

## Radioterapia para cáncer: preguntas y respuestas

### Puntos clave

- Cuando se administra la radioterapia, se usa radiación ionizante para destruir las células cancerosas y reducir el tamaño de los tumores (vea la pregunta 1).
- Casi la mitad de todas las personas con cáncer reciben radioterapia. Ésta se administra sola o en combinación con otros tipos de tratamientos para el cáncer (vea la pregunta 1).
- La radioterapia puede administrarse externa o internamente. La radiación externa, el tipo más común, proviene de una maquina colocada fuera del cuerpo y casi siempre se realiza en pacientes no hospitalizados. La radiación interna se implanta dentro del tumor o cerca del mismo en cápsulas pequeñas o en otros recipientes. Es posible que el paciente necesite permanecer en el hospital para recibir este tipo de radiación (vea la pregunta 3).
- Se usan tipos distintos de radiación para tratar distintos tipos de cáncer (vea la pregunta 3).
- El equipo médico ayuda con la planificación y administración de la radioterapia al paciente (vea la pregunta 11).
- La planificación y simulación son los primeros pasos importantes del proceso de la radioterapia, cuyo objeto es hacer que el tratamiento sea más preciso y efectivo, y menos dañino para los tejidos sanos (vea la pregunta 12).

### 1. ¿Qué es la radioterapia?

La radioterapia (también llamada terapia con rayos X o irradiación) es el uso de un tipo de energía (llamada radiación ionizante) para destruir las células cancerosas y reducir el tamaño de los tumores. La radioterapia lesiona o destruye las células en el área que recibe tratamiento al dañar su material genético y hacer imposible que crezcan y se dividan. Aunque la radiación daña las células cancerosas así como las normales, muchas células normales se recuperan de los efectos de la radiación y funcionan adecuadamente. El objeto de la radioterapia es destruir el mayor número posible de células cancerosas y limitar el daño que sufre el tejido sano del alrededor.

Hay distintos tipos de radiación y modos distintos de administrarla. Por ejemplo, ciertos tipos de radiación pueden penetrar más profundamente el cuerpo que otros. Además, se pueden controlar muy bien algunos tipos de radiación para tratar sólo un área pequeña (una pulgada de tejido, por ejemplo) sin dañar el tejido u órganos de los alrededores. Otros tipos de radiación son mejores para tratar áreas más grandes.

En algunos casos, el objeto de la radioterapia es la destrucción completa de un tumor. En otros, el objetivo es reducir el tamaño del tumor y aliviar los síntomas. En cualquier caso, los médicos planifican el tratamiento para limitar lo más posible el daño al tejido sano.

Alrededor de la mitad de los pacientes con cáncer reciben algún tipo de radioterapia. Se puede usar la radioterapia sola o en combinación con otros tratamientos de cáncer, como la quimioterapia o la cirugía. En algunos casos, es posible que el paciente reciba varios tipos de radioterapia.

### 2. ¿Cuándo se usa la radioterapia?

La radioterapia puede usarse para tratar casi toda clase de tumores sólidos, entre ellos los cánceres de cerebro, seno, cérvix, laringe, pulmón, páncreas, próstata, piel, espina dorsal, estómago, útero



o sarcoma de tejidos blandos. La radiación puede también usarse para tratar la leucemia y el linfoma (cánceres que afectan las células que forman la sangre y el sistema linfático, respectivamente). La dosis de radiación que se administra en cada sitio depende de varios factores, incluso el tipo de cáncer y si hay tejidos u órganos cercanos que pueden verse afectados por la radiación.

Para algunos tipos de cáncer, la radiación se puede administrar en áreas sin evidencia de cáncer para evitar que crezcan las células cancerosas en el área que recibe la radiación. Esta técnica se llama **radioterapia profiláctica**.

También puede administrarse la radioterapia para reducir algunos síntomas como el dolor causado por un cáncer que se ha diseminado a los huesos o a otras partes del cuerpo. Esto se llama **radioterapia paliativa**.

### 3. **¿Cuál es la diferencia entre radioterapia externa, radioterapia interna (braquiterapia) y radioterapia sistémica? ¿Cuándo se utilizan?**

La radiación puede provenir de una maquina colocada fuera del cuerpo (radiación externa), puede colocarse dentro del cuerpo (radiación interna) o pueden usarse materiales radiactivos no sellados que viajan por el cuerpo (radioterapia sistémica). El tipo de radiación que se administra depende del tipo de cáncer, de su ubicación, de la profundidad en el cuerpo a donde se necesita que llegue la radiación, la salud en general del paciente y su historial médico, y si el paciente recibirá otros tipos de tratamiento para el cáncer, y otros factores.

La mayor parte de las personas que reciben radioterapia para el cáncer reciben radiación externa. Algunos pacientes reciben tanto radiación externa como radiación interna o radioterapia sistémica; ya sea una después de la otra o al mismo tiempo.

- La **radioterapia externa** casi siempre se administra a pacientes ambulatorios; la mayoría de los pacientes no necesitan quedarse en el hospital. La radioterapia externa se usa para tratar muchos tipos de cáncer, incluso cáncer de vejiga, cerebro, seno, cervix, laringe, pulmón, próstata y vagina. Además, puede usarse radiación externa para aliviar el dolor o aligerar otros problemas que se presentan cuando el cáncer se disemina a otras partes del cuerpo desde el sitio primario.
  - La **radioterapia intraoperatoria (*intraoperative radiation therapy, IORT*)** es una forma de radiación externa que se administra durante la cirugía. Esta radioterapia se usa para tratar cánceres localizados que no se pueden extirpar completamente o que tienen una alta probabilidad de que regresen (recurran) en tejidos cercanos. Durante la cirugía, después de que se ha extirpado todo el tumor, o lo más que se puede, una dosis grande de radiación de alta energía se administra directamente al sitio del tumor (el tejido sano del derredor se protege con blindajes especiales). El paciente permanece en el hospital para recuperarse de la cirugía. Se puede usar la radioterapia intraoperatoria en el tratamiento de los cánceres colorrectal y de glándula tiroides, y cánceres ginecológicos, cáncer de intestino delgado y cáncer de páncreas. También se está investigando en estudios clínicos (estudios de investigación) para tratar algunos tipos de tumores cerebrales y sarcomas pélvicos en personas adultas.
  - La **irradiación craneal profiláctica (*prophylactic cranial radiation, PCI*)** es radiación externa aplicada al cerebro cuando hay un riesgo elevado de que el cáncer primario (por ejemplo, cáncer de pulmón de células pequeñas) se disemine al cerebro.
- La **radioterapia interna (también llamada braquiterapia)** usa radiación que se coloca muy cerca del tumor o dentro del mismo. La fuente de radiación está ordinariamente sellada en un portador pequeño llamado implante. Los implantes pueden ser alambres, tubos de plástico llamados catéteres, cintas, cápsulas o semillas. El implante se inserta directamente en el cuerpo. La radioterapia interna puede requerir que el paciente permanezca en el hospital.

La radiación interna casi siempre se administra en una de las dos formas descritas más abajo. Ambos métodos usan implantes sellados.

- La **radioterapia intersticial** se inserta en el tejido en donde está el tumor o cerca del mismo. Se usa para tratar tumores de cabeza y cuello, próstata, cervix, ovarios, senos, y regiones perianal y

pélvica. Algunas mujeres que reciben radiación externa para tratar el cáncer de seno reciben una dosis de refuerzo de radiación, que puede ser intersticial o externa.

- La **radioterapia intracavitaria o intraluminal** se inserta en el cuerpo con un aplicador. Se usa comúnmente para tratar el cáncer de útero. Los investigadores están estudiando también estos tipos de radioterapia interna para otros cánceres, como de seno, bronquial, cervical, de vesícula biliar, oral, rectal, traqueal, de útero y vagina.
- La **radioterapia sistémica** usa materiales radiactivos como el yodo 131 y el estroncio 89. Los materiales pueden tomarse por la boca o inyectarse en el cuerpo. Algunas veces se usa la radioterapia sistémica para tratar el cáncer de glándula tiroides y linfoma no Hodgkin en adultos. Los investigadores están investigando sustancias radiactivas para tratar otros tipos de cáncer.

#### 4. ¿Causará la radioterapia que el paciente sea radiactivo?

Muchas veces, los pacientes con cáncer que reciben radioterapia temen que el tratamiento los hará radiactivos. La respuesta a esta pregunta depende del tipo de radioterapia que se administre.

La radioterapia externa no hará que el paciente sea radiactivo. Los pacientes no se verán obligados a evitar la compañía de otras personas por causa del tratamiento.

La radioterapia interna (intersticial, intracavitaria o intraluminal) que consiste en el uso de implantes sellados emite radiactividad y, por lo tanto, es posible que sea necesaria la permanencia en el hospital. Se toman ciertas precauciones para proteger al personal del hospital y a los visitantes. Las fuentes selladas emiten la mayor parte de la radiación cerca del área del implante y, aunque el área alrededor del implante es radiactiva, el cuerpo entero del paciente no lo es.

La radioterapia sistémica usa materiales radiactivos no sellados que viajan por el cuerpo. Parte de este material radiactivo sale del cuerpo en la saliva, sudor y orina antes de que la radiactividad se desintegre, lo cual hace que estos fluidos sean radiactivos. Por consecuencia, ciertas precauciones se toman a veces en relación con aquellas personas que están en contacto directo con el paciente. El doctor o la enfermera del paciente proveerán información si estas precauciones especiales son necesarias.

#### 5. ¿Cómo mide el médico la dosis de radiación?

La cantidad de radiación que es absorbida por los tejidos se llama la dosis de radiación. Antes de 1985, la dosis se medía en unidades de "rad" (*radiation absorbed dose* [dosis de radiación absorbida]). Ahora dicha unidad se llama "gray", que se abrevia "Gy". Un Gy equivale a 100 rads y un centigray, abreviado cGy, es lo mismo que un rad.

Tejidos diferentes pueden tolerar varias cantidades de radiación (la cual se mide en centigray). Por ejemplo, el hígado puede recibir una dosis máxima de 3 000 cGy, mientras que los riñones sólo toleran 1 800 cGy. La dosis total de radiación se divide ordinariamente en dosis más pequeñas (llamadas fracciones) que se administran cada día durante un periodo específico. Esto aumenta al máximo la eliminación de las células cancerosas mientras se reduce al mínimo el daño al tejido sano.

El médico trabaja con una cifra llamada relación terapéutica. Esta relación compara el daño causado a las células cancerosas con el daño causado a las células sanas. Existen técnicas para incrementar el daño que se causa a las células cancerosas sin dañar más los tejidos sanos. Estas técnicas se explican en las preguntas 8, 9 y 15.

#### 6. ¿Cuáles son las fuentes de energía para la radioterapia externa?

La energía (fuente de la radiación) que se usa cuando se administra la radioterapia externa puede provenir de:

- **Rayos X o rayos gamma**, los cuales son formas de radiación electromagnética. Aunque se producen en distintas maneras, ambos utilizan fotones (paquetes de energía).

- Los **rayos X** se producen en máquinas llamadas aceleradores lineales. Los rayos X pueden usarse para destruir células cancerosas en la superficie del cuerpo (energía más baja) o en los tejidos u órganos más profundos (energía más alta), dependiendo de la cantidad de energía de los rayos X. Comparados con otros tipos de radiación, los rayos X pueden irradiar un área relativamente grande.
- Los **rayos gamma** se producen cuando los isótopos de ciertos elementos (como el iridio y el cobalto 60) emiten energía de radiación cuando se descomponen. Cada elemento se descompone a un ritmo distinto y emite una cierta cantidad de energía, lo cual afecta la profundidad de penetración en el cuerpo. (Los rayos gamma producidos por la descomposición de cobalto 60 se utilizan en el tratamiento llamado "bisturí gamma", el cual se describe en la pregunta 8).
- Los **haces de partículas** usan partículas subatómicas rápidas en lugar de fotones. Este tipo de radiación se puede llamar radioterapia de haces de partículas. Los aceleradores lineales, sincrotrones y ciclotrones crean los haces de partículas y producen y aceleran las partículas requeridas para este tipo de radioterapia. La terapia con haces de partículas usa electrones producidos por un tubo de rayos X (se puede llamar radiación de haz de electrones); neutrones, los cuales son producidos por elementos radiactivos y equipo especial; iones pesados (como protones y helio); y piones, pequeñas partículas con carga negativa producidas por un acelerador y un sistema de magnetos. A diferencia de los rayos X y los rayos gamma, algunos haces de partículas solo pueden penetrar un poco el tejido. Por lo que se suelen usar para tratar cánceres ubicados en la superficie de la piel o inmediatamente debajo de ésta.
  - La **terapia con haces de protones** es un tipo de radioterapia con haces de partículas. Los protones depositan su energía sobre una zona muy pequeña llamada el pico de Bragg. El pico de Bragg puede usarse para dirigir dosis altas de terapia con haces de protones a un tumor, mientras se causa menos daño a los tejidos normales que se encuentran enfrente y detrás del tumor. La terapia con haces de protones está disponible en sólo unos pocos establecimientos de los Estados Unidos. Su uso se reserva generalmente para los cánceres que son difíciles o peligrosos de tratar con cirugía (como el condrosarcoma ubicado en la base del cráneo) o se combina con otros tipos de radiación. La terapia con haces de protones se está usando también en estudios clínicos de melanoma intraocular (melanoma que comienza en el ojo), retinoblastoma (cáncer en los ojos que se presenta con más frecuencia en niños menores de 5 años), rhabdomyosarcoma (tumor en el tejido muscular), algunos cánceres de cabeza y cuello, y cáncer de próstata, cerebro y pulmón.

## 7. ¿Cuáles son las fuentes de energía para la radiación interna?

La energía (fuente de radiación) que se usa cuando se administra radiación interna proviene del isótopo radiactivo del yodo radiactivo (yodo 125 o yodo 131) y del estroncio 89, fósforo, paladio, cesio, iridio, fosfato o cobalto. Se están investigando otras fuentes de energía.

## 8. ¿Qué son la radiocirugía estereotáctica y la radioterapia estereotáctica?

La **radiocirugía estereotáctica (o estereotáctica)**, usa una dosis grande de radiación para destruir tejido de tumores en el cerebro. El procedimiento no es una cirugía en sí. La cabeza del paciente se coloca en un armazón especial que se ajusta al cráneo del paciente. Este armazón se usa para apuntar directamente los haces de radiación de dosis elevada al tumor que se encuentra dentro de la cabeza del paciente. La dosis y el área que recibe la radiación se coordinan con mucha precisión. Este procedimiento no afecta la mayor parte de los tejidos cercanos.

La radiocirugía estereotáctica se puede realizar de tres maneras. En la técnica más común, se usa un acelerador lineal para administrar **radiación de alta energía de fotones** contra el tumor (se llama "radiocirugía estereotáctica basada en acelerador lineal"). El **bisturí gamma**, la segunda técnica más común, usa cobalto 60 para administrar la radiación. En la tercera técnica, se usan **haces de partículas de carga pesada** (como los protones y los iones de helio) para administrar la radiación estereotáctica al tumor.

Casi siempre se usa la radiocirugía estereotáctica para tratar pequeños tumores malignos y benignos del cerebro (como meningiomas, neuromas acústicos y cáncer de glándula hipófisis). También puede usarse para tratar otras enfermedades (por ejemplo, la enfermedad de Parkinson y epilepsia) y para tratar tumores metastásicos de cerebro (cáncer que se ha diseminado al cerebro de otra parte del cuerpo), administrándose sola o junto con radioterapia a todo el cerebro. (La radioterapia a todo el cerebro es una forma de radioterapia externa que trata el cerebro entero con radiación).

**La radioterapia estereotáctica** sigue fundamentalmente el mismo método que la radiocirugía estereotáctica para administrar la radiación al tejido en cuestión. Sin embargo, la radioterapia estereotáctica usa muchas fracciones pequeñas de radiación en vez de una dosis alta, lo cual puede mejorar los resultados y minimizar los efectos secundarios. La radioterapia estereotáctica se usa para tratar tumores en el cerebro así como en otras partes del cuerpo.

Se están llevando a cabo estudios clínicos para investigar la efectividad de la radiocirugía y la radioterapia estereotáctica solas y en combinación con otros tipos de radioterapia.

## 9. ¿Cuáles otros métodos se están usando o estudiando para mejorar la radioterapia externa?

Se están usando o investigando algunos aspectos y técnicas para mejorar la efectividad de la radioterapia externa, como son:

- **Radioterapia de conformación tridimensional.** Tradicionalmente, la planificación de tratamientos con radiación se ha hecho en dos dimensiones (anchura y altura). La radioterapia de conformación tridimensional utiliza tecnología informática que permite a los médicos apuntar a un tumor más precisamente los haces de radiación (usando la anchura, altura y profundidad). Muchos oncólogos radioterapeutas usan esta técnica. Se puede obtener una imagen del tumor en tres dimensiones usando tomografía computarizada (CT), imágenes de resonancia magnética (MRI), tomografía por emisión de positrones (PET) o tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT). Al usar la información de la imagen, algunos programas computarizados especiales diseñan haces de radiación que se "ajustan" a la forma del tumor. Ya que la mayor parte del tejido sano ubicado alrededor del tumor no se ve afectada por esta técnica, es posible usar altas dosis de radiación para tratar el cáncer. Se han dado a conocer mejores resultados con la radioterapia de conformación de tercera dimensión cuando se usa en cánceres de nasofaringe, próstata, pulmón, hígado y cerebro.
- **Radioterapia de intensidad modulada (*Intensity-modulated radiation therapy, IMRT*).** IMRT es un nuevo tipo de radioterapia de conformación tridimensional que usa haces de radiación (generalmente rayos X) de distintas intensidades para administrar simultáneamente dosis diferentes de radiación en zonas pequeñas de tejido. Esta tecnología permite administrar dosis mayores de radiación en el tumor y dosis menores al tejido sano del derredor. Algunas técnicas administran una dosis mayor de radiación al paciente cada día, lo cual puede acortar el periodo necesario de tratamiento y mejorar los resultados del mismo. La radioterapia de intensidad modulada puede también conducir a menos efectos secundarios durante el tratamiento.

La radiación se administra con un acelerador lineal equipado con un colimador multiláminas (un colimador que ayuda a dar forma a los haces de radiación). El equipo puede girar alrededor del paciente para que los haces de radiación puedan ser emitidos desde los ángulos mejores. Los haces se ajustan lo más posible a la forma del tumor. Ya que el equipo de IMRT es altamente especializado, no todo centro de oncología radiológica usa esta tecnología.

Se ha utilizado esta nueva tecnología para tratar tumores en el cerebro, cabeza y cuello, nasofaringe, seno, hígado, pulmón, próstata y útero. Sin embargo, IMRT no es apropiada ni necesaria para todos los pacientes o todo tipo de tumor. Se están dando a conocer los resultados a largo plazo después del tratamiento con radioterapia de intensidad modulada.

## 10. ¿Qué son la radiación de baja transferencia lineal de energía y la radiación de alta transferencia lineal de energía?

La transferencia lineal de energía (TLE) es la cantidad de energía depositada en el tejido por una determinada radiación. En cuanto mayor es la energía depositada, mayor es el número de células que mueren por una dosis dada de radioterapia. Tipos diferentes de radiación tienen niveles diferentes de transferencia lineal de energía. Por ejemplo, se sabe que la radiación de rayos X, rayos gamma y electrones es de baja transferencia lineal de energía. La radiación de neutrones, iones pesados y piones es de alta TLE.

La radiación de alta TLE casi siempre se utiliza en tratamientos en investigación. El costo del equipo y el grado de capacitación especializada que se necesita para realizar la radioterapia de alta TLE restringen su uso a sólo unos pocos establecimientos en los Estados Unidos.

## 11. ¿Quién planea y administra la radioterapia del paciente?

Muchos profesionales médicos ayudan a planear y a administrar al paciente el tratamiento con radiación. El equipo de radioterapia incluye al oncólogo radioterapeuta, médico que se especializa en el uso de la radiación para tratar el cáncer; al especialista en dosimetría, el cual determina la dosis adecuada de radiación; al físico radiólogo, quien asegura que la máquina administra la cantidad correcta de radiación en el lugar correcto del cuerpo; y al radioterapeuta que administra la radioterapia. Con frecuencia, la radioterapia es sólo una parte de la terapia total del paciente. Comúnmente se usa la terapia mixta; es decir, radiación con tratamiento de fármacos.

El oncólogo radioterapeuta también trabaja con el oncólogo médico o pediatra, con el cirujano, radiólogo (médico que se especializa en crear e interpretar imágenes de las áreas internas del cuerpo), patólogo (médico que identifica las enfermedades al examinar las células y los tejidos al microscopio), entre otros, para planear el curso total de la terapia del paciente. Una relación estrecha de trabajo entre el oncólogo radioterapeuta, el oncólogo médico o pediatra, el cirujano, radiólogo y patólogo es importante para planificar la terapia completa.

## 12. ¿En qué consiste la planificación del tratamiento y por qué es importante?

Ya que hay tantos tipos de radiación y tantas formas de administrarla, la planificación del tratamiento es un primer paso muy importante para cada paciente que recibirá radioterapia. Antes de que se administre la radioterapia, el equipo radioterapéutico del paciente determina la cantidad y el tipo de radiación que recibirá el paciente.

Si el paciente recibirá radiación externa, el oncólogo radioterapeuta utiliza un proceso llamado **simulación** para identificar dónde se debe concentrar la radiación. Durante la simulación, el paciente se acuesta y se mantiene sin moverse sobre la mesa de exploración, mientras el radioterapeuta usa una máquina especial de rayos X para identificar el campo de tratamiento, es decir, el lugar exacto del cuerpo a donde se apuntará la radiación. La mayor parte de los pacientes tienen más de un campo de tratamiento. La simulación puede también incluir tomografías computarizadas u otros estudios de imágenes para ayudar al radioterapeuta a planear cómo dirigir la radiación. La simulación puede causar algunos cambios al plan de tratamiento con el fin de exponer a la radiación el mínimo tejido sano que sea posible.

Las áreas que recibirán radiación se señalan con un marcador temporal o permanente, y se indica con puntos pequeños o con un "tatuaje" a dónde se debe dirigir la radiación. Estas marcas se usan también para determinar el sitio exacto de los tratamientos iniciales, en caso de que sea necesario que el paciente reciba radioterapia más tarde.

Dependiendo del tipo de radioterapia, el radioterapeuta puede crear moldes del cuerpo u otros aparatos que no permiten que se mueva el paciente durante el tratamiento. Ordinariamente se construyen usando espuma, plástico o yeso. Algunas veces, el terapeuta crea también blindajes por los que no penetra la radiación para proteger los órganos y tejidos cercanos al campo de tratamiento.

Cuando la simulación esté completa, el equipo radioterapéutico se reúne para decidir cuánta radiación se necesita (la dosis de radiación), cómo se debe administrar y cuántos tratamientos se deberán realizar.

## 13. ¿Qué son los radiosensibilizadores y los radioprotectores?

Los radiosensibilizadores y los radioprotectores son sustancias químicas que modifican la respuesta de las células a la radiación. Los radiosensibilizadores son fármacos que hacen que las células cancerosas sean más sensibles a los efectos de la radioterapia. Se están investigando varias sustancias como radiosensibilizadores. Además, algunos fármacos contra el cáncer, como el 5-fluorouracilo y el cisplatino, hacen que las células cancerosas sean más sensibles a los efectos de la radioterapia.

Los radioprotectores son fármacos que protegen las células normales (no cancerosas) del daño causado por la radioterapia. Estas sustancias promueven la reparación de las células normales que se ven expuestas a la radiación. La amifostina (con el nombre comercial de Ethyol) es el único fármaco aprobado por la *Food and Drug Administration* (FDA) como radioprotector. El fármaco ayuda a minimizar el efecto de sequedad en la boca que puede sufrir el paciente si las glándulas parótidas (las cuales ayudan a producir saliva y están ubicadas cerca del oído) reciben una dosis alta de radiación. Se están llevando a cabo otros estudios para

determinar si la amifostina es efectiva al usarse con radioterapia para tratar otros tipos de cáncer. También se están investigando otros agentes como radioprotectores.

#### 14. ¿Qué son los radiofármacos? ¿Cómo se usan?

Los radiofármacos, también denominados radionúclidos, son fármacos radiactivos que se usan para tratar el cáncer, inclusive el cáncer de tiroides, el cáncer que recurre en la pared torácica y el dolor causado por la diseminación del cáncer a los huesos (metástasis ósea). El radiofármaco que se usa más a menudo es el samario 153 (Quadramet) y estroncio 89 (Metastron). Estos fármacos han sido aprobados por la FDA para aliviar el dolor causado por la metástasis ósea. Ambos se administran por vía intravenosa (inyectados en la vena), y el paciente es ambulatorio ordinariamente. Algunas veces, también se administran además de radiación de haz externo. Otros tipos de radiofármacos, como el fósforo 32, rodio 186 y nitrato de galio, no se usan frecuentemente. Otros radiofármacos están en investigación.

#### 15. ¿Cuáles son los nuevos enfoques de la radioterapia?

Se está estudiando la hipertermia, el uso de calor, junto con la radioterapia. Los investigadores han descubierto que la combinación del calor y la radiación pueden incrementar la rapidez con la que reaccionan algunos tumores.

Los investigadores están estudiando también el uso de anticuerpos radiomarcados para la administración directa de dosis de radiación al sitio del cáncer (radioinmunoterapia). Los anticuerpos son proteínas muy específicas producidas por el cuerpo como respuesta a la presencia de antígenos (sustancias reconocidas como foráneas por el sistema inmunitario). Algunas células de tumores contienen antígenos específicos que desencadenan la producción de anticuerpos específicos para ese tumor. Se pueden producir altas cantidades de estos anticuerpos en el laboratorio y adherirlos a sustancias radiactivas (un proceso que se conoce como radiomarcado). Una vez que se inyectan en el cuerpo, los anticuerpos buscan células cancerosas, las cuales son destruidas por la radiación. Este enfoque puede minimizar el riesgo de dañar las células sanas con radiación.

El éxito de esta técnica depende de la identificación adecuada de sustancias radiactivas y de la determinación de la dosis segura y efectiva de radiación que se pueda administrar de esta manera. Se han aprobado dos tratamientos de radioinmunoterapia, ibritumomab tiuxetano (Zevalin), y tositumomab y yodo 131 tositumomab (Bexxar) para tratar el linfoma no Hodgkin (NHL) en adultos. Se están realizando algunos estudios clínicos de radioinmunoterapia contra varios cánceres, inclusive la leucemia, linfoma no Hodgkin, cáncer colorrectal y cánceres de hígado, pulmón, cerebro, próstata, tiroides, seno, ovarios y páncreas.

Los avances científicos han llevado al descubrimiento de nuevos blancos en investigación para atraer materiales radiactivos directamente a las células cancerosas. La investigación clínica y de laboratorio siguen avanzando en el uso de nuevas sustancias moleculares terapéuticas, como gefitinib (Iressa) y mesilato de imatinib (Gleevec), junto con radioterapia.

#### 16. ¿Dónde se puede conseguir más información sobre la radioterapia?

El folleto del Instituto Nacional del Cáncer, *La radioterapia y usted: Apoyo para las personas con cáncer* contiene más información sobre este tema. Esta publicación se puede obtener del sitio web del NCI para pedido de publicaciones: <http://www.cancer.gov/publications> en Internet, y del Servicio de Información sobre el Cáncer del NCI. (Vea más abajo).

###

#### Páginas de Internet y materiales relacionados del Instituto Nacional del Cáncer:

- Hoja informativa 2.11s del Instituto Nacional del Cáncer, *Estudios clínicos* (<http://www.cancer.gov/espanol/cancer/hojas-informativas/estudios-clinicos-respuestas>)
- Hoja informativa 7.3 del Instituto Nacional del Cáncer, *Hyperthermia in Cancer Treatment: Questions and Answers* (<http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Therapy/hyperthermia>)

- Hoja informativa 7.7 del Instituto Nacional del Cáncer, *Photodynamic Therapy for Cancer* (<http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Therapy/photodynamic>)
- Hoja informativa 7.47s del Instituto Nacional del Cáncer, *Cómo encontrar a un doctor o un establecimiento de tratamiento si usted tiene cáncer* (<http://www.cancer.gov/espanol/recursos/hojas-informativas/recursos-encontrar-tratamiento>)
- Hoja informativa 7.49 del Instituto Nacional del Cáncer, *Targeted Cancer Therapies* (<http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Therapy/targeted>)
- *La radioterapia y usted: Apoyo para las personas con cáncer* (<http://www.cancer.gov/espanol/cancer/radioterapia-y-usted>)

### ¿En qué podemos ayudarle?

Ofrecemos amplia información de cáncer basada en la investigación para pacientes y familiares, para profesionales médicos, investigadores oncológicos, promotores y para el público en general.

- **Llame** al Servicio de Información Sobre el Cáncer del Instituto Nacional del Cáncer al 1-800-422-6237 (1-800-4-CANCER)
- **Visítenos** en <http://www.cancer.gov/espanol> o <http://www.cancer.gov>
- **Envíe su correo electrónico** a [nciespanol@mail.nih.gov](mailto:nciespanol@mail.nih.gov)
- **Solicite** publicaciones por medio de <http://www.cancer.gov/publications> o llame al 1-800-422-6237 (1-800-4-CANCER)
- **Obtenga ayuda** para dejar de fumar en 1-877-448-7848 (1-877-44U-QUIT)

**Traducción 4/8/08**