



## Radiocirugía estereotáctica

### En qué consiste la radiocirugía estereotáctica y cómo se usa

La radiocirugía estereotáctica (SRS), es una forma de radioterapia sumamente precisa que se usa principalmente para tratar tumores y otras anomalías del cerebro. En la actualidad los principios desarrollados para la SRS craneal también están siendo utilizados para tratar cáncer en otras partes del cuerpo en un procedimiento llamado radioterapia estereotáctica del cuerpo (SBRT).

A pesar de su nombre, la SRS es un procedimiento no quirúrgico que entrega radiación sumamente enfocada en dosis mucho más altas que la radioterapia tradicional, a la vez que evita los tejidos sanos de alrededor.

La SRS y la SBRT dependen en varias tecnologías:

- imágenes tridimensionales y técnicas de localización que determinan las coordenadas exactas del objetivo dentro del cuerpo
- sistemas para inmovilizar y posicionar cuidadosamente al paciente
- haces de rayos gamma o rayos X altamente enfocados que convergen en un tumor o anomalía
- la radioterapia guiada por imágenes (IGRT) que utiliza la toma de imágenes médica para confirmar la ubicación de un tumor inmediatamente antes y en algunos casos durante la administración de la radiación para mejorar aún más la precisión y la exactitud del tratamiento

La toma de imágenes tridimensionales, tales como TC, RMN y PET/CT, se usa para localizar el tumor o anomalía dentro del cuerpo y definir su tamaño y forma exactos. Estas imágenes guían el planeamiento del tratamiento—en el cual los haces de radiación se diseñan para convergir en el área objetiva desde diferentes ángulos y planos—así como también el cuidadoso posicionamiento del paciente para las sesiones de terapia.

Si bien la radiocirugía estereotáctica a menudo se completa en una sesión de un solo día, los médicos a veces recomiendan múltiples tratamientos, especialmente para tumores de más de una pulgada de diámetro. Al procedimiento normalmente se refiere como radioterapia estereotáctica fraccionada cuando se dan de dos a cinco tratamientos.

La radiocirugía estereotáctica y la SBRT son alternativas importantes a la cirugía invasiva, especialmente para los pacientes que no pueden someterse a la cirugía, y para los tumores y anomalías que son:

- difíciles de alcanzar
- ubicados cerca de órganos vitales
- sujetos a movimiento dentro del cuerpo

La radiocirugía se usa para tratar:

- muchos tipos de tumores cerebrales, que incluyen:
  - benignos y malignos
  - primarios y metastáticos
  - simples y múltiples
  - tumores residuales después de la cirugía
  - tumores intracraneales, orbitales y en la base del cráneo
- malformaciones arteriovenosas (AVes), un enredo de vasos sanguíneos expandidos que interfiere con el flujo normal de la sangre en el cerebro y a veces sangra.
- otras condiciones neurológicas.

La SBRT actualmente se está usando y / o se está investigando para uso en tratar tumores malignos o benignos de tamaño pequeño a mediano en el cuerpo, incluyendo:

- pulmón
- hígado
- abdomen
- columna
- próstata
- cabeza o cuello

La radiocirugía estereotáctica funciona de la misma manera que otras formas de tratamiento con radiación. No elimina el tumor en sí; antes bien hace daño a la ADN de las células cancerosas. Como resultado, aquellas células pierden su capacidad de reproducirse. Después del tratamiento, los tumores benignos por lo general se encogen durante un período de 18 meses hasta dos años. Los tumores malignos y metastáticos se encogen de modo mucho más rápido, hasta dentro de un par de meses. Al estar tratadas con la radiocirugía, las malformaciones arteriovenosas (AVMs) comienzan a ponerse más gruesas y lentamente se cierran, por lo general sobre un período de varios años.

## Qué equipo se usa

Hay tres modalidades básicas de equipo de radiocirugía estereotáctica, cada una de las cuales usa distintos instrumentos y fuentes de radiación:

- **El bisturí de rayos gamma (Gamma Knife®)**, que usa 192 o 201 haces de rayos gamma sumamente enfocados todos dirigidos a la región objetivo. El bisturí de rayos gamma es ideal para tratar lesiones intracraneales pequeñas y medianas. Para más información, consulte la página de Bisturí de rayos gamma ([www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=gamma\\_knife](http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=gamma_knife)).
- **Las máquinas de acelerador lineal (LINAC)**, que se encuentran en todo el mundo, suministran rayos X de alta energía, también conocidos como fotones. El acelerador lineal puede realizar radiocirugía en tumores más grandes en una sola sesión o en varias sesiones, que se llama radioterapia estereotáctica fraccionada. Múltiples fabricantes hacen este tipo de máquina, que tienen marcas como Novalis Tx™, X-Knife™, y CyberKnife®. Para más información, consulte la página de Acelerador lineal ([www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=linac](http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=linac)).
- **La radiocirugía de haz de protones o partículas de carga pesada** tiene uso limitado en

Norteamérica, aunque se ha aumentado dramáticamente en años recientes el número de centros que ofrecen terapia de protones. Vea la página de Terapia de Protones ([www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=protonthera](http://www.radiologyinfo.org/sp/info.cfm?pg=protonthera)) para más información.

## Quiénes participan en este procedimiento y quien maneja el equipo

El equipo de tratamiento está compuesto por varios profesionales médicos especializados, que típicamente son un radioncólogo, un radiofísico médico, un dosimetrista, un radioterapeuta, y una enfermera de radioterapia.

- El radioncólogo y, en algunos casos, un neurocirujano encabeza(n) el equipo de tratamiento y vigilan el tratamiento; bosquejan la(s) área(s) objetiva(s) a tratarse, deciden en la dosis apropiada de radiación, aprueban el plan de tratamiento, e interpretan los resultados de los procedimientos radioquirúrgicos.
- Un radiólogo interpreta las imágenes que identifican la(s) área(s) objetiva(s) a tratarse en el cerebro o en el cuerpo.
- El médico físico de radiación asegura la entrega de la dosis precisa de radiación.
- El físico, o un dosimetrista bajo supervigilancia del físico, usa software de computadora especial para preparar un plan de tratamiento; calcula las exposiciones y configuración del haz para tratar la(s) área(s) conformalmente a la dosis prescrita.
- Un radioterapeuta altamente entrenado posiciona al paciente en la mesa de tratamiento y opera la máquina de un área adyacente protegida. El radioterapeuta puede observar al paciente a través de una ventana o por una televisión de circuito cerrado y puede comunicarse con el paciente durante todo el procedimiento. En el caso de la bisturí de rayos gamma, el neurocirujano y / o el radioncólogo pueden ayudar a posicionar al paciente para el tratamiento y el radioncólogo puede operar la máquina.
- La enfermera de radioterapia evalúa al paciente, proporciona al paciente información sobre el tratamiento, vigila al paciente durante el tratamiento, y ayuda a contestar preguntas después del tratamiento.
- Un neurólogo o neuroncólogo puede participar con el radioncólogo y neurocirujano en el equipo multidisciplinario que considera varias opciones de tratamiento para casos individuales y ayuda a decidir quien puede beneficiarse de la radiocirugía para lesiones en el cerebro.

## Cómo se realiza

### • Radiocirugía estereotáctica con bisturí de rayos gamma

La radiocirugía con bisturí de rayos gamma consiste en cuatro fases: colocación del dispositivo para la cabeza, toma de imágenes para ubicar el tumor, planificación computarizada de la dosis, y administración de la radiación.

En la primera fase, una enfermera coloca una pequeña aguja en la mano o el brazo para poderle dar medicaciones y contraste, si es necesario, para la toma de imágenes. Un neurocirujano usa anestesia local para adormecer dos puntos en la frente y dos puntos en la parte de atrás de la cabeza. Se le coloca en la cabeza un dispositivo en forma de caja con tornillos de diseño especial para inmovilizar la cabeza hasta que la sesión de tratamiento haya terminado. Esta pieza de aluminio liviano es también un dispositivo para guiar y asegurar que los haces del bisturí de rayos gamma estén enfocados exactamente

donde se requiere el tratamiento.

Luego le llevarán a un área de toma de imágenes donde se realizará una exploración por resonancia magnética nuclear (RMN) para ver la ubicación exacta del tumor en relación con el dispositivo de la cabeza. En algunos casos, se puede hacer una exploración de tomografía computarizada (TC) en vez de, o en adición a, una exploración RMN. Si está recibiendo tratamiento para una malformación arteriovenosa, puede también recibir una angiografía.

En la siguiente fase usted podrá relajarse por una o dos horas mientras el equipo de tratamiento identifica el (los) tumor(es) para tratamiento y hace un plan de tratamiento usando software de computadora especializado para dar la radiación óptima al tumor y minimizar la dosis a los tejidos circundantes normales.

Luego se recostará en la camilla del bisturí de rayos gamma y se acopla el dispositivo de la cabeza a la máquina antes de comenzar el tratamiento. Se le harán sentir cómodo con una almohada o una esponja en forma de cuña debajo de las rodillas y una manta sobre usted. El equipo de tratamiento luego se va al área de control fuera de la sala de tratamiento para comenzar el tratamiento. Usted podrá hablar con el médico a través de un micrófono incorporado en el casco, y hay una cámara que le permite al equipo profesional verlo/a en todo momento. La camilla donde está recostado/a se desplazará hacia atrás y adentro de la máquina de bisturí de rayos gamma. Usted no siente el tratamiento y la máquina es muy quieta. Según el modelo de bisturí de rayos gamma y el plan de tratamiento, el tratamiento entero puede realizarse sin interrupción o se puede dividir en múltiples partes más pequeñas. El tratamiento total puede durar menos de una hora o hasta por cuatro horas. Al terminar el tratamiento, suena un timbre y la camilla se vuelve a colocar en su posición original. Tan pronto termina el tratamiento usted puede sentarse y se quita el casco de la cabeza. En la mayoría de los casos, debe poder volver a casa poco después.

### • Radiocirugía con uso del acelerador lineal

La radiocirugía con acelerador lineal (LINAC) es similar al procedimiento con bisturí de rayos gamma y sus cuatro fases: colocación del dispositivo de la cabeza, toma de imágenes, planificación computarizada de la dosis, y administración de la radiación. A diferencia del bisturí de rayos gamma, que permanece inmóvil durante el procedimiento, la parte del aparato de LINAC llamado gantry gira alrededor del paciente y suministra haces de radiación desde distintos ángulos. Cuando la radiocirugía es realizada usando una CyberKnife, un brazo robótico se mueve alrededor del paciente bajo la guía por imágenes. En comparación con el bisturí de rayos gamma, el LINAC puede usar un haz de rayos X mayor, lo que le permite tratar tumores más grandes de modo más uniforme, y se puede usar para radiocirugía fraccionada o radioterapia estereotáctica usando un dispositivo reposicionable, que significa ventaja para los tumores grandes o ubicaciones particularmente críticas.

### • SBRT

La SBRT típicamente consiste de una a cinco sesiones de tratamiento dentro de un período de una a dos semanas.

Primero se le puede pedir que permita colocación de un marcador de referenciasen o cerca de su tumor. Según la ubicación del tumor, su radioncólogo puede trabajar con un neumólogo, gastroenterólogo o radiólogo para hacer colocar desde uno a cuatro marcadores de referencia cerca del tumor. No todos los pacientes necesitan marcadores de referencia. La colocación de dichos marcadores es casi siempre un procedimiento ambulatorio.

Luego, se radioncólogo determina el método de alinear su cuerpo con los haces del acelerador lineal, que se llama simulación. A menudo se usan dispositivos de inmovilización para alinear los pacientes con alta precisión. Algunos de estos sistemas pueden mantenerle en forma bien apretada; por lo tanto desde informar al médico si sufre de claustrofobia. Después de haber creado un dispositivo de inmovilización para usted, se realiza una exploración TC sobre el área a tratar. Los médicos pueden también realizar un "4DTC" donde la exploración TC obtiene información sobre la manera que el tumor se mueve mientras usted respira. Esto es muy común en el caso de tumores en los pulmones o el hígado. Después de completar la exploración, usted podrá volver a casa.

La tercera parte del curso es el planeamiento. El radioncólogo trabajará con un dosimetrista de radiación y un médico físico para planear el arreglo de haces que se adapta mejor para su tumor. Ellos pueden incorporar otras técnicas de toma de imágenes, tales como RMN o PET/TC. Con el uso de software especializado, el equipo revisará centenares de diferentes combinaciones de haces para calcular mejor cual de estas combinaciones sería la mejor para su situación.

La administración de radiación por SBRT se hace con un acelerador lineal. Normalmente no hay restricciones en cuanto a lo que se puede comer o beber, si bien algunos pacientes pueden tomar medicación antiinflamatoria, antinauseosa o para la ansiedad antes del tratamiento. Se le colocarán a usted en el dispositivo de inmovilización. Se toman rayos X para alinear el tumor con las áreas antes de comenzar el tratamiento. El radioterapeuta le posicionará con guía del radioncólogo basándose en estos rayos X. El radioterapeuta entonces administra el tratamiento. A veces se toman rayos X durante el tratamiento para controlar la posición del tumor. El tratamiento puede durar hasta una hora.

## Preparaciones especiales necesarias para el procedimiento

La radiocirugía estereotáctica por lo general se le hace al paciente no internado. Sin embargo, es mejor prepararse para pasar entre un medio día o más en el departamento de imágenes. Se le informará sobre si será necesario que tenga alguien que lo/la acompañe y que lo/la lleve a casa después del procedimiento.

Posiblemente le avisen que no debe comer ni beber nada después de la medianoche antes del tratamiento. Pregúntele a su médico si debe seguir tomando sus medicinas habituales el día del tratamiento, y debe traer sus medicamentos con usted al procedimiento. Avísele al médico si alguna de las siguientes circunstancias se aplica a su caso:

- Está tomando medicamentos orales o usa insulina para el control de la diabetes.
- Tiene alergia a los medios de contraste intravenosos, mariscos o yodo.
- Tiene un marcapasos, una válvula cardíaca artificial, un desfibrilador, pinzas para un aneurisma cerebral, bombas o puertos de quimioterapia implantables, neuroestimuladores, implantes de ojo o de oído, stents, bobinas o filtros.
- Sufre de claustrofobia.

## Qué se siente durante y después del procedimiento

Los tratamientos de radiocirugía son similares a la toma de radiografías. Por lo general, los rayos X no se ven, ni se sienten, ni se oyen, con la excepción de los pacientes que están recibiendo un tratamiento en el cerebro, en cuyo caso podrían ver luces mientras la máquina está encendida, incluso con los ojos

cerrados. El tratamiento en sí no causa ningún dolor o molestia. Si usted siente dolor por otras razones, como dolor de espalda o incomodidad por el dispositivo de la cabeza o dispositivo de inmovilización, avísele al personal médico o de enfermería.

Al quitar el dispositivo de la cabeza podría haber un leve sangrado en los lugares donde se pusieron los tornillos, y se cubrirán con un apósito. Si siente dolor de cabeza, puede pedir que le den un medicamento para ayudarle a sentir mayor comodidad.

En la mayoría de los casos, los pacientes que se han sometido a la radiocirugía y SBRT pueden retomar tomas sus actividades normales dentro de uno o dos días.

Los efectos secundarios de la radioterapia incluyen problemas que ocurren como resultado del tratamiento mismo así como del daño hecho por el tratamiento a las células sanas en el área del tratamiento.

El número y la severidad de los efectos secundarios que usted experimenta dependen del tipo de radiación y la dosificación que recibe y la parte del cuerpo sometándose a tratamiento. Debe hablar con el médico y la enfermera acerca de cualesquiera efectos secundarios que experimenta para que puedan ayudarle a controlarlos.

La radioterapia puede causar efectos secundarios tempranos durante o inmediatamente después del tratamiento, y normalmente desaparecen a las pocas semanas. Los efectos secundarios tardíos pueden ocurrir meses o años más tarde. Los efectos secundarios tempranos comunes de la radioterapia incluyen cansancio o fatiga y problemas en la piel. La piel en el área de tratamiento puede ponerse más sensible, roja, irritada o hinchada. Otros cambios en la piel incluyen sequedad, picazón, exfoliación y formación de ampollas.

Según el área someténdose a tratamiento, otros efectos secundarios tempranos pueden incluir:

- pérdida de pelo en el área de tratamiento
- problemas en la boca y dificultad en tragar
- problemas en comer y en la digestión
- diarrea
- náusea y vómito
- dolores de cabeza
- sensibilidad e hinchazón en el área del tratamiento
- cambios urinarios y en la vejiga

Los efectos secundarios retardados, que son raros, ocurren meses o años después del tratamiento y a menudo son permanentes. Incluyen:

- cambios cerebrales
- cambios en la columna vertebral
- cambios pulmonares
- cambios hepáticos
- cambios en el colon y el recto
- infertilidad
- cambios en las coyunturas

- linfedema
- cambios en la boca
- cáncer secundario

Existe un pequeño riesgo de desarrollar cáncer a causa de la radioterapia. Después de radioterapia para cáncer, usted debe someterse a un examen regular por su radioncólogo para detectar cánceres recurrentes y nuevos.

Usando técnicas tales como la SBRT, los especialistas en la toma de imágenes están maximizando las capacidades de la radioterapia para destruir el cáncer, y a la vez minimizando su efecto en los tejidos y órganos sanos y los efectos secundarios del tratamiento mismo.

### Condiciones de uso:

Todas las secciones del sitio fueron creadas bajo la dirección de un médico experto en el tema. Toda la información que aparece en este sitio web fue además revisada por un comité de ACR-RSNA formado por médicos peritos en diversas áreas de la radiología.

Sin embargo, no podemos asegurar que este sitio web contenga información completa y actualizada sobre ningún tema particular. Por lo tanto ACR y RSNA no hacen declaraciones ni dan garantías acerca de la idoneidad de esta información para un propósito particular. Toda la información se suministra tal cual, sin garantías expresas o implícitas.

Visite el Web site de RadiologyInfo en <http://www.radiologyinfo.org/sp> para visión o para descargar la información más última.

**Nota:** Las imágenes se muestra para fines ilustrativos. No trate de sacar conclusiones comparando esta imagen con otras en el sitio. Solamente los radiólogos calificados deben interpretar las imágenes.

### Copyright

Las versiones PDF imprimibles de las hojas de los diversos procedimientos radiológicos se suministran con el fin de facilitar su impresión. Estos materiales tienen el copyright de la Radiological Society of North America (RSNA), 820 Jorie Boulevard, Oak Brook, IL 60523-2251 o del American College of Radiology (ACR), 1891 Preston White Drive, Reston, VA 20191-4397. Se prohíbe la reproducción comercial o la distribución múltiple por cualquier método tradicional o electrónico de reproducción o publicación.

Copyright © 2011 Radiological Society of North America (RSNA)