o estudios de

vías biliares utilizados en presencia de infecciones de vesícula o cálculos biliares. También pueden administrarse comidas que contienen pequeñas cantidades de sustancias radiactivas para estudiar los trastornos de digestión o absorción intestinal.

- La función y morfología del riñón y vías urinarias pueden valorarse mediante técnicas isotópicas que ponen de manifiesto procesos renales, obstrucción de vías urinarias, viabilidad de trasplantes renales, etc.
- En pacientes con traumatismos, infecciones o tumores de los huesos la gammagrafía ósea muestra una acumulación exagerada y anómala del radiofármaco inyectado en las zonas alteradas, lo que permite el diagnóstico de estos procesos.
- En pacientes oncológicos, los estudios convencionales de medicina nuclear y, sobre todo los estudios con PET, permiten realizar el estadiaje del tumor, indispensable para la toma de decisiones terapéuticas.
- Los estudios funcionales del sistema nervioso central son muy útiles en la valoración de pacientes con diversos tipos de demencias, epilepsias, enfermedades vasculares o tumorales, en las cuales los estudios con diferentes isótopos permiten la visualización de zonas funcionalmente afectadas que no pueden diagnosticarse por otras técnicas de estudio puramente de imagen como la tomografía computarizada o la resonancia magnética.
- Dentro del campo de las aplicaciones analíticas de laboratorio tienen gran interés los estudios hormonales endocrinológicos, así como la determinación de los denominados marcadores tumorales que son sustancias producidas específicamente por los tumores y cuya presencia en sangre permite el diagnóstico y seguimiento de los mismos. También se aplican en el estudio de pacientes con enfermedades alérgicas, hepatitis, control antidoping y diferentes estudios hematológicos.

## **¿Cuáles son los isótopos más utilizados en medicina nuclear?**

La medicina nuclear utiliza diferentes tipos de isótopos para sus aplicaciones diagnósticas y terapéuticas. La elección de los mismos está condicionada por la necesidad de que no sean tóxicos, tengan un tipo de emisión radiactiva idónea, baja energía y período de semidesintegración corto, para que la dosis absorbida sea pequeña. Su eliminación debe ser rápida para que el tiempo de permanencia en el organismo no sea prolongado.

Para la realización de estudios sobre pacientes puede utilizarse un radionucleido puro que se fija en el órgano a explorar, como en el caso del radioyodo que es captado por la glándula tiroides, o bien pueden marcarse diferentes moléculas que tengan un gran tropismo para el órgano que se desea estudiar, como los coloides marcados para los estudios gammagráficos hepáticos o los fosfatos marcados para los estudios óseos, en cuyo caso hablamos de radiofármacos.

El isótopo más ampliamente utilizado actualmente en los servicios de medicina nuclear es el tecnecio-99 que emite radiación gamma y su período de semidesintegración es de seis horas, por lo que es necesario disponer de generadores, que son recipientes blindados que se reciben habitualmente de forma semanal en los servicios de medicina nuclear y que contienen en su interior un isótopo padre (el molibdeno-99), de vida media más larga a partir del cual se obtiene el isótopo hijo (tecnecio-99), que es utilizado diariamente para las exploraciones.

El tecnecio se combina fácilmente con moléculas portadoras que permiten el estudio de órganos muy variados como esqueleto, corazón, hígado y bazo, vías biliares, tracto digestivo y cerebro. Además del tecnecio se utilizan otros gammaemisores de período de semidesintegración corto como el talio-201 para estudios cardiacos, el galio-67 para detección de tumores, el Indio-111 para procesos inflamatorios, el yodo-131 y 123 para estudios tiroideos y renales y el xenón-133 para estudios pulmonares.

Para los estudios con PET el radiofármaco más utilizado es la flúor deso- xiglucosa marcada con flúor-18.

En los estudios analíticos denominados de radioinmunoanálisis (RÍA) se utiliza principalmente el yodo-125

y a veces el tritio.

En las aplicaciones terapéuticas denominadas de terapia metabólica se utiliza fundamentalmente el yodo-131 en forma líquida para el tratamiento de pacientes portadores de cáncer de tiroides o hipertiroidismo, en cuyo caso las dosis administradas son mucho mayores que en el caso de las aplicaciones diagnósticas, por lo que el paciente es generalmente ingresado en el hospital durante unos días. La utilización de beta emisores puros en aplicaciones como tratamiento de artritis o metástasis óseas no exige hospitalización, ya que la emisión beta por su escasa capacidad de penetración no produce problemas de radioprotección para el paciente ni para sus familiares.

?

## ¿Qué es la radioterapia?

La radioterapia es la especialidad médica que utiliza la administración de radiaciones ionizantes con fines curativos para la destrucción de tejidos malignos o tumores. Hace más de ochenta años, dos médicos franceses, Bergonie y Tribondeau, demostraron que la radiosensibilidad de las células está en relación directa con su diferenciación y capacidad de reproducción, siendo más sensibles las células menos diferenciadas y con mayor ritmo de crecimiento. Dado que las células que componen los tejidos tumorales malignos cumplen habitualmente estas condiciones, dichos tumores pueden ser sometidos a la acción de las radiaciones que producirán la muerte de los tejidos tumorales, sobreviviendo los tejidos sanos circundantes que son más radiorresistentes por estar compuestos de células más diferenciadas y de menor ritmo de crecimiento.

En el tratamiento de tumores malignos, la radioterapia puede utilizarse sola o asociada a otros medios terapéuticos como la cirugía o la quimioterapia. La decisión del tipo de tratamiento se toma en función de una serie de factores como radiosensibilidad del tumor, localización y volumen tumoral, grado de evolución de la enfermedad, estado general del paciente, oportunidad de la irradiación y modalidad técnica empleada.

El estudio de los caracteres de las células tumorales, localización y extensión tumoral permite, una vez decidida esta forma de tratamiento, planificar el tipo de irradiación, cálculo de la dosis total, forma de administración y posible fraccionamiento con intervalos de descanso que puedan facilitar la reducción progresiva del tumor favoreciendo la eliminación de células muertas y permitiendo la mejor reparación de los tejidos circundantes.

Además de con fines curativos, la radioterapia puede utilizarse como terapéutica paliativa en casos de pacientes incurables, en los cuales la masa tumoral produce obstrucciones o compresiones de otros órganos que empeoran la calidad de vida del paciente. En estos casos, la administración de radiación produce un descenso del volumen tumoral, aliviando los síntomas del paciente y mejorando su calidad de vida, lo que hace que este tipo de tratamiento constituya en estos pacientes una indicación de primer orden.

Las modalidades de radioterapia utilizadas reciben diferentes nombres en relación con las características de la radiación y del equipo que las genera.

## ¿Qué es la teleterapia?

La *teleterapia* (tele: lejos) es la forma de radioterapia que utiliza la radiación procedente de un equipo generador situado a cierta distancia de la zona a irradiar. Esta modalidad de irradiación comprende una amplia gama de equipos. La *radioterapia convencional* o de *ortovoltaje*, de escasa utilización, se realiza por medio de equipos de rayos X de energías bajas o medias. Los equipos de alta energía o de megavoltaje más usados actualmente comprenden la bomba de cobalto y los aceleradores lineales.

Los equipos de rayos X de energías bajas se emplean más para tratamientos cutáneos, de forma que las dosis máximas se logran en superficie con escasa irradiación de los tejidos situados más profundos. Con energías medias se alcanzan mayores profundidades, ampliándose las posibles indicaciones. Se utilizan diferentes

tipos de filtros para reducir la radiación más blanda que afectaría a la piel inútilmente.

De los equipos de supervoltaje el más utilizado es la llamada bomba de cobalto, el cual contiene una fuente de cobalto-60 de uno a dos centímetros de diámetro que se sitúa en una carcasa blindada que impide la salida de radiación, salvo por un pequeño orificio diafragmado para proporcionar radiación dirigida. El cobalto-60 tiene una vida media aproximada de cinco años y produce radiación de alta energía (1,2 MeV) capaz de irradiar tumores voluminosos y de localización profunda. El cabezal del equipo puede dirigirse en cualquier dirección en consonancia con la mesa de tratamiento del paciente, según la planificación previa.

Los *aceleradores lineales* son equipos de teleterapia de alta energía (mayor de 3 MeV) que trabajan habitualmente con electrones, los cuales son acelerados y lanzados al hacerlos viajar por un tubo acelerador donde un campo electromagnético de muy alta frecuencia tira de ellos hacia adelante en todos los puntos de la trayectoria del mismo. Estos equipos permiten elegir la energía adecuada según el tipo de tumor o profundidad. Los tiempos de exposición son cortos, con la ventaja de que sólo emiten radiación en el momento de su uso, y por medio de diversos filtros se optimiza la dosis en el volumen tumoral. Tienen un alto costo inicial y de mantenimiento.

Existen algunos equipos muy sofisticados para aplicar técnicas especiales de radioterapia en lugares donde la cirugía tiene difícil acceso. Las técnicas se denominan *radiocirugía* y se aplican con aceleradores especiales o con equipos emisores de radiación con múltiples pastillas de cobalto-60 («gamma-knife»).

Otros equipos de uso exclusivo en investigación son reactores nucleares productores de neutrones y ciclotrones productores de otras partículas subatómicas.

Los aceleradores, al igual que cualquier otro tipo de radioterapia, tienen gran número de dispositivos de seguridad, tanto para la protección del paciente como del personal que los utiliza. Estos dispositivos, así como las características del haz de radiación, deben ser medidos y comprobados periódicamente por el personal de cada centro hospitalario.

## ¿Qué es la braquiterapia?

La *braquiterapia* (braqui: corto, próximo) es la modalidad de radioterapia que utiliza fuentes cerradas o selladas de material radiactivo que se colocan en contacto con el tumor o se introducen en el seno del mismo. Su mayor ventaja es la de concentrar la máxima dosis de radiación en el tejido tumoral con escasa irradiación del tejido sano situado alrededor, basándose en el hecho de que la dosis recibida en la proximidad de una fuente decrece muy rápidamente al alejarse de ella. Se denomina *braquiterapia* superficial cuando las placas de material radiactivo se colocan sobre la zona tumoral; *endocavitaria* cuando el material radiactivo se introduce en la cavidad del organismo (vagina y cuello de útero); *intersticial* cuando se realiza la colocación quirúrgica de agujas, alambres o semillas radiactivas en el seno del propio tumor (mama, cuello, próstata), e *intraluminal* cuando la radiación se aplica por dentro de la luz de alguno de los conductos orgánicos (bronquio, esófago, vascular).

Aunque hace años el material radiactivo más utilizado en braquiterapia era el radio-226, actualmente ha sido sustituido por otros de características más idóneas y con menos riesgo radiológico, como el estroncio-90, cesio-137, cobalto-60 e iridio-192.

En estas modalidades de tratamiento es necesaria la hospitalización en unidades especiales siguiendo normas de radioprotección similares a las de pacientes ingresados en unidades de medicina nuclear para el tratamiento radiometabólico. El paciente es dado de alta una vez que se retira la fuente radiactiva.

## Aplicación de isótopos en medicina

Image not found

[http://rinconeducativo.org/sites/default/files/sin\\_titulo89\\_1.jpg](http://rinconeducativo.org/sites/default/files/sin_titulo89_1.jpg)

Como uno de los problemas de la braquiterapia, también llamada curieterapia, es la posible exposición innecesaria del paciente y del personal sanitario que prepara, transporta y manipula las fuentes radiactivas, se han ideado una serie de métodos como la utilización de fuentes simuladas no radiactivas para el cálculo de su posición correcta en el paciente, el uso de mandos de control a distancia de las fuentes radiactivas o la retirada automática de las mismas hasta un lugar protegido en el caso de que surja alguna incidencia.

?

### **¿Se producen residuos radiactivos en las actividades médicas con isótopos?**

Como consecuencia de la utilización y manipulación de isótopos no encapsulados en medicina nuclear para el diagnóstico y tratamiento de pacientes, se produce una pequeña cantidad de residuos radiactivos de vida media-corta y de baja concentración que, no obstante, deben gestionarse siguiendo todos los criterios y normas legales previstos.

Los residuos procedentes de las dosis administradas y que son eliminados por los pacientes ingresados son sustancias radiactivas líquidas. Dada su vida media corta, en general, tras un período de espera en depósitos protegidos, pierden gran parte de su actividad, pudiendo ser vertidos en la red de desagüe previa dilución, utilizándose sistemas de vertido lentos y controlados.

Los residuos sólidos provienen de fuentes de calibración gastadas, jeringas contaminadas, tubos y viales utilizados en técnicas analíticas, así como productos contaminados por los pacientes ingresados, como ropa de cama, pijamas y otros objetos cuya contaminación será previamente comprobada. Deben ser generalmente almacenados hasta perder su actividad en recipientes con los blindajes apropiados y sólo en el caso de persistir esta actividad a niveles valorables, serán retirados por la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA) para su almacenamiento definitivo en lugares adecuados.

En cuanto a los residuos gaseosos, vapores o partículas radiactivas en suspensión que se generan, habrá de tenerse en cuenta que los trabajadores de estas instalaciones radiactivas no superen nunca los límites permitidos de inhalación anual, utilizando sistemas de ventilación adecuados. Para la expulsión del aire contaminado deberá considerarse la posible utilización de medios de dilución o filtros, con objeto de no sobrepasar los límites máximos permitidos de concentración de sustancias radiactivas en el aire.

En los servicios de medicina nuclear, considerados por la legislación como instalaciones radiactivas de segunda categoría, deben seguirse unas normas de protección radiológica para evitar riesgos de irradiación externa y de contaminación, tanto en los pacientes como en el personal que trabaja en el servicio. Asimismo deberán efectuarse una serie de controles dosimétricos de contaminación de superficies, lugares y personas con la periodicidad conveniente y tener previstas una serie de actuaciones en caso de emergencia o accidente.

En los servicios de radioterapia se generan residuos sólidos en forma de fuentes encapsuladas (pilas de cobalto, agujas, alambres o semillas de material radiactivo) de muy poco volumen pero de actividad media. Debe llevarse un registro de los movimientos de cada fuente, pruebas de hermeticidad y tener previstas actuaciones ante incidentes o accidentes. La retirada de las fuentes del servicio se realizará por la empresa autorizada (ENRESA).

### **¿Están previstas actuaciones médicas en caso de catástrofe nuclear?**

El Plan Básico de Energía Nuclear (PLANBEN) tiene previsto, en caso de emergencias nucleares en centrales o instalaciones radiactivas, unas directrices de actuación para evitar o reducir los efectos de radiaciones ionizantes para la población, que incluyen la actuación de un grupo sanitario con funciones, personal y medios claramente definidos, que actuarían en conjunción con el grupo radiológico y logístico. Sus misiones serían las de aplicación de medidas profilácticas, la planificación, clasificación y tratamiento de bajas, tanto en los aspectos de primeros auxilios y ayuda a la evacuación (primer nivel de actuación) como el tratamiento de pacientes irradiados o contaminados en unidades especiales (segundo nivel de

actuación) ubicadas en hospitales previamente autorizados y que disponen de medios de descontaminación, controles de radiactividad, protocolos de tratamiento previstos y habitaciones radioprotegidas asistidas por personal multidisciplinario experto en este tipo de actividad asistencial.

---

**Source URL:** <http://rinconeducativo.org/gl/node/237>