

**Técnico Superior
en Radioterapia
y Dosimetría**

Simulación del tratamiento

Coordinador

Manuel Algara López

ARÁN

Autores

Coordinador

Manuel Algara López

Jefe del Servicio de Oncología Radioterápica del Parc de Salut Mar de Barcelona.
Profesor Asociado de los Grados de Medicina, Biología Humana y Bioingeniería de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona.
Coordinador de Diagnóstico por la Imagen y Radioterapia del Grado de Medicina, de Diagnóstico por la Imagen del Grado de Biología y de Sistemas de Imagen Biomédica del Grado de Bioingeniería de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona.
Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia en el Institut Bonanova de Barcelona

Autores

Meritxell Arenas Prat

Directora del Servicio de Oncología Radioterápica. Hospital Universitari Sant Joan de Reus. Profesora Asociada del Grado de Medicina de la Universitat Rovira i Virgili.
Profesora del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia en Institut Cal·lípolis.
Tarragona

Paula Cayón Flores

Técnico Especialista en Radioterapia del Servicio de Oncología Radioterápica. Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón

Jaume Fernández Ibiza

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Hospital Quirón. Barcelona. Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia. Institut Bonanova. Barcelona

Carlos Ferrer Albiach

Director del Instituto Oncológico del Consorcio Hospitalario Provincial de Castellón

Jordi Flores Flores

Técnico Superior en Radioterapia del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona. Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia. Escuela San Antonio Maria Claret. Barcelona

David Gómez Gómez

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Hospital Universitari Sant Joan de Reus. Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia. Institut Cal·lípolis. Tarragona

Rafael Jiménez Lahuerta

Técnico Especialista en Radioterapia del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona. Supervisor de Técnicos del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona

Sergi Madirolas García

Técnico Superior en Radioterapia. Servicio de Radiofísica y Protección Radiológica. Hospital Vall d'Hebron Barcelona. Profesor del Módulo de Técnico Superior de Radioterapia. Institut Bonanova. Barcelona

Iván Márquez Gil

Técnico Superior en Radioterapia del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar Barcelona. Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia. Escuela San Antonio Maria Claret. Barcelona

Ismael Membrive Conejo

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona

Miguel Prieto Carballo

Técnico Superior en Radioterapia del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona

Enrique Puertas Calvo

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Hospital Quirón. Barcelona. Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia. Institut Bonanova. Barcelona

Anna Reig Castillejo

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona

Victoria Reyes López

Médico adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Hospital Vall d'Hebron Barcelona. Profesor del Módulo de Técnico Superior en Radioterapia. Institut Bonanova. Barcelona

Nuria Rodríguez de Dios

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona. Profesor Asociado de los Grados de Medicina y de Biología Humana. Universidad Pompeu Fabra. Barcelona

Xavier Sanz Latiesas

Médico Adjunto del Servicio de Oncología Radioterápica. Parc de Salut Mar. Barcelona. Profesor Asociado de los Grados de Medicina y de Biología Humana. Universidad Pompeu Fabra. Barcelona

Agradecimientos

Queremos agradecer a los Servicios de Oncología Radioterápica de los hospitales Vall d'Hebron de Barcelona, San Joan de Reus, de Castellón y al Parc de Salut Mar de Barcelona la cesión de la mayor parte de la iconografía.

Finalmente queremos agradecer a nuestros alumnos su permanente tesón e interés; sin ellos, este libro nunca se habría escrito.

Índice

Capítulo 1

Elaboración de moldes y complementos	17
1. Descripción del laboratorio o taller de moldes y complementos	18
2. Área de teleterapia	18
3. Área de braquiterapia	22
4. Área de elaboración de complementos individualizados.....	25
5. Características y elaboración de los bloques conformados utilizados en los tratamientos de teleterapia	25
6. Características y elaboración de los moldes (aplicadores) utilizados en los tratamientos de braquiterapia	29
7. Características y elaboración de los complementos individualizados para la inmovilización	31

Capítulo 2

Aplicación de procedimientos de simulación en teleterapia de cabeza y cuello	41
1. Selección y preparación de los equipos de adquisición de imágenes.....	42
2. Procedimiento de simulación en teleterapia para los tumores del Sistema Nervioso Central (SNC)	46
3. Procedimiento de simulación en teleterapia en otorrinolaringología (ORL)	59
4. Registro, importación y procesado de imágenes.....	67

Capítulo 3

Aplicación de procedimientos de simulación en teleterapia para los tumores de la región torácica, abdomen y pelvis	77
1. Selección y preparación de los equipos de adquisición de imágenes.....	78
2. Procedimiento de simulación en teleterapia para los tumores del tórax	78
3. Procedimiento de simulación en teleterapia para los tumores de abdomen y pelvis	89
4. Radioterapia estereotáxica extracraneal	93

Capítulo 4

Aplicación de procedimientos de simulación en teleterapia para linfomas, sarcomas y tumores pediátricos	101
1. Selección y preparación de los equipos de adquisición de imágenes.....	102
2. Procedimiento de simulación en teleterapia para linfomas.....	103
3. Procedimiento de simulación en teleterapia para sarcomas.....	106
4. Procedimiento de simulación en teleterapia para tumores pediátricos	109

Capítulo 5

Aplicación de procedimientos de simulación en radioterapia intraoperatoria (RIO) y urgencias radioterápicas	135
1. Selección y preparación de los equipos de adquisición de imágenes.....	136
2. Procedimiento de simulación en radioterapia intraoperatoria	138
3. Procedimiento de simulación en urgencias radioterápicas	143

Capítulo 6

Aplicación de procedimientos de simulación en braquiterapia endocavitaria, intersticial y superficial	159
1. Tipos de braquiterapia	160
2. Simulación en braquiterapia para tumores endocavitarios.....	161
3. Simulación en braquiterapia superficial.....	168
4. Simulación en braquiterapia intersticial.....	170
5. Posicionamiento y medios de inmovilización.....	175
6. Colocación de colpostatos o moldes individualizados ginecológicos en quirófano	178
7. Colocación del paciente en la mesa del simulador	179
8. Identificación de planos y referencias para la obtención de la imagen médica....	180
9. Protocolos de adquisición de imagen	180

Capítulo 7

Descripción de los procedimientos de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental	195
1. Plan de prevención adaptado al servicio de radioterapia.....	196
2. Fuentes de irradiación en radioterapia	197

3. Identificación de los riesgos asociados a la prevención de riesgos laborales en radioterapia: irradiación, pinchazos y lesiones	198
4. Determinación de las medidas de prevención de riesgos laborales en radioterapia	203
5. Prevención de riesgos laborales en los procedimientos de trabajo en radioterapia	204
6. Prevención y protección colectiva.....	208
7. Equipos de protección individual.....	210
8. Gestión de la protección ambiental: protección radiológica operacional	217
9. Normativa de prevención de riesgos laborales y de protección ambiental: Real Decreto 1566/1998, de 17 de julio, por el que se establecen los criterios de calidad en radioterapia	218
10. Métodos y normas de orden y limpieza.....	218
Soluciones “Evalúate tú mismo”	226



APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA DE CABEZA Y CUELLO

*Miguel Prieto Carballo,
Iván Márquez Gil,
Jaume Fernández Ibiza,
Enrique Puertas Calvo*

Sumario

1. Selección y preparación de los equipos de adquisición de imágenes
2. Procedimiento de simulación en teleterapia para los tumores del Sistema Nervioso Central (SNC)
3. Procedimiento de simulación en teleterapia en otorrinolaringología (ORL)
4. Registro, importación y procesado de imágenes

En este capítulo se aborda la descripción de los **procedimientos de simulación en teleterapia de cabeza y cuello** con el objetivo de que el alumno tenga una guía clara de los pasos que hay que seguir para ello. En primer lugar, se describe cómo **seleccionar** y **preparar** los equipos de adquisición de imagen, optimizando su rendimiento y mostrando los diferentes aparatos que se pueden encontrar. En los procedimientos de simulación para el SNC y ORL se expone el **orden más conveniente** a la hora de planificar una simulación, haciendo énfasis en la **delimitación geométrica de referencias**, el **posicionamiento más adecuado** para cada localización con sus medios de inmovilización y los **protocolos de adquisición de imágenes** a la hora de realizar una exploración. Finalmente, se explicará el registro, importación y procesado de las imágenes.

I. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ADQUISICIÓN DE IMÁGENES

I.1. Selección

En un servicio de oncología radioterápica se recomienda tener unos recursos mínimos entre los que, en este caso, destaca la **disponibilidad de un aparato de tomografía computarizada (TC)** (Figura 1) propia para la simulación virtual o, en el caso de estar en otras instalaciones, tener acceso a él para garantizar una correcta simu-



En un servicio de oncología radioterápica se recomienda tener unos recursos mínimos entre los que destaca la disponibilidad de un aparato de tomografía computarizada propia para la simulación virtual.



Figura 1. Aparato de tomografía computarizada.

lación. El aparato de TC que se va a utilizar cuenta siempre con una serie de parámetros específicos para radioterapia como son: **mesa plana, un diámetro de anillo (gantry) adecuado y complementos** propios y otros inherentes a la radioterapia. Estos equipos necesitan una preparación, utilización y calibración que están siempre acorde con lo que marque la legislación vigente y los protocolos internos de cada servicio. En las localizaciones del SNC y de cabeza y cuello, los márgenes de movilidad son muy pequeños respecto a otras localizaciones en lo que se refiere a órganos de riesgo vecinos y delimitación de volúmenes de tratamiento.

Se pueden utilizar, sin embargo, otros sistemas de adquisición de imágenes en el caso de la cabeza y cuello o una combinación de ellos como, por ejemplo:

- › La **RM**, que caracteriza y muestra tejidos blandos con una resolución comparable a la de la TC y la producción de cortes axiales, coronales y sagitales, sin la necesidad de reconstrucción.
- › La **PET**, que proporciona imágenes funcionales, facilitando la información de la actividad biológica de los tejidos.
- › La **SPECT**, tomografía computarizada por emisión de fotón único.

Una TC para radioterapia y simulación virtual debe ser diseñada para tal fin o ser adaptada para ello. Sus principales características son:

- › **Diámetro de apertura:** se dispondrá del mayor ancho de *gantry* posible, aunque no sería el caso de cabeza y cuello, sí es necesario para la irradiación craneoespinal (Figura 2).
- › **Sistema de alineación:** el juego de láseres para definir los puntos de referencia en el paciente tienen que reproducir exactamente la misma posición que en la unidad de tratamiento. Como mínimo, habrá dos transversales, paralelos a los cortes de la TC, y uno longitudinal perpendicular a la mesa (Figura 3).



<https://www.youtube.com/watch?v=dcEtXbTaB0Q>



<https://www.youtube.com/watch?v=rt3jeDnKOzw>

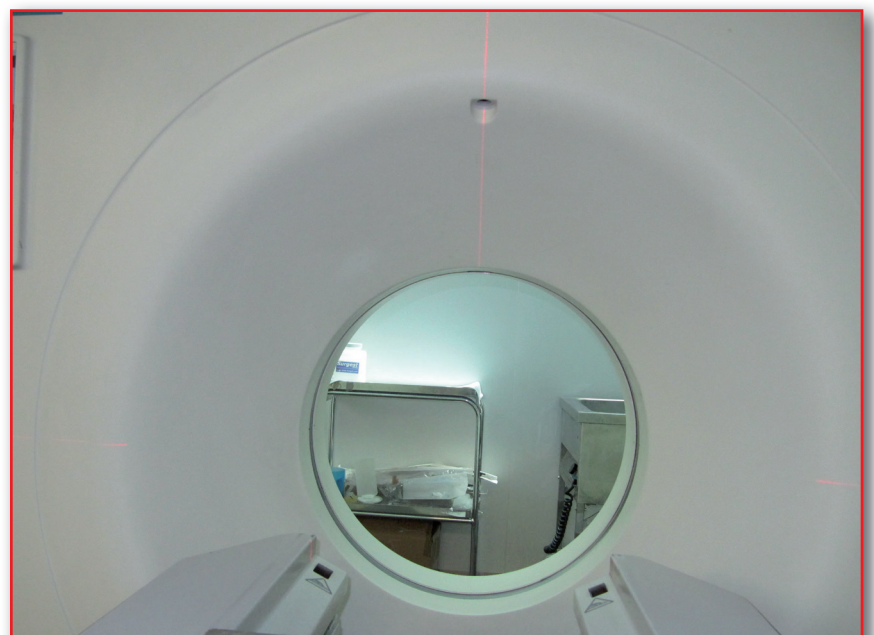


Figura 2. Diámetro de apertura en TC.

reproducir fácilmente la posición, tanto en la TC como en la unidad de tratamiento y en el planificador.

Irradiación craneoespinal

- › En el **cráneo** se procede de igual manera que en la irradiación craneal.
- › En la **región espinal**: tatuajes y marcas en piel, tanto de referencia como de alineación (Figura 6).

2.2. Posicionamiento y medios de inmovilización

Los parámetros **volumen de tratamiento, dosis prescrita, tolerancia de los tejidos sanos y características de los pacientes** son los que hacen decidir la posición adecuada para el tratamiento y el sistema de inmovilización que se va a utilizar para asegurar una correcta reproducibilidad durante el tratamiento diario.

2.2.1. Posicionamiento

Irradiación craneal parcial o localizada e irradiación holocraneal

- › Decúbito supino.
- › Cabeza colocada en posición neutra, flexionada de modo que el apoyo se adapte bien a la curvatura cervical posterior y mantenga la mandíbula aproximadamente perpendicular a la mesa. En algunos casos de tumores hipofisarios puede interesar una hiperflexión. Debe evitarse siempre una rotación incorrecta de la cabeza (Figura 7).
- › Extremidades superiores extendidas y pegadas a lo largo del cuerpo, alineando este con ayuda de los láseres sagital y transversal.

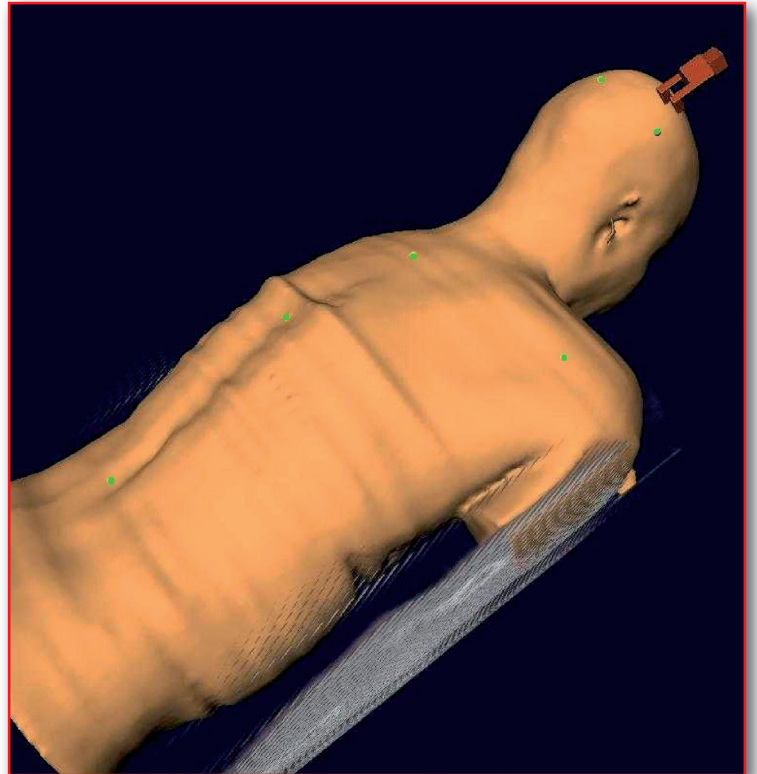


Figura 6. Tatuajes de referencia y alineación en irradiación craneoespinal.

**RECUERDA QUE**

Un posicionamiento incorrecto o incómodo para el paciente no asegurará la reproducibilidad del mismo.

2.2.2. Estereotaxia

La **radioterapia estereotáctica intracraneal** es una técnica que permite dirigir de forma precisa haces de radiación a lesiones intracerebrales respetando las zonas sanas circundantes (Figura 11). Esto se consigue mediante el uso de sistemas avanzados de imágenes diagnósticas: sistemas de computación acompañados de un acelerador lineal con un multiláminas o incluso un micromultiláminas.

- 】 Decúbito supino.
- 】 Cabeza sujeta con inmovilizadores de estereotaxia, colocados como un casco-guía de forma orbitaria al paciente, fijado por un neurocirujano con anestesia local con tornillos fijadores. Estas guías se fijan mediante soportes adecuados a la camilla de la TC y actualmente también se pueden utilizar máscaras especiales que permiten una mejor inmovilización que las clásicas. En radiocirugía fraccionada, la cabeza del paciente se adapta a la guía mediante un sistema fijado por un lado a los dientes y por otro a la región occipital.
- 】 Extremidades superiores extendidas y pegadas a lo largo del cuerpo, alineadas con ayuda de los láseres sagital y transversal.

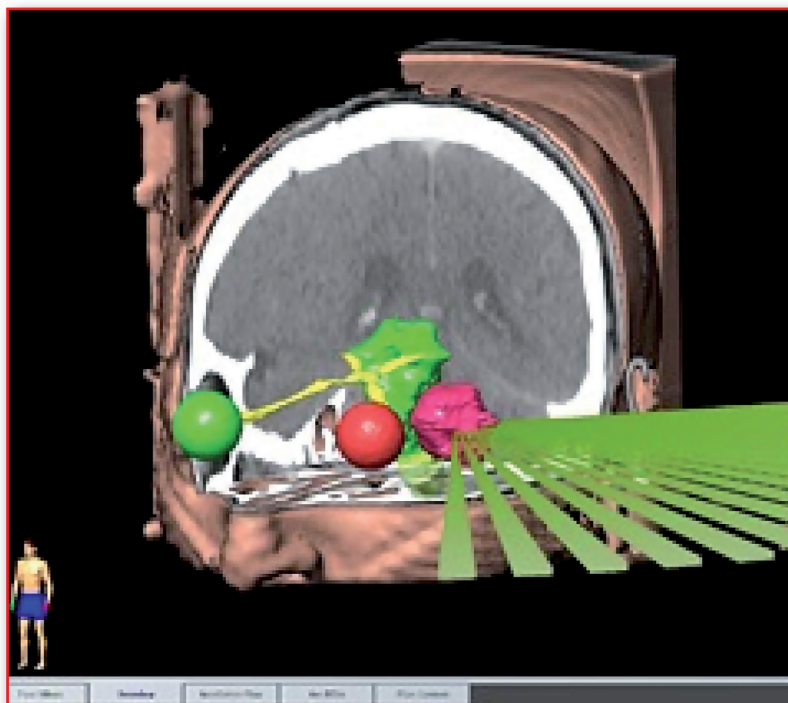


Figura 11. Reconstrucción 3D de haces estereotáctica.



A la hora de la delimitación geométrica y planificación en la TC de los tratamientos de las neoplasias de ORL se tendrán en cuenta las cadenas ganglionares localizadas en el cuello.

media del límite superior del manubrio esternal, para la alineación del cuerpo respecto a la cabeza (Figura 25). En las máscaras se marcan **dos puntos arbitrarios a cada lado de la máscara**, situados a misma altura respecto a la mesa, con ayuda de los láseres laterales que son nuestros puntos de alineación. También se marca un punto anterior que es nuestra marca de referencia (origen de coordenadas) (Figura 26).



Figura 25. *Marcas de referencia en la región supraclavicular.*

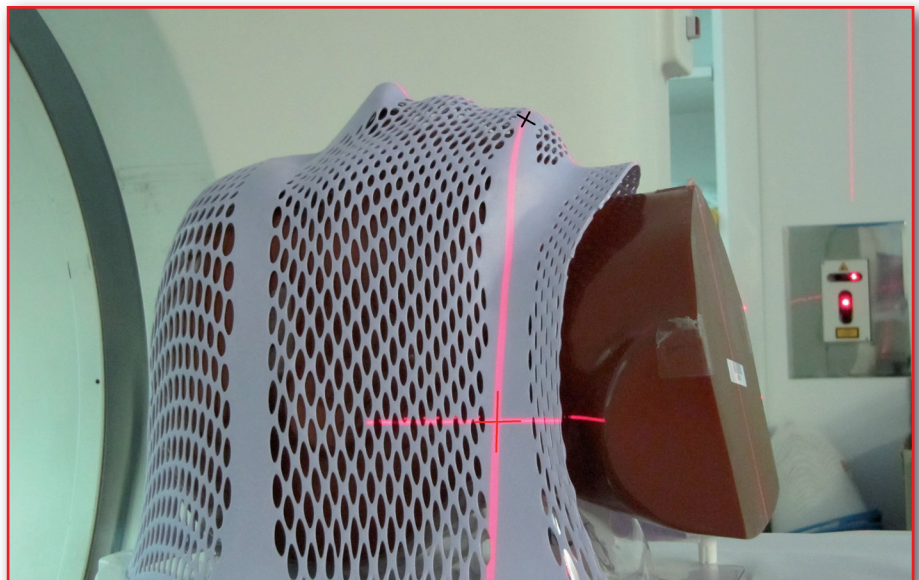


Figura 26. *Marcas de referencia.*

RESUMEN

- ✓ En los procedimientos de simulación para los tratamientos de SNC y ORL el orden más conveniente a la hora de planificar una simulación siempre es **empezar con la delimitación geométrica** de referencias en el paciente.
- ✓ Para todas las posibles localizaciones las **marcas** son nuestro origen de coordenadas, el medio de alineación del paciente y el único elemento común entre el sistema de adquisición de imágenes, el planificador y la unidad de tratamiento.
- ✓ Se ha estudiado el posicionamiento y los medios de inmovilización, que debido a la semejanza de técnicas entre el SNC y el ORL son bastante similares, tanto en la posición del paciente, como en los mismos inmovilizadores.
- ✓ Los sistemas de inmovilización tienen que ser **cómodos, de fácil reproducibilidad, apropiados, de preparación sencilla y coste económico razonable.**
- ✓ Los **elementos de inmovilización** son: cintas y esparadrapos, máscaras termoplásticas, reposacabezas, fijadores dentales, colchones de vacío, de espuma rígida, y los propios de estereotaxia, cascos con tornillos (forma cruenta) y fijación dental y occipital (no cruenta).
- ✓ La adquisición de imágenes se realiza **siguiendo el protocolo de cada centro**, que siempre hace referencia a la recepción del paciente, el posicionamiento e inmovilización, topograma, límites y grosor de cortes de TC, delimitación de los órganos de riesgo, TC propiamente dicha e identificación del TC y sistemas de inmovilización.
- ✓ Finalmente se realiza el **registro, importación y procesado de imágenes**, exportando las mismas a la estación de planificación de tratamiento, comprobando siempre los datos demográficos del paciente.
- ✓ Si la planificación del tratamiento lo requiere se fusionan estas imágenes con otras series de imágenes de diagnóstico, de TC, RM y PET, utilizando diferentes procedimientos de fusión para cada caso, rígida o elástica.
- ✓ Se llega a la conclusión de que el caso óptimo es el de un PET o RM realizados por el Técnico en radioterapia, **con el mismo posicionamiento, accesorios y marcas de referencia que posteriormente se usan en la TC** de simulación y en la unidad de tratamiento.

G L O S A R I O

Estereotaxia: la radioterapia estereotáxica intracraneal es una técnica que permite, mediante el uso de sistemas avanzados de imágenes diagnósticas y sistemas de computación, acompañado de un acelerador lineal, dirigir en forma precisa haces de radiación a lesiones intracerebrales respetando las zonas sanas circundantes.

Órganos de riesgo: u órganos de interés, son tejidos sanos cuya sensibilidad a la radiación puede influir en la planificación del tratamiento.

Plano axial: plano perpendicular al eje longitudinal.

Plano coronal: plano vertical que divide el cuerpo en sección ventral y dorsal.

Plano sagital: plano perpendicular al suelo y en ángulo recto con los planos frontales, que divide el cuerpo en dos mitades, derecha e izquierda.

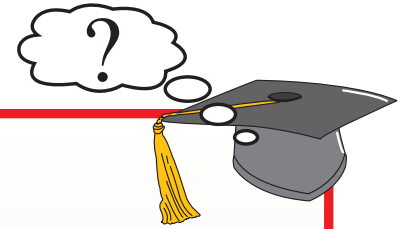
Resonancia magnética (RM): procedimiento de diagnóstico médico que consiste en obtener imágenes de las estructuras internas del cuerpo humano, procesando las ondas de radio que se hacen pasar por la zona del cuerpo sometida a un campo magnético. Muestra tejidos blandos con una resolución comparable a la TC y la producción de cortes axiales, coronales y sagitales, sin la necesidad de reconstrucción.

Sistemas de inmovilización: elementos que permiten la fijación e inmovilización en la posición de tratamiento del paciente que resultan imprescindibles para la colocación de este y para asegurar la reproducibilidad del tratamiento en radioterapia.

Tomografía: representación de la atenuación de los rayos X producida por una sección del cuerpo.

Tomografía computarizada (TC): producción de una tomografía mediante la adquisición y procesamiento por computadora de los datos obtenidos a partir de la transmisión de rayos X.

Tomografía por emisión de positrones (PET): técnica no invasiva de diagnóstico capaz de medir la actividad metabólica del cuerpo humano. Se basa en detectar y analizar la distribución tridimensional que adopta en el interior del cuerpo un radiofármaco de vida media ultracorta administrado a través de una inyección intravenosa. Según qué se desee estudiar se usan diferentes radiofármacos que proporcionan imágenes funcionales, facilitando la información de la actividad biológica de los tejidos.



EJERCICIOS

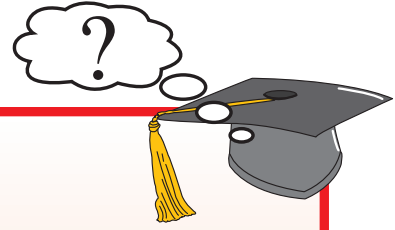
- › E1. Se procede a la simulación de una irradiación craneoespinal, en la que se ha prescrito una dosis de 30 Gy en la zona craneal y de 30 Gy en la espinal a 1,5 Gy/día con una sobredosificación de 50-54 Gy a 1,5 Gy/día.
- Recepción del paciente: enumerar los datos imprescindibles para realizar la exploración.
 - Determinar el posicionamiento del paciente:
 - Del paciente propiamente dicho.
 - Cabeza.
 - Extremidades superiores.
 - Extremidades inferiores.
 - Realizar la máscara termoplástica: se introducirá en un baño termoplástico precalentado previamente a 45 °C, temperatura a la que se ablanda el material de la máscara:
 - Verdadero.
 - Falso.
 - Al sacar la máscara, la secaremos rápidamente antes de trabajar con ella sobre la piel del paciente:
 - Verdadero.
 - Falso.
 - Marcas de referencia:

Una vez seca la máscara enumerar las marcas de referencia que situaremos en el paciente:

 - En la máscara.
 - En la zona espinal.
 - Realización de la TC:

Se determina el topograma; en este caso, solo se realiza un topograma en la región craneal:

 - Verdadero.
 - Falso.
 - La región anatómica a tratar debe contener la totalidad de la zona presumible que se vaya a tratar y sus órganos de interés:
 - Verdadero.
 - Falso.
 - Enumerar los órganos de interés en una irradiación craneoespinal.
 - Enumerar los límites en una irradiación craneoespinal y el grosor de corte de la TC.



- Se incluirá un corte de TC que incluya la marca radiopaca posterior de referencia:
 - Verdadero.
 - Falso.
- Identificación de la TC y de los sistemas de inmovilización:
Determinar el procedimiento de identificación de la TC y de los sistemas de inmovilización.

EVALÚATE TÚ MISMO



1. En las localizaciones de SNC y ORL, los márgenes de movilidad son:

- a) Muy pequeños respecto a otras localizaciones en lo que se refiere a órganos de riesgo vecinos y delimitación de los tratamientos.
- b) Mayores respecto a otras localizaciones en lo que se refiere a órganos de riesgo vecinos y muy pequeños en la delimitación de los tratamientos.
- c) Iguales respecto a otras localizaciones en lo que se refiere a órganos de riesgo vecinos y más grandes en la delimitación de los tratamientos.
- d) Solo se tienen en cuenta los órganos de riesgo independientemente de su movilidad.

2. La herramienta principal en un servicio de oncología radioterápica a la hora de simular los tratamientos de SNC y ORL para su posterior planificación será:

- a) RM.
- b) PET.
- c) TC.
- d) SPECT.

3. Los láseres para definir los puntos necesarios en una TC son:

- a) En SNC dos transversales y en ORL uno longitudinal perpendicular a la mesa.
- b) Dos transversales paralelos a los cortes del TC.
- c) Uno transversal paralelo a los cortes del TC y uno longitudinal perpendicular a la mesa.
- d) Ninguna de las respuestas anteriores.



SOLUCIONES
EVALÚATE TÚ MISMO



http://www.aranformacion.es/_soluciones/index.asp?ID=22

