



Estudios por imágenes (Radiología)

¿Qué son los estudios por imágenes?

Un estudio por imágenes es una forma que permite a los médicos observar algo que está sucediendo dentro de su cuerpo. Estos estudios envían formas de energía (rayos X, ondas sonoras, partículas radiactivas o campos magnéticos) a través de su cuerpo. Los cambios en los patrones de energía producidos por los tejidos del cuerpo crean una imagen o fotografía. Estas fotografías pueden mostrar estructuras del cuerpo y funciones normales así como también anormales causadas por enfermedades como el cáncer.

Los estudios por imágenes son diferentes de la *endoscopia* (como una colonoscopia o broncoscopia), la cual coloca un tubo flexible, iluminado con una lente o una cámara de video en el interior del cuerpo. La endoscopia permite a los médicos ver partes internas del cuerpo como si se estuvieran mirando a simple vista; muy semejante a las imágenes reales. (Para más información sobre este tema, lea nuestro documento Endoscopia). Estas fotografías son muy diferentes de las imágenes que se obtiene por medio de los estudios por imágenes.

¿Para qué se usan los estudios por imágenes?

Los estudios por imágenes para el cáncer se usan de muchas maneras:

- A veces se usan para ver si hay cáncer en etapas iniciales (cuando es pequeño y no se ha propagado), aunque la persona no tenga síntomas. Al ser usado de este modo se le llama detección del cáncer. Un mamograma es un ejemplo de un estudio por imágenes que se usa para la detección del cáncer.
- Estos se pueden usar para buscar una masa o bulto (tumor) si una persona tiene síntomas. También pueden ayudar a descubrir si los síntomas son causados por un tumor o por algún otro tipo de enfermedad.
- En ocasiones pueden ayudar a pronosticar si es probable que un tumor sea canceroso. Esto puede ayudar a los médicos a decidir si es necesario realizar una *biopsia*. (En una biopsia se extrae una muestra de tejido y se examina con el microscopio). Casi siempre se necesita una biopsia para saber con certeza que un tumor es canceroso.
- Estos pueden mostrar con exactitud dónde está el tumor, aunque esté muy adentro del cuerpo. Esto ayuda si se necesita una muestra (biopsia) del tumor para un estudio adicional.

- Pueden ayudar a descubrir la *etapa* del cáncer (deduciendo hasta qué punto se diseminó el cáncer).
- Se pueden usar para planificar el tratamiento, tal como cuando se indica dónde se deben dirigir los rayos en la radioterapia.
- Pueden mostrar si un tumor se ha reducido, ha quedado igual o ha crecido después del tratamiento. Esto puede darle al médico una idea de qué tan bien está funcionando el tratamiento.
- Pueden ayudar a averiguar si el cáncer ha regresado (*recurrido*) después del tratamiento.

Los estudios por imágenes son solo parte del proceso de diagnóstico y de tratamiento del cáncer. Un estudio completo del cáncer también incluye que su médico obtenga su *historia clínica* (una serie de preguntas sobre sus síntomas y factores de riesgo), un examen físico, análisis de sangre u otras pruebas de laboratorio.

Muchos médicos solicitan que se hagan radiografías u otros estudios por imágenes antes de comenzar un tratamiento para poder hacer un seguimiento de los cambios durante el tratamiento. Estos se llaman *estudios de referencia* porque muestran cómo las cosas se veían al inicio. Los médicos pueden compararlos con imágenes posteriores a fin de ver los resultados del tratamiento con el tiempo. También se pueden usar más adelante para saber si el cáncer ha progresado.

Limitaciones de los estudios por imágenes

Los estudios por imágenes pueden encontrar grandes grupos de células cancerosas, sin embargo ningún estudio por imágenes puede mostrar una sola célula cancerosa o incluso unas pocas. De hecho, se necesitan millones de células para hacer que un tumor sea lo suficientemente grande para que un área se vea anormal en un estudio por imágenes. Por esta razón a veces los médicos recomiendan tratamiento incluso cuando las células cancerosas ya no pueden ser vistas en un estudio por imágenes. Incluso una célula cancerosa que sobrevive puede crecer y con el tiempo, convertirse en un tumor que volverá a ser lo suficientemente grande como para causar problemas y/o se vea en un estudio por imágenes.

¿Quién administra los estudios por imágenes y quién los interpreta?

Un médico, un técnico certificado, u otro profesional de la salud pueden llevar a cabo un estudio por imágenes. Dependiendo de lo que implique, el estudio se puede realizar en un hospital, en una clínica especial o centro de imágenes, o en un consultorio médico. En los grandes centros médicos, los estudios por imágenes por lo general se realizan en el departamento de radiología o de medicina nuclear (aunque algunos tipos de estudios no usan radiación de alta energía).

Un radiólogo es un especialista en técnicas de diagnóstico por imágenes. Es la persona que normalmente lee (interpreta) la imagen que se obtuvo durante el estudio. El radiólogo redacta un informe sobre los resultados y envía el informe a su médico. Una copia del informe pasará a formar parte del historial de su paciente. Sus otros médicos (oncólogos, cirujanos, etc.) también pueden examinar las imágenes.

Tipos de estudios por imágenes

Las descripciones de algunos de los tipos de estudios por imágenes más comunes, cómo se realizan y cuándo podría necesitarlos se pueden encontrar en las siguientes secciones:

- Tomografía computarizada
- Imagen por resonancia magnética
- Estudios radiológicos
- Mamografía
- Estudios de medicina nuclear
- Ecografía

Tomografía computarizada

También se llama *tomografía computada (CT)*, *tomografía axial computarizada (CAT)* y *tomografía computarizada (CT) espiral o helicoidal*.

¿Qué muestra este estudio?

La tomografía computarizada (CT, por sus siglas en inglés) muestra un corte o sección transversal del cuerpo. La imagen muestra sus huesos, órganos y tejidos blandos con mayor claridad que las radiografías convencionales, y todo al mismo tiempo. Debido a que la imagen es producida por una computadora, puede ampliarse para que sea más fácil de leer e interpretar.

Desde finales de 1970, las CT han sido muy útiles para ayudar a los médicos a detectar el cáncer. La CT puede mostrar la forma, el tamaño y la ubicación de un tumor, e incluso los vasos sanguíneos que alimentan al tumor; todo esto sin tener que hacer una incisión en el paciente.

Los médicos por lo general usan la CT para que les ayude a guiar una aguja para extraer una muestra de tejido. Esto se llama *biopsia guiada por CT*. También se pueden usar para guiar las agujas hacia el interior de los tumores en algunos tipos de tratamientos del cáncer tal como la *ablación por radiofrecuencia* (la cual usa calor para destruir un tumor)

Mediante la comparación de las CT que se han realizado con el paso del tiempo, los médicos pueden ver cómo un tumor está respondiendo al tratamiento o averiguar si el cáncer está regresando después del tratamiento.

¿Cómo funciona este estudio?

En cierto modo, las tomografías computarizadas son como las radiografías estándar (vea la sección Estudios radiológicos). Sin embargo una radiografía dirige un amplio haz de radiación desde un solo ángulo. Una CT usa un haz delgado como un lápiz para crear una serie de imágenes tomadas desde distintos ángulos. Cada ángulo produce una vista ligeramente diferente de los órganos y de los tejidos blandos. La información de cada ángulo es ingresada en una computadora, la cual calcula cómo se superponen las imágenes. La computadora luego crea una imagen en blanco y

negro que muestra un corte de una determinada área del cuerpo; es como mirar una sola rebanada de una barra de pan.

La imagen se puede aclarar mediante el uso de materiales especiales de contraste los cuales se pueden ingerir en forma líquida, inyectar vía intravenosa, o colocar en el interior de los intestinos a través del recto como un enema. Debido a que los tejidos del cuerpo absorben estos materiales de diferente manera, la imagen de la CT mostrará un mayor contraste entre los distintos tipos de tejidos. Esto permite que cosas como los tumores se vean con mayor claridad.

Hoy día, la *CT espiral* (también conocida como *CT helicoidal*) es el tipo más común de CT utilizado. Esta es una máquina más rápida que usa menos radiación que la CT original. A medida que la tecnología avanza, la CT es un estudio que está incluso mejorando (es más rápida y puede escanear capas muy delgadas).

Al colocar los cortes de imagen de la CT uno sobre otro, la máquina puede crear una imagen tridimensional (3-D), lo cual proporciona aún más información sobre ciertos tipos de cáncer. La imagen en 3-D se puede girar en la pantalla de una computadora para examinar las diferentes vistas.

Los médicos actualmente están llevando la tecnología de la CT un paso adelante en una técnica llamada *endoscopia virtual*. Ellos pueden examinar las superficies internas de órganos como los pulmones (broncoscopia virtual) o el colon (colonoscopia virtual o *colonografía por CT*) sin tener realmente que colocar endoscopios dentro del cuerpo. Pueden ajustar las imágenes en 3-D para crear una vista en blanco y negro en la pantalla de la computadora, lo cual se asemeja mucho a cómo se vería si estuvieran haciendo una endoscopia real.

¿Cómo me preparo para el estudio?

Las tomografías computarizadas generalmente se realizan en un régimen ambulatorio, de modo que no tiene que estar hospitalizado para realizarse una CT.

En algunos casos, su médico puede decirle que no coma ni beba nada durante la noche o por varias horas antes de la prueba. O bien es posible que tenga que usar un laxante o un enema para limpiar los intestinos y eliminar el material que podría estorbar para ver dentro del vientre y de los intestinos. Dependiendo de la parte del cuerpo en estudio, es posible que también necesite beber un líquido de contraste o recibir un enema de contraste antes de la prueba. Si se le va a administrar un medio de contraste, es posible que le coloquen un catéter intravenoso (IV) en una vena de su brazo o mano.

Es probable que le pidan que se desvista, se ponga una bata y se quite el sujetador con refuerzo de alambre, cualquier joya, pendiente (*piercings*) u otros objetos metálicos que pueden interferir con la imagen. Le pueden pedir que se saque prótesis dentales, audífonos, pinzas para el cabello y demás, ya que pueden afectar las imágenes de la CT.

Además informe al tecnólogo si tiene un marcapaso, puerto de infusión, u otro dispositivo médico implantado. Esto no evitará que se haga una CT, pero se pueden tomar medidas de cuidado adicionales si se va a escanear esa área.

¿Cómo se realiza el estudio?

Un tecnólogo de radiología administra la CT. El escáner es una máquina grande con forma de rosquilla (doughnut). Usted se acuesta sobre una mesa angosta, plana que se desliza hacia atrás y hacia delante dentro del agujero en el medio del escáner. A medida que la mesa se mueve dentro de la abertura, un tubo de rayos X gira dentro del escáner, enviando múltiples haces de rayos X diminutos en ángulos precisos. Estos haces pasan rápidamente a través de su cuerpo y son detectados en el otro lado del escáner. Es posible que oiga zumbidos y chasquidos a medida que el escáner se enciende y se apaga.

Durante una CT de la cabeza, su cabeza se mantendrá inmóvil en un dispositivo especial.

Estará solo en la sala de examen durante la CT, pero el técnico podrá verlo, oírlo y hablar con usted en todo momento.

Una CT es indolora; sin embargo, puede que le resulte incómodo mantenerse inmóvil en ciertas posiciones durante varios minutos. Pueden pedirle que contenga la respiración durante un tiempo corto, dado que el movimiento del pecho puede afectar la imagen. Para la colonografía por CT, se bombea aire dentro del colon para ayudar a ver la superficie interna del intestino. Esto puede causar molestias.

Si va recibir el material de contraste en una vena, probablemente primero le realicen una exploración, luego reciba el medio de contraste y luego le realicen una segunda exploración. Cuando le están dando el contraste, es posible que tenga una sensación de calor que se propaga a través de su cuerpo. Algunas personas dicen que esto se puede sentir como si “se hubieran orinado en los pantalones”. Esto es solo una sensación y desaparece rápidamente. También puede tener un sabor amargo o metálico en la boca.

¿Cuánto tiempo dura el estudio?

Una CT puede tomar en cualquier lugar de 10 a 30 minutos, dependiendo de lo que se está explorando. Depende de cuánto de su cuerpo quieren examinar los médicos y si se usa un medio de contraste. Por lo general toma más tiempo colocarlo en la posición indicada y darle el medio de contraste que tomar las imágenes. Después del estudio, pueden pedirle que espere mientras examinan los resultados para ver si se necesitan más imágenes.

¿Cuáles son las posibles complicaciones y efectos secundarios?

Algunas personas tienen reacciones al tinte de contraste. Las posibles reacciones incluyen:

- Erupción.
- Náuseas.
- Respiración sibilante.
- Dificultad para respirar.
- Picazón o hinchazón en la cara que puede durar hasta una hora.

Estos síntomas suelen ser leves y a menudo desaparecen por sí solos; sin embargo, a veces pueden indicar una reacción más grave que necesita ser tratada. Asegúrese de informar a su tecnólogo de

radiología y a su equipo de atención médica si nota cualquier cambio después de recibir el tinte de contraste.

En muy pocos casos, las personas pueden tener una reacción alérgica grave que causa una baja de la presión arterial o dificultad para respirar y requiere tratamiento de inmediato.

Antes de recibir el tinte de contraste, asegúrese de hacerle saber a su equipo de atención médica si alguna vez ha tenido una reacción a un tinte de contraste, mariscos o yodo en el pasado. Esto es importante porque puede ponerle en riesgo de tener una reacción al medio de contraste utilizado en la CT. Si existe el riesgo de que usted pudiera tener una reacción alérgica, se le puede dar primero una dosis de prueba del medio de contraste. Cuando alguien ha tenido una reacción grave en el pasado, es posible que necesite tomar medicamentos (usualmente un esteroide, como prednisona) para prevenir otra reacción. A veces es preciso comenzar a tomar estos medicamentos el día anterior a la prueba.

El medio de contraste IV también puede causar problemas renales. Esto es raro, y es más común en las personas cuyos riñones ya no funcionan bien. Si necesita realizarse una exploración con medio de contraste, su médico primero le hará un análisis de sangre para verificar su función renal. También puede que reciba líquidos adicionales en una línea intravenosa (IV) o medicinas para ayudar a que sus riñones eliminen el tinte en forma segura.

¿Qué más debo saber acerca de este estudio?

- Si bien una CT a veces se describe como un “corte” o una “sección transversal”, no se realiza ningún corte.
- La cantidad de radiación que usted recibe durante una CT es mucho más que con una radiografía estándar.
- Las personas que tienen mucho sobrepeso pueden tener dificultad para meterse dentro del tomógrafo.
- Dígale a su médico si tiene alguna alergia o si es sensible al yodo, a los mariscos o a los medios de contraste.
- Dígale a su médico si podría estar embarazada o si está amamantando.
- Las CT pueden costar hasta 10 veces más que una radiografía estándar.

Imágenes por resonancia magnética

Otros nombres incluyen *Imágenes por resonancia magnética (MRI)*, *resonancia magnética (MR)* e *imagen por resonancia magnética nuclear (NMR)*.

¿Qué muestra este estudio?

Al igual que la CT, la imagen por resonancia magnética (MRI) crea imágenes transversales de sus órganos internos. Sin embargo, la MRI usa imanes muy potentes en lugar de radiación para crear las imágenes. Una MRI puede tomar cortes transversales (vistas) desde muchos ángulos, como si alguien estuviera mirando una sección de su cuerpo de frente, de costado, o por encima de su

cabeza. La MRI crea imágenes de partes del tejido blando del cuerpo que a veces son difíciles de ver usando otros estudios por imágenes.

La MRI es muy buena para detectar y localizar algunos tipos de cáncer. Una MRI con medio de contraste es la mejor manera de ver los tumores cerebrales. Mediante el uso de MRI, los médicos a veces pueden decir si un tumor es benigno (no canceroso) o si es maligno (cáncer).

La MRI también se puede usar para buscar signos de que el cáncer pueda haberse metastatizado (diseminado) de su sitio de origen a otra parte del cuerpo.

Las imágenes de la MRI también pueden ayudar a los médicos a planificar el tratamiento ya sea cirugía o radioterapia.

Máquinas especiales de MRI, actualmente disponibles en algunos hospitales, están diseñadas solo para examinar el interior del seno. Esto se llama *MRI con bobinas específicas de mama*. La MRI de los senos se recomienda junto con los mamogramas para detectar cáncer de seno en mujeres con alto riesgo de cáncer de seno. En este momento la MRI no se usa por sí sola para detectar el cáncer de seno en etapa temprana. (Si desea saber más sobre este tema, lea el documento [Cáncer de seno: detección temprana](#) en Internet, o llámenos para solicitar una copia gratis). La MRI de los senos también se puede usar en mujeres que ya han sido diagnosticadas con cáncer de seno para determinar mejor el tamaño real del cáncer y para ver si hay otros tumores en el seno.

¿Cómo funciona este estudio?

Un escáner de MRI es un cilindro o tubo que contiene un imán muy potente que pesa varias toneladas. Cuando está acostado sobre la mesa dentro del tubo, el dispositivo le rodea con un campo magnético potente. La fuerza magnética hace que el núcleo (centros) de los átomos de hidrógeno en su cuerpo se alinee en una dirección. Una vez que los átomos están alineados, la máquina de MRI emite una ráfaga de ondas de radiofrecuencia. Las ondas hacen que el núcleo de hidrógeno cambie de dirección. Cuando vuelven a su posición original, emiten ciertas señales que son detectadas por el escáner. Los núcleos de hidrógeno en los tejidos del cuerpo cambian de dirección de diferentes formas. Una computadora toma las señales de esos cambios y las convierte en una imagen en blanco y negro.

Se pueden suministrar materiales de contraste vía intravenosa para mejorar la calidad de la imagen. Una vez que es absorbido por el cuerpo, estos agentes aceleran la velocidad en la que los tejidos responden a las ondas magnéticas y de radio. Como resultado, las señales producen imágenes más fuertes y claras.

¿Cómo me preparo para el estudio?

Por lo general, usted no necesita una dieta o preparación especial antes de una MRI, aunque debe seguir cualquier instrucción que reciba.

Si estar en un espacio encerrado es un problema (si padece claustrofobia), podría necesitar tomar un medicamento que le ayude a relajarse mientras esté en el escáner. Hablar con un técnico o un consejero de pacientes, o realizar una inspección de la máquina de MRI antes de la prueba puede serle de ayuda. Usted estará solo en la sala de examen, pero el técnico podrá ver y oír lo que está sucediendo. Tendrá un botón de llamada en caso que necesite hablar con el técnico. En algunos casos, puede hacer arreglos para que le realicen la prueba en una *máquina de MRI abierta* que permite que haya más espacio alrededor del cuerpo (vea la sección siguiente).

Antes de la prueba, normalmente le pedirán que se desvista y se ponga una bata u otra ropa que no tenga cierres ni objetos de metal. Asegúrese de sacarse cualquier objeto metálico, como pinzas para el cabello, joyas, prótesis dentales y pendientes (*piercings*) en el cuerpo. Antes del estudio, el tecnólogo de MRI le preguntará si tiene algo metálico en su cuerpo. Algunos objetos de metal no causarán problemas, pero otros podrían causarlos.

Si usted tiene cualquiera de estos implantes, no debe someterse al estudio y ni siquiera debe entrar al área de MRI a menos que se lo permita un radiólogo o tecnólogo que sepa que usted tiene:

- Un desfibrilador o marcapaso implantado.
- Grapas utilizadas en un aneurisma cerebral.
- Un implante coclear (del oído).
- Espirales metálicos colocados en el interior de vasos sanguíneos.

También asegúrese de informar a su tecnólogo si tiene cualquier otro objeto de metal permanente, tal como sujetadores quirúrgicos, grapas, tornillos, placas, o cánula (*stent*), articulaciones artificiales; fragmentos metálicos (esquirla); tatuajes o maquillaje permanente; válvulas del corazón artificiales, puertos de infusión implantados, estimuladores nerviosos implantados, etc.

Puede que necesite que le realicen una radiografía para ver si tiene objetos metálicos en caso de tener alguna duda.

¿Cómo se realiza el estudio?

Las MRI por lo general se realizan de forma ambulatoria en un hospital o clínica. Usted se acuesta sobre una mesa angosta y plana. El técnico puede utilizar correas o almohadas para que esté más cómodo y ayudarlo a evitar que se mueva. La mesa luego se desliza dentro de un cilindro largo y angosto. La parte de su cuerpo que está siendo examinada estará en el centro del cilindro. Puede que la parte del cuerpo que se va a escanear se siente un poco caliente durante el estudio, lo que es normal y no es motivo de preocupación.

El estudio es indoloro, sin embargo, tiene que estar acostado inmóvil dentro del cilindro con su superficie a unos pocos centímetros de la cara. Le pueden pedir que contenga la respiración o que mantenga inmóvil ciertas partes del cuerpo durante el estudio. La máquina puede hacer sonidos fuertes, de golpeteo, de chasquidos y de zumbido, muy similares al sonido de una lavadora, a medida que el imán se enciende y se apaga. Algunos centros le permiten usar tapones para los oídos y auriculares con música para bloquear ese ruido durante la prueba.

Las máquinas especiales que son menos restrictivas pueden resultar mejor para algunas personas. Estas máquinas de MRI abiertas remplazan el cilindro angosto con un anillo más grande. Este diseño reduce el sonido de golpeteo y la sensación de estar acostado en un espacio cerrado. Sin embargo, el dispositivo no crea un campo magnético tan potente. Si bien la tecnología de MRI abiertas está mejorando, las imágenes pueden no ser tan claras o detalladas como las de la MRI estándar. En ocasiones, esto puede requerir la repetición del estudio en una máquina de MRI estándar.

Algunas pruebas requieren el uso de un material de contraste antes de tomar las imágenes. Si se va a usar un medio de contraste, es posible que le coloquen un catéter intravenoso (IV) en una vena del brazo para administrar el medio de contraste o puede que usted tenga que tragarlo. El material

de contraste que se usa para un examen de MRI se llama *gadolinio*. (Este material es distinto al tinte de contraste usado en la CT). Informe al tecnólogo si ha presentado cualquier clase de alergia o ha tenido problemas en el pasado con cualquier contraste usado en estudios por imágenes.

Resulta importante mantenerse inmóvil mientras se toman las imágenes, lo que solo toma algunos minutos a la vez. Informe al tecnólogo si necesita moverse o tomar un descanso.

La MRI de senos usa una máquina especial que realiza solamente este estudio y por lo general se utiliza un material de contraste. Usted tiene que acostarse en un tubo estrecho, boca abajo, sobre una plataforma especialmente diseñada para el procedimiento. La plataforma tiene aberturas para cada seno que permite explorarlos sin que sean comprimidos. La plataforma contiene sensores necesarios para captar la imagen de MRI.

¿Cuánto tiempo dura el estudio?

Las MRI pueden tomar entre 45 y 60 minutos y a veces hasta 2 horas. Después de la prueba, pueden pedirle que espere hasta que examinen las imágenes para ver si necesitan tomar más imágenes.

¿Cuáles son las posibles complicaciones?

Las personas pueden resultar heridas en las máquinas de MRI si ingresan objetos metálicos en la sala o si otras personas tienen objetos metálicos en la misma.

Algunas personas se ponen muy inquietas e incluso entran en pánico cuando están acostadas dentro del escáner de MRI.

Algunas personas tienen reacciones al material de contraste. Dichas reacciones incluyen:

- Náuseas.
- Dolor en el lugar de la aguja.
- Dolor de cabeza que se desarrolla unas horas después de finalizado el estudio.
- Presión arterial baja que resulta en una sensación de mareo o desmayo (es poco común).

Asegúrese de decirle a su equipo de atención médica si tiene alguno de estos síntomas.

El gadolinio, el material de contraste que se usa para la MRI, puede causar una complicación especial cuando se suministra a pacientes que se hacen diálisis o que tienen problemas renales graves, por lo que rara vez se le suministra a estos pacientes. Su médico conversará con usted si tiene problemas renales graves y necesita una MRI de contraste.

¿Qué más debo saber acerca de este estudio?

- Las personas que tienen sobrepeso pueden tener dificultad para meterse dentro de la máquina de MRI.
- No se ha estudiado en detalle el uso de MRI durante el embarazo. La MRI generalmente no se realiza en las primeras 12 semanas de embarazo a menos que haya una razón médica importante para hacerlo.

- No traiga tarjetas de crédito ni otros artículos con bandas magnéticas a la sala de examen; el imán podría borrar la información almacenada en los mismos.
- La MRI no lo expone a la radiación.
- No todos los hospitales y centros de diagnóstico por imágenes tienen disponibles equipos de MRI dedicados para estudios de senos. Es importante que las MRI que se realizan para la detección de cáncer de seno en mujeres con riesgo alto se lleven a cabo en equipos de MRI especiales para el estudio de los senos en centros que también puedan realizar una biopsia de seno guiada por MRI. De lo contrario, todo el estudio de imágenes deberá repetirse en otro centro cuando se haga la biopsia.

Estudios radiológicos (radiografía regular y estudios de contraste)

Otros nombres incluyen *radiografías* y *radiogramas*. Para consultar los nombres de los estudios de contraste, vea el recuadro 1.

¿Qué muestran estos estudios?

Las radiografías, generalmente llamadas rayos X, producen imágenes como sombras de huesos y ciertos órganos y tejidos. Las radiografías son muy buenas para detectar problemas óseos. Pueden mostrar algunos órganos y tejidos blandos; sin embargo, la MRI y la CT suelen crear mejores imágenes de los mismos. Aun así, las radiografías son más rápidas, fáciles de obtener y menos costosas que los otros estudios, por lo que se pueden usar para obtener información rápidamente.

Los mamogramas (radiografías de senos) son una forma de estudio radiológico (para más información vea la sección llamada “Mamografía”).

Algunos tipos especiales de radiografía llamados *estudios de contraste* pueden usar tintes, medios o materiales de contraste. Por ejemplo, una serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI, siglas en inglés) inferior, normalmente llamada examen de *enema de bario*, toma radiografías después de que el intestino se llena con sulfato de bario (un material de contraste). Otro estudio, el *pielograma intravenoso* (IVP, siglas en inglés), usa un colorante de contraste para examinar la estructura y el funcionamiento del sistema urinario (uréteres, vejiga y riñones). Vea el recuadro 1 para obtener más ejemplos.

Gracias a los avances tecnológicos, muchos estudios de contraste que alguna vez fueron utilizados para el diagnóstico están siendo reemplazados por otros métodos, tales como la CT o las MRI (vea la secciones sobre CT y MRI).

¿Cómo funcionan estos estudios?

Un tubo especial dentro de la máquina de rayos X emite un haz de radiación controlada. Los tejidos del cuerpo absorben o bloquean la radiación en diferentes grados. Los tejidos densos como los huesos bloquean la mayor parte de la radiación, pero los tejidos blandos, como la grasa o los músculos, bloquean menos radiación. Después de pasar por el cuerpo, el haz cae sobre una pieza de un fragmento de película, donde proyecta una especie de sombra. Los tejidos que bloquean altas cantidades de radiación, como los huesos, aparecen como áreas blancas. Los tejidos blandos bloquean menos radiación y aparecen en tonos grises y los órganos que son mayormente aire

(como los pulmones) normalmente se ven negros. Los tumores son por lo general más densos que el tejido que los rodea, por lo que suelen verse como tonos grises más claros.

Los estudios de contraste proporcionan cierta información que las radiografías estándar no pueden proporcionar. Durante un estudio de contraste, usted recibe una dosis de material de contraste que circunda, destaca, o llena las partes del cuerpo para que aparezcan con mayor claridad en una radiografía. El material de contraste se puede suministrar vía oral, como enema, como inyección (se coloca en una vena), o a través de un catéter (tubo delgado) que se coloca en varios tejidos del cuerpo. Para la mayoría de estos estudios, las imágenes se pueden captar en una película radiográfica o en una computadora.

Tabla 1: Estudios de contraste de uso común

Nombre(s) del/de los estudio(s)	Órganos en estudio	El medio de contraste se administra a través de
Angiografía, angiograma, arteriografía, arteriograma	Arterias de todo el cuerpo, incluyendo las del cerebro, los pulmones y los riñones	Catéter (tubo delgado) en una arteria
Pielograma intravenoso	Tracto urinario (riñones, uréteres, vejiga)	Inyección en la vena (IV)
Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior, enema de bario (BE), enema de bario de doble contraste (DCBE), enema de bario con contraste de aire (ACBE)	Colon, recto	Enema
Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) superior, esofagografía, estudio radiológico del tránsito intestinal	Esófago, estómago, intestino delgado	Boca
Venografía, venograma	Venas de todo el cuerpo, por lo general en la pierna	Catéter en una vena

¿Cómo me preparo para el/los estudio(s)?

Además de quitarse todos los objetos metálicos que podrían interferir con la imagen, no se necesita ninguna preparación especial antes de someterse a una radiografía.

La preparación para un estudio de contraste depende de la prueba. Pueden pedirle que no coma nada o que se prepare de otra forma antes de la prueba (vea la sección siguiente). El centro radiológico donde se va a hacer la prueba debe darle las instrucciones. Consulte primero con ellos. Su médico también puede darle instrucciones.

¿Cómo se realiza(n) el/los estudio(s)?

Radiografías estándar: por lo general, las radiografías son tomadas por un técnico radiólogo. Usted se desvestirá para exponer la parte del cuerpo donde le harán la radiografía, sacándose las joyas u otros objetos que podrían interferir con la imagen. Es posible que le den una bata o una sábana para que se cubra. Le pedirán que se siente, se pare o se acueste, dependiendo de la parte del cuerpo donde se le tomará la radiografía. Su cuerpo se coloca contra una caja plana que contiene la película radiográfica. El técnico luego mueve la máquina para enfocar el haz de radiación en el área correcta.

Le pueden colocar escudos protectores especiales sobre partes de su cuerpo cerca del área donde van a tomar la radiografía para que no estén expuestas a la radiación. Generalmente el técnico sale de la sala para operar la máquina por control remoto. Su exposición a los rayos X es muy breve; por lo general menos de un segundo. Es posible que oiga el sonido de un zumbido o chasquido mientras la máquina está funcionando.

Para una radiografía del pecho, se suelen tomar dos vistas. Primero, usted se mantiene de pie con el pecho contra la película radiográfica y la imagen se toma desde la espalda. Los brazos estarán a ambos lados. Luego se suele tomar una vista lateral con los brazos por encima de la cabeza o en frente suyo. El técnico le indicará cuando debe respirar profundamente y mantenerse inmóvil. Para tomar una radiografía en personas que no pueden ponerse de pie, la película se coloca en su espalda y la imagen se toma desde el frente.

Durante una radiografía abdominal (vientre), usted está acostado sobre una mesa. Es probable que le pidan que cambie de posición o que se siente si se necesita más de una vista. Una vez más, necesitará contener la respiración y permanecer inmóvil mientras se toma rápidamente la imagen. Después de la exposición, el técnico regresará a la sala para sacar la máquina fuera del lugar, quitar cualquier escudo protector, recoger la película y ayudarlo a volver al lugar donde se puede vestir.

Angiografía por rayos X: en el pasado, la angiografía se solía usar para conocer la etapa y la extensión del cáncer, pero actualmente para hacer esto generalmente se usa la CT y la MRI. La angiografía a veces se usa para mostrar a los cirujanos los vasos sanguíneos que están cerca de un tumor de modo que se pueda planificar la operación para limitar la pérdida de sangre. Los angiogramas todavía se usan para diagnosticar enfermedades no cancerosas de los vasos sanguíneos. Estos tipos de estudios son realizados por un radiólogo (un médico que se especializa en estudios de diagnóstico por imágenes), con la ayuda de técnicos.

Se le pedirá que no coma antes de este estudio. Por lo general, se le dará un medicamento para relajarlo antes del inicio del estudio. Mientras está acostado sobre la mesa, la piel sobre el sitio de la inyección se limpia y se insensibiliza. Un catéter (tubo plástico delgado) se coloca en un vaso sanguíneo (normalmente la arteria en la parte superior del muslo) y se desliza hasta que llegue al área de estudio. Se coloca el medio de contraste y se toma una serie de imágenes radiográficas. Después de eso, se retira el catéter. Es posible que sea necesario presionar firmemente el lugar del catéter durante un rato para asegurarse que no sangre. Se le pedirá también que permanezca acostado y con su pierna inmóvil hasta por varias horas. Esto también ayuda a prevenir el sangrado en el sitio del catéter.

Otros tipos de angiografía: los avances tecnológicos han dado lugar a otras formas de angiografía que toman menos tiempo e implican menos riesgos que la angiografía por rayos X. La *angiografía por CT* toma imágenes de los vasos sanguíneos usando un tomógrafo en lugar de una máquina de radiografía estándar. El medio de contraste se puede colocar en una vena pequeña del brazo en

lugar de tener que colocar un catéter en un vaso sanguíneo importante. La *angiografía por resonancia magnética* (MRA) es un estudio de MRI de los vasos sanguíneos. Esta se puede hacer con o sin medio de contraste y es también más rápida que un angiograma radiográfico estándar.

Pielograma intravenoso (IVP): este estudio de rayos X se usa para estudiar la función renal y para ver si hay tumores en el tracto urinario (aunque otros estudios, como CT o MRI se usan con más frecuencia).

Probablemente se le pedirá que no coma ni beba nada por aproximadamente 12 horas antes del estudio, y debe tomar laxantes para vaciar el intestino. Para el estudio en sí, usted se acuesta sobre una mesa para una serie de radiografías. Luego se le suministra el medio de contraste a través de una vena del brazo. Los riñones eliminan el medio de contraste del torrente sanguíneo y este ingresa en el tracto urinario. Se toma otra serie de radiografías durante los siguientes 30 minutos aproximadamente. Se puede aplicar presión en el vientre para ayudar a hacer que la imagen sea más clara. Una vez que el medio de contraste llega a la vejiga, se le pedirá que orine mientras se toma otra radiografía.

Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior (enema de bario): este estudio de rayos X se usa para examinar el recubrimiento del colon (intestino grueso) y el recto.

Se puede restringir su alimentación durante algunos días antes del estudio. Se usan laxantes y/o enemas para vaciar el colon. Para el estudio, usted se acuesta bien asegurado sobre una mesa y se toma una serie de radiografías. Luego el líquido de bario se coloca dentro del colon a través de un tubo pequeño y blando ubicado en el recto. El líquido se siente frío. Se toman más imágenes mientras la mesa lo inclina en diferentes posiciones. Tiene que permanecer acostado inmóvil y contener la respiración cuando se toma cada imagen. Después de la prueba, puede ir al baño para eliminar la solución de bario de los intestinos. (Pueden pasar varios días hasta que esta se haya eliminado por completo. Sus deposiciones pueden ser más secas, más duras y de color claro durante este tiempo).

Para obtener imágenes más claras, por lo general se realiza un examen con “contraste doble”. Este examen usa una cantidad más pequeña de líquido de bario más espeso. Después que el bario está adentro, se hace ingresar aire en sus intestinos. Esto puede causar una sensación de hinchazón y malestar, junto con la ganas de vaciar los intestinos.

Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) superior: este estudio se usa para estudiar el recubrimiento del esófago (tubo digestivo), estómago y el duodeno (primera parte del intestino delgado).

Probablemente se le pedirá que no coma ni beba de 8 a 12 horas antes del examen. Al igual que con la serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior, usted se acuesta sobre una mesa basculante mientras se toma una serie de radiografías. Será necesario que ingiera una mezcla de bario unos minutos antes de la prueba. (En algunos casos, se usan otras sustancias, no el bario). También se le puede pedir que ingiera cristales de bicarbonato de soda para que se cree gas en su estómago. A veces las imágenes se toman unas horas después para que el médico pueda ver el intestino delgado (se necesita tiempo para que el bario pase desde el estómago al intestino delgado). Esto se conoce como *prueba de seguimiento de intestino delgado*. Después de la prueba pueden darle un laxante para acelerar la eliminación del bario de su cuerpo.

Venografía: este estudio se puede usar para examinar las venas en cualquier parte del cuerpo. Por lo general se usa para buscar un coágulo sanguíneo en una vena grande de la pierna o del brazo

(llamado *trombosis venosa profunda* o *DVT*, siglas en inglés), aunque primero se suelen usar otros estudios.

Mientras está acostado sobre la mesa, se limpia e insensibiliza la piel sobre la vena que se va a usar. Luego, se coloca un catéter (tubo plástico delgado) en una vena pequeña por debajo de la vena que podría estar obstruida (como el pie para una vena en la pierna, o la mano para una vena en el brazo). Este puede ser roscado para que pase a la vena más grande cercana a la que va a ser estudiada o se puede usar un torniquete para que el medio de contraste fluya a las venas más profundas. Se coloca el medio de contraste y se toma una serie de imágenes radiográficas. Después de eso, se retira el catéter. Es posible que sea necesario presionar firmemente el lugar durante un rato para asegurarse que no sangre.

¿Cuánto tiempo toman estos estudios?

- Radiografía estándar: aproximadamente de 5 a 10 minutos.
- Angiograma: de 1 a 3 horas.
- Pielograma intravenoso: aproximadamente 1 hora.
- Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior: de 30 a 45 minutos.
- Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) superior: de 30 minutos a 6 horas, dependiendo de la parte del sistema digestivo en estudio.
- Venograma: de 30 a 90 minutos.

¿Cuáles son las posibles complicaciones y efectos secundarios de estos estudios por imágenes?

Radiografías estándar: Los problemas son poco frecuentes y muy poco probables.

Angiografía: puede tener una sensación de calor o ardor mientras se le suministra el medio de contraste. El material de contraste puede causar náuseas, vómitos, enrojecimiento, picazón o un sabor amargo o salado. En casos poco comunes, las personas pueden tener una reacción alérgica grave al material de contraste que afecta la respiración y la presión sanguínea. El material de contraste también puede causar problemas renales. Esto es raro, pero es más común en las personas cuyos riñones ya no funcionan bien.

Existe un riesgo pequeño de que se formen coágulos de sangre en el extremo del catéter, lo que podría obstruir un vaso sanguíneo. Existe también poco riesgo de daño a los vasos sanguíneos debido al catéter, lo que podría resultar en una hemorragia interna. Se puede desarrollar un hematoma (una acumulación de sangre debajo de la piel) en donde se puso el catéter si no se mantiene presionado el sitio el tiempo suficiente. (Las posibles complicaciones de la angiografía por CT o por MRI son las mismas que se describen en las secciones sobre CT y MRI).

Pielograma intravenoso (IVP): este estudio por lo general es seguro, pero se debería realizar con precaución (o no se debería hacer en absoluto) en las personas que son alérgicas al medio de contraste con yodo (lo que también incluye al contraste de la CT). El medio de contraste hace que algunas personas tengan náuseas, vómitos, enrojecimiento, picazón o un sabor amargo o salado. En casos poco comunes, las personas tienen una reacción alérgica grave al material de contraste y necesitan recibir un tratamiento de emergencia.

Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior (enema de bario): este estudio puede ser incómodo. Algunos pacientes tienen retorcijones abdominales (vientre). A muchos pacientes este estudio les hace sentir cansancio. El material de contraste de bario hará que sus deposiciones tengan un color claro durante algunos días después de la prueba y puede causarle constipación.

Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) superior (ingestión de bario): la mezcla de bario tiene la densidad de un batido de leche y un sabor desagradable. Los cristales de bicarbonato de sodio pueden causar gases y eructos. Después de la prueba, sus deposiciones tendrán un color claro durante unos días y puede que esté estreñido.

Venografía: este procedimiento tiene efectos secundarios y complicaciones similares a la angiografía, aunque el enrojecimiento no es tan común. Puede que se sienta dolor y que se presenten moretones en el lugar donde se coloca el catéter.

¿Qué más debo saber acerca de estos estudios?

- Antes de someterse a cualquiera de estos estudios, dígame a su médico si podría estar embarazada o si está amamantando.
- Las radiografías exponen el cuerpo a radiación, pero el equipo moderno de radiografías usa la menor cantidad de radiación posible. (Para obtener más información sobre este tema, vea “Preguntas y comentarios generales sobre el riesgo de la radiación”).
- Una tecnología más nueva, llamada *radiología digital*, crea imágenes en una pantalla de computadora en lugar de crearlas sobre una película. Se puede ajustar el tamaño y el contraste de las imágenes para hacer que sean más fáciles de leer y estas pueden enviarse a computadoras en otros consultorios médicos u hospitales.

Si va a someterse a un estudio que usa un medio de contraste, informe a su médico si usted es alérgico a los materiales de contraste, al yodo o a los mariscos. Esto puede aumentar su riesgo de tener una reacción.

Mamografía

Otros nombres incluyen *mamograma* y *mamografía digital*.

¿Qué muestra este estudio?

Un mamograma es una radiografía de los senos. Un *mamograma de rutina (detección)* se usa para ver si hay signos de enfermedad en los senos cuando no tiene ningún síntoma ni problema en los senos. Un mamograma puede detectar cáncer en sus etapas tempranas, incluso antes de que se pueda palpar un bulto, cuando el tratamiento puede ser más exitoso. Los mamogramas de detección suelen tomar radiografías de cada seno desde dos ángulos diferentes.

Los mamogramas también se pueden usar para examinar los senos de una mujer si ella tiene un problema en los senos o si se ha observado un cambio en un mamograma de rutina o de detección. Cuando se utilizan de esta manera, se llaman *mamogramas de diagnóstico*. Estos pueden incluir vistas adicionales (imágenes) de los senos que no suelen tomarse en los mamogramas de rutina.

Los mamogramas no pueden probar que un área anormal es cáncer, pero pueden proporcionar información que indica si se necesitan más estudios. Los dos tipos principales de cambios en los senos que se encuentran con un mamograma son las calcificaciones y los bultos o masas.

Las *calcificaciones* son pequeños depósitos de minerales dentro del tejido del seno, que en las imágenes parecen pequeñas manchas blancas. Estas pueden o no ser causadas por el cáncer.

Un bulto, que puede o no tener calcificaciones, es otro cambio importante que se ve en los mamogramas. Los bultos pueden ser muchas cosas, como quistes (sacos no cancerosos llenos de líquido) y tumores sólidos no cancerosos, sin embargo también podrían ser cáncer. Por lo general, cualquier masa que no sea obviamente un quiste lleno de líquido requiere de una biopsia. (Una biopsia es extraer un pedazo de tejido para ver si hay células cancerosas en el mismo).

Es muy importante para el radiólogo tener disponibles sus mamogramas anteriores. Estos pueden ayudar a mostrar que un bulto o calcificación no ha cambiado con el paso del tiempo, lo que podría significar que probablemente no sea cáncer y no se necesite una biopsia.

¿Cómo funciona este estudio?

Un mamograma usa una máquina diseñada para examinar solamente el tejido de los senos. La máquina toma una radiografía a dosis más bajas que una radiografía estándar. Debido a que estos rayos X no pasan por los tejidos fácilmente, la máquina tiene dos placas que comprimen o aplanan el seno para separar el tejido. Esto crea una mejor imagen y usa menos radiación.

Un mamograma digital (también conocido como *mamografía digital de campo completo* o FFDM, siglas en inglés) es como un mamograma estándar en el que se usan rayos X para crear una imagen del seno. La diferencia radica en la forma en que se toma, se examina y se guarda la imagen. Los mamogramas estándar se imprimen en grandes hojas de película fotográfica. Las imágenes digitales se graban y se guardan como archivos en una computadora. Después del examen, el médico puede examinar las imágenes en una pantalla de computadora y ajustar el tamaño, el brillo o el contraste para ver ciertas áreas con mayor claridad. Las imágenes digitales también se pueden enviar electrónicamente a otro sitio para que las vea otro especialista en senos.

Los mamogramas digitales cada vez están más disponibles. Pueden ser mejores que los mamogramas estándar (película) para algunas mujeres, pero evidentemente no son mejores para todas las mujeres. Las mujeres no deben dejar de someterse a su mamograma regular debido a que no tienen a disposición un mamograma digital.

¿Cómo me preparo para el estudio?

Si usted está menstruando, el mejor momento para programar un mamograma es una semana después de su periodo, cuando sus senos tienden a estar menos sensibles.

Para el estudio será necesario que se desvista de la cintura para arriba, por lo que probablemente quiera usar una camisa y una falda o pantalón, en lugar de un vestido. No se necesita preparación especial. No obstante, el día de su mamograma, no use desodorante, perfume, talcos ni ungüentos debajo de los brazos ni en los senos porque estos podrían interferir con las imágenes.

¿Cómo se realiza el estudio?

Un mamograma es un examen ambulatorio. Se le pedirá que se desvista de la cintura para arriba y probablemente sea necesario que se quite cualquier joya que tenga alrededor del cuello. Estará de pie cerca de la máquina de mamograma y esta se adaptará a una altura cómoda. Un tecnólogo de radiología especialmente calificado ubicará su seno sobre una plataforma. El técnico usará la máquina para comprimir lentamente su seno con una placa plástica ajustable. La compresión será apretada e incómoda, no obstante no dura mucho tiempo. Debe contener la respiración mientras el técnico sale de la sala y toma rápidamente la imagen. Luego la presión se libera de inmediato.

Un mamograma de detección normalmente implica dos vistas de cada seno, una desde arriba y otra desde el costado. Si tiene implantes mamarios, es posible que sea necesario tomarle más imágenes para incluir la mayor cantidad de tejido mamario posible. Asimismo, le tomarán más imágenes si el mamograma se usa para diagnóstico (un mamograma de diagnóstico) o para guiar la colocación de una aguja para una biopsia.

¿Cuánto tiempo dura el estudio?

El mamograma de rutina de principio a fin lleva aproximadamente de 15 a 30 minutos. Un mamograma de diagnóstico, el cual toma imágenes desde más ángulos o vistas de primer plano, lleva alrededor de 30 a 45 minutos. Cada seno es comprimido solamente durante unos segundos de este tiempo.

¿Cuáles son las posibles complicaciones?

Un mamograma usa dosis bajas de radiación y es seguro. El riesgo realmente bajo de que la exposición a la radiación durante un mamograma pueda resultar en cáncer es ampliamente superado por los beneficios de detectar temprano el cáncer.

Para algunas mujeres los mamogramas resultan dolorosos; sin embargo, para la mayoría la compresión causa solamente una molestia breve.

Ha habido informes de ruptura de implantes mamarios durante los mamogramas, no obstante estos casos han sido muy poco comunes. Si usted tiene implantes mamarios, asegúrese de informar al centro acerca de esto con anticipación, y encuentre a un radiólogo con experiencia en hacer mamogramas en mujeres con implantes.

¿Qué más debo saber acerca de este estudio?

- La Sociedad Americana Contra El Cáncer tiene pautas para la detección temprana del cáncer de seno en mujeres que no tienen síntomas en los senos. Usted puede encontrar más información en nuestro documento Cáncer de seno: detección temprana.
- Los mamogramas solos no pueden encontrar todos los cánceres de seno. Por esta razón, los mamogramas se deben usar junto con un examen clínico del seno realizado por un profesional de atención médica. También es muy importante saber cómo se ven y se sienten sus senos normalmente e informar cualquier cambio a un médico.
- Un mamograma negativo (sin signos de calcificaciones o bultos) no siempre significa que no hay cáncer o que el cáncer no se desarrollará más adelante.

- La necesidad de una biopsia no significa que usted tiene cáncer. De hecho, menos de una de cada 10 mujeres a quienes se les pide que regresen para tomarles más imágenes, presentan cáncer.

Para más detalles sobre los mamogramas y otros estudios relacionados con el cáncer de seno, por favor lea Mamogramas y otros procedimientos con imágenes de los senos en nuestro sitio Web o llámenos para solicitar una copia gratis.

Estudios de medicina nuclear

Otros nombres incluyen *medicina nuclear de diagnóstico por imágenes*, *estudios con isótopos radiactivos* y *exploraciones de medicina nuclear*.

¿Qué muestran estos estudios?

Los estudios de medicina nuclear crean imágenes en base a la química del cuerpo en vez de hacerlo en base al formato físico y a las formas (como ocurre con los demás estudios por imágenes). Estos estudios usan sustancias químicas llamadas *radionúclidos* (también llamadas *marcadores* o *radiofármacos*) que liberan niveles bajos de radiación.

Los tejidos del cuerpo que están afectados por ciertas enfermedades, como el cáncer, pueden absorber más o menos del marcador que los tejidos normales. Cámaras especiales recogen el patrón de radiactividad para crear imágenes que muestran el recorrido del material y dónde se acumula. Estos estudios pueden mostrar algunos problemas en órganos internos y en tejidos mejor que las imágenes de la radiografía estándar.

Si se está en presencia de cáncer, el tumor puede aparecer en la imagen como un “punto caliente”; un área de mayor absorción del marcador. Dependiendo del tipo de estudio que se lleve a cabo, el tumor puede ser en cambio un “punto frío”; un lugar de menor absorción.

Los estudios de medicina nuclear se usan para detectar tumores. También se usan para estudiar una etapa del cáncer (la extensión de su diseminación) y para decidir si el tratamiento está funcionando.

Es posible que los estudios de medicina nuclear no encuentren tumores muy pequeños y no siempre pueden indicar la diferencia entre tumores benignos (no cancerosos) y malignos (cancerosos). Por lo general se usan junto con otros estudios de diagnóstico por imágenes para proporcionar un cuadro más completo de lo que está sucediendo. Por ejemplo, las gammagrafías óseas que muestran puntos calientes en el esqueleto suelen ser seguidas de radiografías de los huesos afectados, las cuales son mejores para mostrar los detalles de la estructura ósea.

Los estudios de medicina nuclear tienen diferentes nombres, dependiendo del órgano afectado. Algunos de los estudios de medicina nuclear más comúnmente usados (los cuales se describen detalladamente más adelante) son:

- Gammagrafías óseas.
- Gammagrafías con galio.
- Tomografía por emisión de positrones (PET).
- Gammagrafía tiroidea.
- Ventriculografía isotópica.

Algunos exploradores nucleares también se usan para medir la función cardíaca.

¿Cómo funcionan estos estudios?

El tipo de estudio depende de qué órgano o tejido el médico desee estudiar. En la mayoría de los casos se suministra una sustancia que emite pequeñas dosis de radiación. Algunas se ingieren mientras que otras se inyectan en una vena o se inhalan en forma de gas.

Gammagrafía con radionúclidos: debido a que examinan más que solo la forma de un tumor, las gammagrafías con radionúclidos se usan para más fines que la sola creación de imágenes. Aquí hay algunos de los radionúclidos más comunes que actualmente se usan:

- El galio-67 se usa para detectar cáncer en ciertos órganos. También se puede usar para una exploración de cuerpo entero. Esto se puede llamar *gammagrafía con galio*.
- El tecnecio-99 se usa en exploraciones de cuerpo entero, especialmente en *gammagrafías óseas*. Las gammagrafías óseas buscan cánceres que pueden haberse diseminado (metastazado) desde otros sitios a los huesos. El tecnecio-99 también se usa en gammagrafías cardíacas, incluyendo la ventriculografía isotópica la cual examina la función cardíaca.
- Las gammagrafías con talio-201 se usan con más frecuencia en cardiología para el estudio de cardiopatías. A veces se usan para ver qué tan bien está funcionando el tratamiento para ciertos tipos de tumores y pueden ser usadas para detectar algunos tipos de cáncer.
- El yodo radiactivo (yodo-123 o yodo-131) se puede usar para detectar y tratar los cánceres de tiroides.

Los radionúclidos emiten rayos gamma, los cuales son captados por una cámara especial (conocida como *cámara gamma*, *escáner rectilíneo* o *gammagrafía*). Las señales son procesadas por una computadora, la cual las transforma en imágenes bidimensionales y tridimensionales (3-D), a veces con adición de color para mayor claridad. Un radiólogo o un médico que se especializa en medicina nuclear interpreta las imágenes y le envía un informe a su médico.

Tomografía por emisión de positrones: la tomografía por emisión de positrones (PET) es un estudio de exploración que usa una forma de azúcar radiactivo. Las células del cuerpo asimilan diferentes cantidades de azúcar radiactivo, dependiendo de qué tan rápido están creciendo. Las células cancerosas, las cuales crecen rápidamente, son más propensas a absorber cantidades más grandes de azúcar que las células normales. El azúcar radiactivo emite partículas pequeñas llamadas *positrones*, que chocan con los electrones en el cuerpo, emitiendo rayos gamma. Una cámara especial capta estos rayos cuando salen del cuerpo y los convierte en imágenes.

Las PET se usan para detectar cáncer y para ver si este está respondiendo al tratamiento. Los cambios químicos que muestran también pueden ayudar a los médicos a examinar los efectos del tratamiento del cáncer. Debido a que las PET examinan el funcionamiento del cuerpo, pueden mostrar cambios que sugieren la presencia de enfermedades antes de que los cambios puedan ser vistos en otros estudios de diagnóstico por imágenes.

PET/CT: algunas máquinas combinan una PET con una CT. Las PET/CT proporcionan información más detallada sobre cualquier aumento de actividad celular, lo que ayuda a los médicos a localizar los tumores. Sin embargo, también exponen al paciente a más radiación.

Uso de anticuerpos monoclonales en los estudios de medicina nuclear: un tipo especial de anticuerpo producido en el laboratorio, llamado anticuerpo monoclonal, puede ser diseñado para adherirse a las sustancias que se encuentran únicamente en la superficie de las células cancerosas. Una sustancia radiactiva se puede unir al anticuerpo monoclonal, que luego se administra en una vena. Este viaja por el torrente sanguíneo hasta que llega al tumor y se adhiere al mismo. Esto hace que el tumor se “ilumine” cuando se ve a través de un explorador especial. Algunos ejemplos de exploraciones con anticuerpos monoclonales que se usan para detectar cánceres son la exploración con ProstaScint® para el cáncer de próstata, la exploración con OncoScint® para el cáncer de ovario y la exploración con CEA-Scan® para el cáncer de colon.

¿Cómo me preparo para el estudio?

Los pasos necesarios para prepararse para un estudio de medicina nuclear dependen del tipo de estudio y del tejido que se estudiará. Algunos estudios requieren que no coma ni beba nada de 2 a 12 horas antes de la prueba. Para otros, se le puede pedir que tome un laxante o que use un enema. Asegúrese de que su médico o enfermera sepa todo lo que usted toma, incluso los medicamentos de venta libre, las vitaminas y las hierbas. Es posible que necesite evitar algunos medicamentos (con prescripción y de venta libre) antes de la prueba. Su equipo de atención médica le dará instrucciones.

El material radiactivo puede administrarse vía oral, vía intravenosa (IV) o incluso puede ser inhalado en forma de gas (aunque esto es poco común en estudios por imágenes relacionados con el cáncer). Usted puede recibirlo en cualquier lado desde unos minutos a muchas horas antes de la prueba. Por ejemplo, en una gammagrafía ósea, el marcador se coloca en una vena del brazo aproximadamente 2 horas antes del inicio del estudio. Para las gammagrafías con galio, el marcador se administra unos días antes del estudio.

¿Cómo se realiza el estudio?

En la mayoría de los casos, un estudio de medicina nuclear se realiza como procedimiento ambulatorio. Debido a los materiales y al equipo especial necesarios, estos estudios generalmente se realizan en el departamento de radiología o de medicina nuclear de un hospital. Puede que se le permita usar su propia ropa o puede que le provean una bata para que la use durante el examen. Necesitará quitarse cualquier joya u objeto de metal que podría interferir con el estudio.

La máquina tiene un agujero en la mitad y se parece a un rosquilla (doughnut) grande. Usted se acuesta sobre una mesa acolchada que pasa a través del agujero y el escáner se mueve hacia atrás y hacia delante. El técnico le puede pedir que cambie de posiciones para permitir que se tomen diferentes vistas. El estudio no causa dolor. No obstante, puede que se sienta incómodo después de estar acostado sobre la mesa por un tiempo.

¿Cuánto tiempo dura el estudio?

Un estudio de medicina nuclear lleva aproximadamente de 30 a 60 minutos, más el tiempo de espera después de que se administra el material radiactivo. Para las gammagrafías óseas, el material toma de 2 a 3 horas para ser absorbido y el estudio mismo toma aproximadamente otra hora. Las gammagrafías con galio toman varios días entre la inyección y el estudio en sí. Los resultados de los estudios de medicina nuclear por lo general están disponibles en unos pocos días.

¿Cuáles son las posibles complicaciones?

En general, los estudios de medicina nuclear son pruebas seguras. Las dosis de radiación son muy pequeñas y los radionúclidos tienen bajo riesgo de ser tóxicos o de causar una reacción alérgica. Algunas personas pueden sentir dolor o tener hinchazón en el sitio donde se inyecta el material en una vena. En raras ocasiones, algunas personas tendrán fiebre o una reacción alérgica cuando se les administra un anticuerpo monoclonal.

¿Qué más debo saber acerca de estos estudios?

- La exposición a la radiación de un explorador nuclear proviene de radionúclidos usados (el explorador por sí solo no produce radiación). El material radiactivo en su cuerpo disminuirá naturalmente y perderá su radiactividad con el paso del tiempo. También puede que se elimine del cuerpo a través de la orina o las heces fecales dentro de pocas horas o pocos días. Hable con su equipo de atención médica sobre tener relaciones sexuales o estar cerca de los niños o de mujeres embarazadas después de estos estudios.
- Se le pedirá que tome mucha agua para eliminar el material radiactivo.
- Para reducir el riesgo de exposición al material radiactivo en su orina después del estudio, debe tirar la cadena del inodoro tan pronto como lo haya utilizado.
- Los estudios de medicina nuclear muy rara vez se recomiendan a mujeres embarazadas, por lo que debe informar a su médico si usted está o podría estar embarazada.
- Si está amamantando, asegúrese de decírselo a su médico con anticipación. Es posible que tenga que extraer la leche materna y desecharla hasta que el radionúclido se haya eliminado de su sistema.

Ecografía

Otros nombres incluyen *ultrasonografía*, *sonografía* o *sonograma*.

¿Qué muestra este estudio?

Una máquina de ecografía crea imágenes llamadas ecografías por medio de la emisión de ondas sonoras de alta frecuencia que pasan por su cuerpo. Cuando las ondas sonoras rebotan contra sus órganos y tejidos, crean ecos. La máquina convierte estos ecos en imágenes en tiempo real que se pueden observar en una pantalla de computadora.

La ecografía es muy buena para crear imágenes de algunas enfermedades de los tejidos blandos que no se muestran bien en las radiografías. La ecografía también es una buena manera de distinguir los quistes llenos de líquido y los tumores sólidos porque producen patrones de eco muy diferentes.

Las imágenes de ecografía no son tan detalladas como las de la CT y la MRI. La ecografía no puede distinguir un tumor benigno (no canceroso) de uno canceroso. Su uso también está limitado en algunas partes del cuerpo porque las ondas sonoras no pueden pasar por el aire (como en los pulmones) o a través de los huesos.

Los médicos suelen usar la ecografía para guiar una aguja para hacer una biopsia (extrayendo líquido o muestras pequeñas de tejido para examinarlas al microscopio). Los médicos observan la pantalla del ecógrafo mientras mueven la aguja y pueden ver la aguja moviéndose hacia y dentro del tumor.

Para algunos tipos de estudios de ecografía, el *transductor* (el dispositivo manual que produce las ondas sonoras y detecta los ecos) se frota sobre la superficie de la piel. Las ondas sonoras pasan a través de la piel y llegan a los órganos debajo de la misma. En otros casos, para obtener las mejores imágenes, el médico debe usar un transductor que se coloca en una abertura del cuerpo, como el esófago (el tubo que conecta la garganta y el estómago), el recto o la vagina.

Máquinas especiales de ecografía, conocidas como *máquina de eco-Doppler*, pueden mostrar cómo la sangre fluye a través de los vasos sanguíneos. Esto es útil porque el flujo sanguíneo en los tumores es diferente que en el tejido normal. Algunas de estas máquinas toman imágenes a color. A diferencia de otras formas de estudios por imágenes de los vasos sanguíneos, los estudios de *eco Doppler color* no utilizan agentes de contraste. El eco Doppler color ha facilitado a los médicos descubrir si el cáncer se ha diseminado a los vasos sanguíneos, especialmente el hígado y el páncreas.

¿Cómo funciona este estudio?

Una máquina de ecografía tiene tres partes clave: un panel de control, una pantalla de visualización y un transductor, que es muy similar a un micrófono o a un ratón de computadora. El transductor emite ondas sonoras y capta los ecos. El médico o el técnico ecógrafo mueve el transductor sobre la parte del cuerpo que se está estudiando. La computadora que se encuentra dentro de la parte principal de la máquina analiza las señales y pone una imagen en la pantalla de visualización.

La forma y la intensidad de los ecos dependen de qué tan denso es el tejido. Por ejemplo, la mayoría de las ondas sonoras pasan directamente a través de un quiste lleno de líquido y envían de vuelta muy pocos ecos o ecos apenas perceptibles, lo que hace que se vean negros en la pantalla de visualización. Sin embargo, las ondas rebotan contra un tumor sólido, creando un patrón de ecos que la computadora muestra como una imagen de color más claro.

¿Cómo me preparo para el estudio?

Por lo general, no se necesita preparación; sin embargo, esto depende de lo que se estudia. Su médico o enfermera le dará instrucciones sobre cualquier paso a seguir antes del estudio. Dependiendo del órgano que se estudie, puede ser necesario que no coma, que tome un laxante o que use un enema. Si le están realizando una ecografía abdominal (vientre), puede que necesite tomar mucha agua justo antes del estudio para llenar la vejiga. Esto creará una mejor imagen porque las ondas sonoras viajan bien a través del líquido.

¿Cómo se realiza el estudio?

La ecografía se puede hacer en un consultorio médico, en una clínica u hospital. Usted se acostará sobre una mesa. El técnico pondrá un gel sobre su piel y moverá el transductor sobre el área. El gel lubrica la piel y ayuda a conducir las ondas sonoras. El gel se siente frío y resbaloso. Si se usa una sonda, esta se cubrirá con gel y se colocará dentro de la abertura del cuerpo. Esto puede causar presión o molestia.

Durante el estudio, el técnico o el médico mueve el transductor mientras es presionado firmemente en su piel. Se le puede pedir que contenga la respiración durante la exploración. El operador puede ajustar las perillas o diales para aumentar la profundidad a la que se envía las ondas sonoras. Puede sentir una leve presión del transductor, pero no oír los sonidos de alta frecuencia.

¿Cuánto tiempo dura el estudio?

Una ecografía normalmente toma de 20 a 30 minutos. La duración depende del tipo de examen y de qué tan difícil resulta encontrar cualquier cambio en los órganos que se estudian.

¿Cuáles son las posibles complicaciones?

La ecografía es un procedimiento muy seguro con un bajo riesgo de complicaciones.

¿Qué más debo saber acerca de este estudio?

- La ecografía no usa radiación.
- La ecografía generalmente cuesta mucho menos que la CT o la MRI.
- La calidad de los resultados depende en gran medida de la habilidad del técnico o del médico que opera el transductor, lo que no sucede en el caso de la CT o MRI.
- En las personas obesas resulta más difícil obtener buenas imágenes.
- Las formas nuevas de ecografía pueden proporcionar imágenes en 3-D.

Categorías de algunos estudios por imágenes comunes

Angiograma: vea “Estudios radiológicos”

Arteriograma: vea “Estudios radiológicos” – Angiograma”

Enema de bario: vea “Estudios radiológicos”; Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior”

Ingestión de bario: vea “Estudios radiológicos”; Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) superior”

Gammagrafía ósea: vea “Estudios de medicina nuclear”

Serie radiográfica gastrointestinal: vea “Estudios radiológicos; Serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior”

Tomografía por emisión de positrones (PET): vea “Estudios de medicina nuclear”

Pielograma intravenoso (IVP): vea “Estudios radiológicos”

Radiografía: vea “Estudios radiológicos”

Preguntas y comentarios generales sobre el riesgo de la radiación

En grandes dosis, la radiación puede causar daño grave a los tejidos y aumentar el riesgo de que una persona desarrolle cáncer más adelante. Las dosis bajas de radiación que se usan para los estudios por imágenes podrían aumentar levemente el riesgo de cáncer de una persona; sin embargo, es importante considerar este riesgo en forma objetiva. En esta sección responderemos algunas de las preguntas más comunes que las personas tienen acerca de los riesgos de la radiación relacionados con los estudios por imágenes.

¿A cuanta radiación se expone la persona promedio durante la vida?

Estamos constantemente expuestos a la radiación de varias fuentes, incluyendo los materiales radiactivos en nuestro medioambiente, gas radón en nuestras casas y los rayos cósmicos del espacio exterior. A esto se le llama *radiación de fondo* y varía por todo el país.

El estadounidense promedio está expuesto a aproximadamente 3 mSv (*milisievert*) de radiación de fuentes naturales durante el transcurso de un año. (Un milisievert es una medida de exposición a la radiación). Gran parte de esta exposición proviene del *radón*, un gas natural con niveles que varían de una parte del país a otra.

Por ejemplo, debido a que la atmósfera terrestre bloquea algunos rayos cósmicos, vivir a una mayor altitud aumenta la exposición de una persona (los residentes en las mesetas de Nuevo México y Colorado, tienen un nivel de exposición anual de aproximadamente 1.5 mSv más que las personas que viven a nivel del mar). Y un vuelo de aerolínea de 10 horas aumenta la exposición a rayos cósmicos por aproximadamente 0.03 mSv.

Fumar un paquete de cigarrillos al día expone al fumador a un 53 mSv adicionales por año.

¿A cuánta radiación expone un estudio por imágenes a una persona?

A menudo, no se expone a mucha radiación, aunque depende del estudio por imágenes que se haga. Una radiografía de pecho simple expone al paciente a aproximadamente 0.1 mSv, lo cual es casi la dosis de radiación a la que las personas están expuestas naturalmente durante el transcurso de aproximadamente 10 días. Un mamograma expone a una mujer a 0.4 mSv, o a aproximadamente la cantidad de exposición que se esperaría que una persona tenga en aproximadamente 7 semanas.

Algunos otros estudios por imágenes tienen exposiciones más elevadas. Una serie radiográfica del tracto gastrointestinal (GI) inferior que usa radiografías estándar expone a una persona a aproximadamente 8 mSv. Una CT del abdomen (vientre) y de pelvis expone a una persona a aproximadamente 10 mSv, esto asciende hasta 20 mSv si el estudio se hace con y sin un medio de contraste. Una colonografía por CT lo expone a aproximadamente 10 mSv de radiación. Tenga en cuenta que estos son cálculos y algunos estudios han encontrado que la cantidad de radiación que recibe puede variar considerablemente.

Si se preocupa por la radiación que puede recibir de una CT, o cualquier otro estudio por imágenes, consulte con el centro que llevará a cabo el estudio. (Recuerde que las MRI y las ecografías no le exponen a radiación). Además, es posible que usted desee mantener un “historial de procedimientos de imaginología médica” que le permitirá mantener un registro de los estudios que se ha realizado y compartirlo con sus médicos. (Usted puede encontrar uno en línea en www.radiologyinfo.org. Lea la sección “¿Cómo obtener más información?”. El mejor consejo en este momento es que se haga solo estudios por imágenes que sean necesarios y trate de limitar su exposición a todas las formas de radiación. Si usted necesita someterse a un estudio que le expondrá a cierta radiación, pregunte si existen maneras de cubrir las partes de su cuerpo que no se van a examinar. Por ejemplo, a veces se puede usar un delantal de plomo para proteger a las partes de su pecho o abdomen, y se puede usar un collar de plomo (conocido como protector o escudo para la tiroides o collar tiroideo) para proteger su glándula tiroides.

¿Cuánto aumenta la radiación adicional el riesgo de cáncer de una persona?

Los investigadores han calculado que la exposición a la radiación de una radiografía de diagnóstico promedio puede aumentar el riesgo de cáncer muy levemente (probablemente de aproximadamente cientos del miles de uno por ciento). Desde luego, esto puede variar según el tipo de estudio que se lleva a cabo, el área del cuerpo expuesta y otros factores.

Los expertos en radiación indican que los niveles de riesgo que representan los estudios por imágenes son solo sumas muy pequeñas a la probabilidad de 1 en 5 que todos tenemos de morir a causa de cáncer. Es difícil saber si, y de ser así, cuánto aumenta la exposición a la radiación de los estudios por imágenes el riesgo de cáncer de una persona. La mayoría de los estudios sobre la radiación y el riesgo de cáncer han examinado a personas expuestas a dosis muy elevadas de radiación, como los mineros de uranio y los sobrevivientes de bombas atómicas. El riesgo de la exposición a bajos niveles de radiación no es fácil de calcular a partir de estos estudios.

De hecho sabemos que los niños son más sensibles a la radiación y se les debe proteger de ella tanto como sea posible.

Debido a que la radiación procedente de todas las fuentes se puede acumular durante toda la vida, y la radiación puede, de hecho, aumentar el riesgo de cáncer, los estudios por imágenes que usan radiación solo se deben realizar por una buena razón. En muchos casos, se pueden usar otros estudios por imágenes como la ecografía o la MRI. Pero si existe un motivo para creer que una radiografía o CT es la mejor forma de buscar el cáncer u otras enfermedades, la persona probablemente obtendrá más beneficios que lo que la pequeña dosis de radiación le pueda perjudicar.

Factores que determinan cuáles estudios por imágenes se usan en diferentes tipos de cáncer

Se utilizan muchas exploraciones diferentes para obtener imágenes de lo que está sucediendo dentro del cuerpo, como radiografías, ecografías, MRI, estudios de medicina nuclear y otros. Los estudios que su equipo de atención médica recomienda pueden depender de diversos factores como:

- Dónde está ubicado el tumor y qué tipo de tumor es; algunos estudios por imágenes funcionan mejor para ciertos órganos o tejidos
- Si se necesita o no una biopsia (muestra de tejido).
- El equilibrio entre cualquier riesgo o efecto secundario y los beneficios esperados
- Costo

Puede encontrar más información sobre los estudios que se usan para un cierto tipo de cáncer en nuestro documento detallado acerca de ese tipo de cáncer. Por ejemplo, nuestro documento sobre Cáncer de vejiga provee información sobre las pruebas que se usan para detectar y estadificar el cáncer de vejiga.

Si tiene preguntas acerca de un estudio que su equipo de atención médica quiere que reciba, pida que le expliquen el propósito de dicho estudio.

Para obtener más información

Más información de la Sociedad Americana Contra El Cáncer

A continuación presentamos información que podría ser de su utilidad. Usted también puede ordenar copias gratis de nuestros documentos si llama a nuestra línea gratuita, 1-800-227-2345, o puede leerlos en nuestro sitio Web, www.cancer.org.

Health Professionals Associated With Cancer Care

Endoscopia

Mamogramas y otros procedimientos de los senos con imágenes

Testing Biopsy and Cytology Specimens for Cancer

Organizaciones nacionales y sitios Web*

Junto con la Sociedad Americana Contra El Cáncer, algunas otras fuentes de información y apoyo son:

American College of Radiology (ACR)

Número de acceso gratuito: 1-800-227-5463

Sitio Web: www.acr.org

Cuenta con información sobre procedimientos radiológicos, protección radiológica, preguntas frecuentes y un glosario de radiología; así como también con una lista de centros acreditados que se pueden encontrar mediante la localización y el tipo de estudio.

RadiologyInfo.org

Este sitio Web fue diseñado para pacientes por el *American College of Radiology* y la *Radiological Society of North America*. Provee una amplia variedad de información sobre estudios por imágenes, incluyendo detalles y fotografías sobre estudios específicos,

información específica para personas con cáncer, y un registro de imaginología médica que puede imprimir y que puede encontrar en la sección “Patient Safety”.

**National Cancer Institute
Cancer Imaging Program**

Número de acceso gratuito: 1-800-422-6237

Teléfono para el programa de Imágenes: 301-496-9531

Sitio Web: <http://imaging.cancer.gov>

Para obtener información e imágenes de muestra sobre varios estudios por imágenes que se utilizan en el cuidado del cáncer.

US Food and Drug Administration (FDA)

Teléfono sin cargos: 1-888-463-6332

Sitio Web: www.fda.gov

Provee información para el paciente y su familia sobre productos que emiten radiación (Radiation-Emitting Products) en su sitio Web en www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/ResourcesforYouRadiationEmittingProducts/default.htm

**La inclusión en esta lista no implica la aprobación de la Sociedad Americana Contra El Cáncer.*

Independientemente de quién sea usted, nosotros podemos ayudar. Contáctenos en cualquier momento, durante el día o la noche, para obtener información y apoyo. Llámenos al **1-800-227-2345** o visítenos en www.cancer.org.

Referencias

American College of Radiology/Radiological Society of North America. RadiologyInfo. Accessed at www.radiologyinfo.org on December 13, 2012.

American College of Radiology/Radiological Society of North America. Patient Safety: Radiation Dose. Accessed at www.radiologyinfo.org/en/safety/index.cfm?pg=sfty_xray on January 10, 2013.

Fenton JJ, Taplin SH, Carney PA, et al. Influence of computer-aided detection on performance of screening mammography. *N Engl J Med*.

Hricak H, Akin O, Bradbury MS, et al. Advanced imaging methods: Functional and metabolic imaging. In: DeVita VT, Hellman S, Rosenberg SA, eds. *Cáncer: Principles & Practice of Oncology*. 7th ed. Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins; 2005:589-720.

Kleinerman RA. Cancer risks following diagnostic and therapeutic radiation exposure in children. *Pediatr Radiol*. 2006;36 Suppl 2:121-125.

Levin B, Lieberman DA, McFarland B, et al. Screening and Surveillance for the Early Detection of Colorectal Cancer and Adenomatous Polyps, 2008: A Joint Guideline from the American Cancer Society, the US Multi-Society Task Force on Colorectal Cancer, and the American College of Radiology. *CA Cancer J Clin*. 2008;58:130-160.

Little JB, Grdina DJ. Ionizing radiation. In: Kufe DW, Bast RC, Hait WN, et al, eds. *Cancer Medicine*. 7th ed. Hamilton, Ontario: BC Decker; 2006:270-282.

Nguyen PK, Wu JC. Radiation exposure from imaging tests: is there an increased cancer risk? *Expert Rev Cardiovasc Ther.* 2011;9(2):177-183.

Pisano E, Gatsonis C, Hendrick E, et al. Diagnostic Performance of Digital Versus Film Mammography for Breast Cancer Screening - The Results of the American College of Radiology Imaging Network (ACRIN) Digital Mammographic Imaging Screening Trial (DMIST). *N Engl J Med.* 2005;353(17):1773-1783.

Smith-Bindman R, Lipson J, Marcus R, et al. Radiation Dose Associated With Common Computed Tomography Examinations and the Associated Lifetime Attributable Risk of Cancer. *Arch Intern Med.* 2009;169(22):2078-2086.

US Department of Energy. Radiation in Perspective. Accessed at www.hss.energy.gov/HealthSafety/WSHP/radiation/Radiation-final-6-20.pdf on January 10, 2013.

US Food and Drug Administration. Reducing Radiation from Medical X-rays. Accessed at www.fda.gov/downloads/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm095824.pdf on January 10, 2013.

Last Medical Review: 4/1/2013

Last Revised: 4/1/2013

2013 Copyright American Cancer Society

For additional assistance please contact your American Cancer Society
1 · 800 · ACS-2345 or www.cancer.org