

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

En este capítulo se comentarán los procedimientos de planificación y de administración de tratamiento de radioterapia externa en tumores situados en la región torácica. Se abordará el cáncer de mama, el cáncer de pulmón y el cáncer de esófago. También se verán los tumores de la región abdominal y pélvica, como son los cánceres de estómago, páncreas, recto, próstata, endometrio y cérvix uterino. En las diferentes localizaciones tumorales incluidas se describirá el proceso de posicionamiento e inmovilización, la realización de la tomografía computarizada (TC) de planificación y la delimitación de los volúmenes y los órganos de riesgo.

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

Para planificar una radioterapia de calidad en un Servicio de Oncología Radioterápica es preciso disponer de una TC. La TC tendrá una serie de características similares a la Unidad de Radioterapia para una correcta simulación como, por ejemplo, la mesa plana y sistema láseres de posicionamiento. Se aconseja también que la TC tenga un diámetro de anillo grande para poder realizar planificaciones con diversos posicionamientos, por ejemplo, para realizar la planificación de una paciente con cáncer de mama se debe permitir colocar los brazos en abducción, utilizando inmovilizadores que permitan realizar la TC. La sala de planificación de la TC debe disponer de todos los sistemas de inmovilización necesarios, así como de todos los accesorios para poder realizar tatuajes y colocar marcas radiopacas.

2. PROCEDIMIENTO DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE TÓRAX

2.1. Mama

Los requisitos técnicos mínimos para la planificación de una irradiación mamaria es una simulación basada en imágenes de TC. El posicionamiento más frecuente para la radioterapia de una paciente con cáncer de mama es el decúbito supino con uno o con los dos brazos por encima de la cabeza y girando esta hacia el lado contrario de la mama a tratar. En pacientes con mamas péndulas se pueden tratar en posición prono con una mesa adaptada. Algunos autores sugieren la posición de decúbito lateral en aquellas pacientes con mamas voluminosas y péndulas.

Se debe asegurar el posicionamiento y la inmovilización más cómoda para el paciente para garantizar la mayor reproducibilidad diaria durante el tratamiento. Como uno de los órganos de riesgo es el corazón, cada vez está más extendida la técnica de irradiación en inspiración profunda mantenida (breath-hold) en las pacientes con cáncer de mama izquierda. Se le pide a la paciente que mantenga los pulmones llenos de aire y esto se controla mediante un sistema de infrarrojos conectado a la TC, el mismo dispositivo que sirve para la radioterapia guiada por el movimiento respiratorio que se describe más adelante. Con esta técnica se consigue aumentar la distancia entre la mama izquierda y el corazón y así se disminuye la dosis en este órgano.

Los volúmenes por tratar serán diferentes si es una irradiación tras cirugía conservadora de la mama o si es una irradiación en el lecho de la mastectomía. En la planificación del tratamiento radioterápico del cáncer de mama raramente se delimita el GTV (gross tumor volume), ya que, en la mayoría de pacientes, la radioterapia se administra tras tratamiento quirúrgico o tras quimioterapia. En el caso de irradiación tras cirugía conservadora se delimitarán los siguientes volúmenes:

- Órganos de riesgo: pulmón, corazón, esófago y mama contralateral.
- El CTV (clinical tumor volume) de la mama incluye toda la glándula mamaria. Se recomienda excluir los 3-5 mm superficiales de piel del CTV. El límite profundo está definido por el músculo pectoral mayor.
- En la mayoría de las pacientes, tras una cirugía conservadora se delimitará también el CTV del lecho quirúrgico o sobreimpresión o boost. Se suele realizar cuando finaliza el tratamiento de la mama. En el momento de la cirugía el cirujano o el ginecólogo coloca

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

clips metálicos, que son muy útiles para determinar este volumen dándole un margen de 1 cm. En los casos en los que no se hayan colocado marcas en el acto quirúrgico para delimitar el CTV, se utilizarán las pruebas de imagen prequirúrgicas (mamografía, resonancia magnética [RM] de mama) o las pruebas de imagen posquirúrgicas (TC, ecografía) para no sobrepasar el margen profundo de músculo pectoral mayor. Se recomienda incluir en el CTV el seroma posquirúrgico.

- El PTV (planning tumor volume) de la mama o del lecho quirúrgico incluirá un margen de 1 cm alrededor del CTV para cubrir las incertidumbres debidas a la técnica.

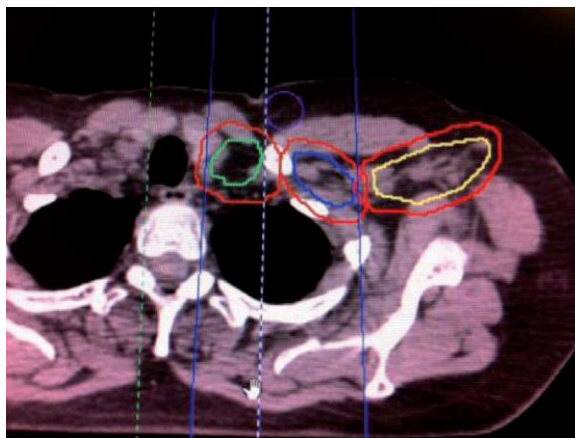
En el caso de realizarse la irradiación tras una mastectomía, se delimitarán los siguientes volúmenes:

- Órganos de riesgo: pulmón, corazón, esófago, mama contralateral.
- El CTV del lecho de mastectomía presentará diferentes límites. El límite interno incluirá la línea media, recomendándose incluir toda la cicatriz de la mastectomía. En aquellos casos donde la cicatriz llegue hasta mama contralateral hay que valorar de forma individual su inclusión, para evitar irradiar la mama contralateral. Se recomienda que el margen externo esté a 1 cm posterior del margen externo de la mama contralateral e incluir el extremo externo de la cicatriz de la mastectomía. El límite anterior es la superficie cutánea. El límite posterior viene determinado por el margen posterior o profundo del músculo pectoral. El límite superior se recomienda que esté situado a la altura del segundo espacio intercostal, teniendo en cuenta a mama contralateral. El límite inferior, 1 cm por debajo del surco submamario de la mama contralateral.
- El PTV se delimitará definiendo el CTV con un margen de 1 cm. En ocasiones está indicada la irradiación de las áreas ganglionares como:
 - o La fosa supraclavicular estará delimitada internamente 1 cm por fuera de la pared lateral de la tráquea excluyendo el tiroides, externamente por la unión acromioclavicular, anteriormente por el músculo Esternocleidomastoideo y la clavícula, y posteriormente por el músculo trapecio.
 - o El nivel III axilar estará delimitado internamente por la parrilla costal, externamente por el músculo redondo mayor, a nivel profundo por el músculo subescapular y a nivel anterior por el músculo pectoral mayor.
 - o El nivel II axilar viene delimitado internamente por el borde medial del músculo pectoral menor, externamente por el borde lateral del músculo pectoral menor, anteriormente por la superficie anterior del músculo pectoral menor y posteriormente por las costillas y los músculos intercostales.
 - o El nivel I axilar viene delimitado internamente por el borde lateral del músculo pectoral menor, externamente por el borde medial del músculo dorsal lateral, anteriormente por el plano definido por la superficie anterior del músculo pectoral mayor y el lateral dorsal menor, y posteriormente por la superficie anterior del músculo subescapular.
 - o La cadena mamaria interna. Este volumen comprenderá el área limitada superiormente por la articulación yugulo-clavicular, inferiormente por el 4.º - 6.º espacio intercostal, anteriormente por la cara posterior del músculo pectoral mayor y posteriormente por la pleura o el tejido graso circundante a los vasos mamarios internos.

En la Figura 1 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo tras una cirugía conservadora de mama (CTV mama: color rosa; CTV lecho quirúrgico: color rojo; pulmón: color azul; corazón: color rosa claro; mama contralateral: color amarillo).

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

La Figura 2 muestra la delimitación de los volúmenes tumorales y los órganos de riesgo tras una mastectomía, en la que también se tratarán las diferentes áreas ganglionares (CTV área supraclavicular, color verde; CTV nivel III axilar, color azul; CTV nivel axilar II, amarillo. En color rojo se muestra el PTV de los diferentes CTV delimitados).



2.2. Pulmón

Como siempre, se debe asegurar el posicionamiento y la inmovilización más cómoda para garantizar la mayor reproducibilidad diaria durante el tratamiento tanto para radioterapia convencional como para las técnicas especiales.

Una modalidad de tratamiento es la **radioterapia guiada por el movimiento respiratorio (4D)**, donde se emplea un sistema que utiliza una cámara de rayos infrarrojos y un dispositivo con reflectores infrarrojos que se coloca en la parte superior del abdomen. El ciclo respiratorio se monitoriza a la vez que se adquieren imágenes de TC de las diferentes fases del ciclo respiratorio para planificar el tratamiento y también se monitoriza la respiración durante el tratamiento. Los oncólogos radioterápicos deciden en qué momento del ciclo respiratorio es mejor tratar al paciente para disminuir la dosis a los órganos sanos y para reducir los márgenes en el volumen de tratamiento. Habitualmente, esto se produce al final de la inspiración porque es el momento del ciclo más largo y más reproducible. En los aceleradores existen unos sistemas que permiten controlar el ciclo respiratorio de los pacientes durante el tratamiento radioterápico. Esto requiere un aprendizaje previo del paciente para que respire de manera más lenta y regular. Los pacientes con limitación de la capacidad pulmonar en las pruebas respiratorias serían los que más se beneficiarían de esta técnica, ya que se podría reducir el volumen pulmonar a irradiar, pero, desafortunadamente, también son los pacientes menos capaces de cumplir con las técnicas de control de la respiración.

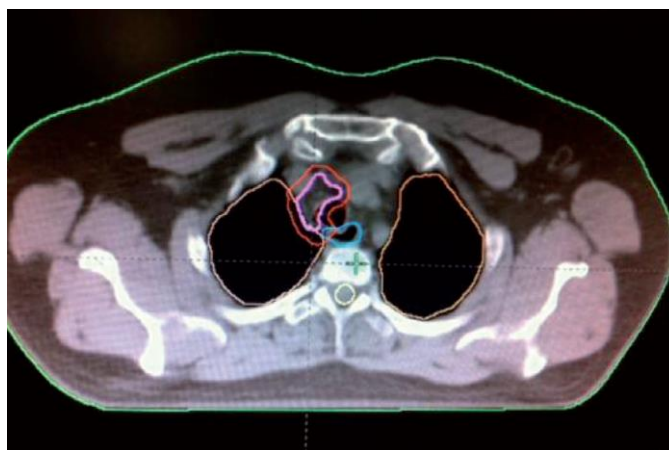
Los **volúmenes** que se delimitan en los pacientes con **neoplasia de pulmón** son:

- **Órganos de riesgo:** pulmón, corazón, esófago y médula espinal.
- El **GTV** incluye el tumor pulmonar macroscópico y las áreas ganglionares afectadas por el tumor. Se recomienda delimitar el tumor en la ventana del pulmón y las adenopatías en la ventana de partes blandas.
- El **CTV** debe incluir el tumor pulmonar macroscópico primitivo y las áreas ganglionares afectadas más un margen que cubra enfermedad microscópica, que será de 0,5 a 1 cm según la histología. En pacientes en los que no se visualice el GTV por tratamientos previos (quimioterapia, cirugía), se delimitará el CTV basándose en las pruebas de imagen de diagnóstico realizado antes de los tratamientos previos.
- **PTV:** en los tratamientos realizados con intención radical, el PTV incluirá el CTV con un margen de 1-2 cm por la incertidumbre técnica y por el movimiento del órgano durante el tratamiento.
- **ITV:** incluye el desplazamiento del tumor durante el ciclo respiratorio se utilizamos el sistema de TC 4D para simular una SBRT.

En la Figura 3 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo en un cáncer

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

de pulmón donde la finalidad es un tratamiento radioterápico radical.



Radioterapia estereotáxica extracraneal

Disponemos de una modalidad de tratamiento que es la **radioterapia estereotáxica extracraneal (SBRT)**, alternativa de tratamiento en tumores de pulmón en estadios iniciales donde los resultados son similares o incluso superiores en algún estudio al tratamiento quirúrgico. Los pacientes que se benefician de este tratamiento son los que presentan **tumores menores de 5 cm inoperables**. Esta técnica nos permite administrar dosis altas de radiación con mucha precisión; se disminuye el número de sesiones, se obtienen mejores respuestas clínicas en el tumor y se protegen más los órganos de riesgo. Otra indicación de la SBRT son las recidivas pulmonares y las metástasis pulmonares y hepáticas, con buenos resultados clínicos. La simulación y los métodos de inmovilización y verificación para la SBRT son más importantes que para la radioterapia 3D convencional. Para el tratamiento radioterápico del cáncer de pulmón debemos tener presente el movimiento asociado a la respiración y ser perfectamente conscientes de que, con la SBRT, si no tenemos una excelente precisión podemos administrar dosis altas al tejido sano.

2.3. Mediastino

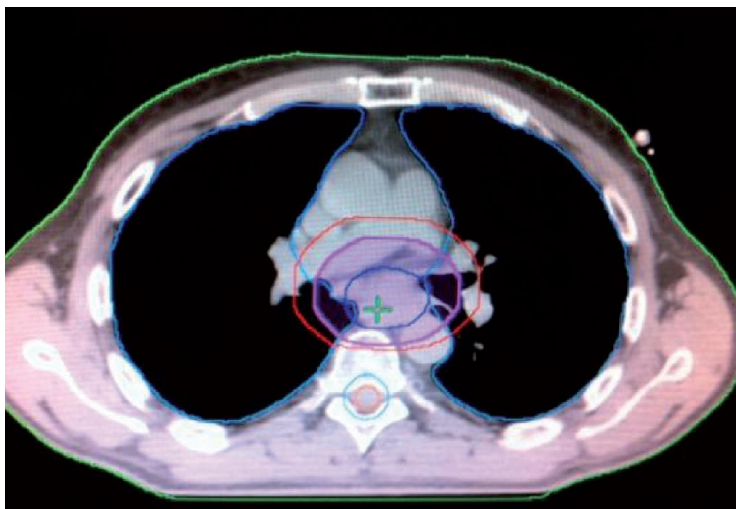
Es un **espacio en el centro de tórax** que contiene el esófago, la tráquea, el corazón, ganglios linfáticos y otras estructuras importantes, donde podemos encontrar tumores como el cáncer de esófago, timomas o adenopatías infiltradas por el tumor y en las cuales la radioterapia es una importante opción terapéutica. Es una **estructura con poca movilidad**, excepto en el eje cráneo-caudal por el movimiento respiratorio, por lo que no es preciso utilizar un sistema de inmovilización especial. En caso del cáncer de esófago los volúmenes a delimitar serán:

- **Órganos de riesgo:** pulmón, corazón, esófago, hígado y médula espinal.
- El **GTV** comprende el tumor y su extensión local visible; es importante guiarse por estudios de TC, ecografía o tránsito baritado, así como las adenopatías patológicas visualizadas por la TC y ecoendoscopia.
- El **CTV 1 básico** incluye el GTV más las regiones que tienen o pueden tener enfermedad subclínica. Se recomienda un margen de 5 cm en sentido craneal y caudal desde el límite del tumor microscópico, así como los territorios ganglionares regionales que pueden tener enfermedad subclínica, donde se recomienda un margen de 2 cm. El margen radial se recomienda que sea alrededor de 2,5 cm. En los tumores de esófago cervical y del tercio superior se recomienda tratar las áreas ganglionares del mediastino superior y la fosa supraclavicular bilateral. En los localizados en el tercio medio se recomienda tratar los ganglios traqueobronquiales y subcarinales. Y

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

en los localizados en el tercio inferior, los ganglios del tronco celiaco y de la arteria mesentérica superior.

- En el **CTV 2 boost se recomienda un margen de 5 mm al GTV.**
- El **PTV se definirá** añadiendo al CTV un margen de 10 mm. En la Figura 4 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo en un cáncer de esófago donde la finalidad del tratamiento radioterápico es radical (GTV, color azul; CTV, color rosa; PTV, color rojo).



3. DELIMITACIÓN GEOMÉTRICA DE REFERENCIAS EN EL PACIENTE

3.1. Referencias cutáneas

En el cáncer de mama el paciente se alineará tomando como referencias la escotadura esternal y la apófisis xifoides, y lateralmente, la línea axilar media derecha e izquierda. En el cáncer de pulmón, de esófago y tumores del mediastino, el paciente se alineará tomando como referencias la escotadura esternal y la apófisis xifoides, y lateralmente, la línea axilar media derecha e izquierda.

3.2. Marcajes plomados

En la simulación de una mama, se colocarán marcas radiopacas en los 3 o 4 puntos de alineación, aunque también pueden colocarse marcas radiopacas en los límites anatómicos de la mama (superior, inferior, externo, interno o línea media esternal) o incluso colocar un aro radiopaco alrededor de la mama. Asimismo, se puede colocar un alambre radiopaco en la cicatriz de la tumorectomía o de la mastectomía. Estas referencias son de gran utilidad para el médico cuando delimita los volúmenes que hay que tratar.

En el caso de pulmón y mediastino únicamente se colocarán marcas radiopacas sobre el paciente en la línea media y en los puntos de alineación laterales derecho e izquierdo.

4. POSICIONAMIENTO Y MEDIOS DE INMOVILIZACIÓN

4.1. Apoyacabezas, malla termoplástica, dispositivos orales, cuna alfa y extensores de brazos

El posicionamiento más frecuente para la radioterapia de una paciente con cáncer de mama es el decúbito supino con uno o con los dos brazos por encima de la cabeza y girando esta hacia

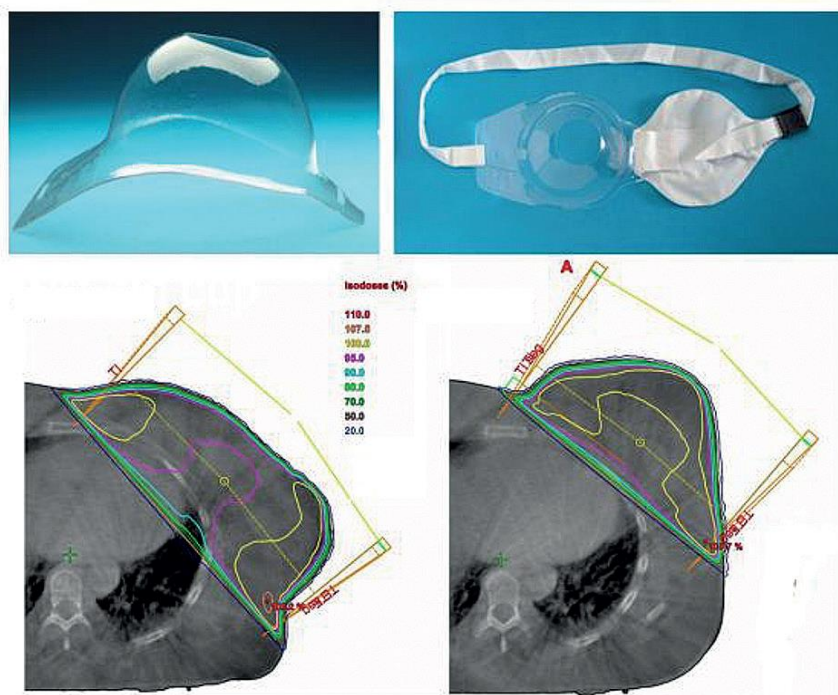
U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

el lado contrario de la mama a tratar. Se pueden utilizar diferentes **sistemas de inmovilización**.

Estos han de permitir la reproducción diaria del tratamiento planificado inicialmente. Los diferentes sistemas de inmovilización deben quedar anclados o indexados a la mesa de tratamiento. Uno de ellos es el que se usa para tratar tumores localizados en la región torácica, en el cual la paciente posiciona los brazos por encima de la cabeza. Otro sistema de inmovilización utilizado es el plano inclinado, que permite diferentes grados de elevación y también permite ajustar el grado de abducción del brazo. Esto último es útil en aquellas pacientes en las que se deben tratar las áreas ganglionares donde se recomienda una abducción del brazo no superior a 90 grados para evitar pliegues en la fosa supraclavicular, que es especialmente importante en pacientes con obesidad. También es útil para pacientes con

limitación de la abducción tras la cirugía. Se deben anotar todos los parámetros del inmovilizador. También pueden utilizarse sistemas de inmovilización individuales, como las cunas alfa o colchones de vacío. Otros sistemas de inmovilización para mamas voluminosas o péndulas son las copas.

La Figura 5 muestra el sistema de inmovilización de la copa, así como el beneficio dosimétrico en reducción de dosis a órganos sanos como son el pulmón y el corazón. Se muestra la planificación dosimétrica sin y con copa.



En un estudio realizado por el Grupo Español de Cáncer de Mama (GEORM) en el que se realizó una encuesta a 28 servicios de oncología radioterápica de España en 12 comunidades autónomas diferentes, de los cuales contestaron el 70 % de los centros, se constató que en todos los centros se trataba a las pacientes en **decúbito supino**, solo en 3 de ellos se trataba en decúbito prono en algunos casos. También se vio que en el 46 % de los centros las pacientes se trataban con un brazo en abducción y en el 42 % de ellos con los dos brazos. El plano inclinado se utilizaba de manera rutinaria en el 65 % de los centros; en el 23 % se utilizaban otros tipos de inmovilizadores.

El posicionamiento más frecuente para tratar a un paciente con cáncer de pulmón es también el **decúbito supino con los brazos elevados** por encima de la cabeza. Algunos pacientes no

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

toleran la posición de decúbito supino por insuficiencia respiratoria y se puede usar el plano inclinado. Como siempre, se debe asegurar el posicionamiento y la inmovilización más cómoda para garantizar la mayor reproducibilidad diaria durante el tratamiento. Se pueden utilizar diferentes sistemas de inmovilización que son muy similares a los utilizados en pacientes con cáncer de mama.

En los casos de una SBRT se posiciona al paciente en decúbito supino utilizando sistemas de inmovilización más precisos que con la radioterapia 3D convencional. Uno de los sistemas que habitualmente se usa es el que permite el control de la respiración mediante un dispositivo de compresión abdominal. En la Figura 6 se muestra el sistema de inmovilización y compresión abdominal para SBRT. Normalmente, en tumores del mediastino superior como los localizados del tercio superior esofágico, el paciente se colocará en decúbito supino con los brazos a lo largo del cuerpo y con la cabeza sobre un reposacabezas, utilizando el posicionamiento e inmovilización que se usan para el tratamiento de los tumores de cabeza y cuello. Se pueden usar las máscaras cráneo-faciales o bien las máscaras que inmovilizan también cuello y hombro. Estas últimas son más incómodas, pero consiguen una mejor inmovilización y son especialmente útiles para los tratamientos con radioterapia de intensidad modulada (IMRT). En tumores del tercio medio e inferior, el paciente se colocará en decúbito supino con los brazos por encima de la cabeza y también se puede utilizar un sistema de inmovilización individual con cuna alfa o colchones de vacío desde los hombros hasta la cintura. Algunos autores recomiendan posicionar al paciente en decúbito prono para alejar el esófago de la médula espinal en tumores localizados en el tercio medio.



4.2. Marcajes en el inmovilizador

Es importante marcar los puntos de referencia después de posicionar e inmovilizar al paciente, ya que después de adquirir las imágenes, se procederá a tatuar los puntos de referencia. Esto es importante para reproducir la misma posición en la unidad de tratamiento. Asimismo, se pueden realizar fotografías de la posición de inmovilización e indexación para ayudar en la colocación diaria de la paciente. En ocasiones también se anotan otros parámetros como la distancia de la mesa al tatuaje.

5. PROTOCOLOS DE ADQUISICIÓN DE IMAGEN

Los requisitos técnicos mínimos para la **planificación de una irradiación mamaria** es una simulación basada en imágenes de TC. Cuando la paciente está alineada y se han colocado las marcas radiopacas necesarias, se procede a realizar la TC.

Primero, se realizará un topograma anteroposterior y lateral y posteriormente se realizarán

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

cortes de entre 2 y 5 mm de espesor. Se recomienda el límite superior de la TC a la altura del mentón, y el límite inferior a 5 cm por debajo del surco submamario de la mama a tratar o de la mama contralateral en el caso de que sea una irradiación del lecho de mastectomía. Se puede utilizar contraste para mejorar la definición de los volúmenes que se van a tratar, especialmente de las áreas ganglionares, excepto que la paciente tenga alergia al contraste.

Es importante comprobar que la TC está bien alineada y no presenta ningún error.

En el caso **tumores del pulmón** una vez posicionado y alineado al paciente se procede a realizar la TC de planificación. En el caso de planificar el tratamiento para radioterapia estereotáxica y RT guiada por el movimiento respiratorio (4D), se realizará la TC 4D en las diferentes fases del ciclo respiratorio. Esto permitirá delimitar los márgenes del tumor de manera individualizada.

Se realizarán cortes de TC de grosor de entre 2 y 5 mm, realizándose un topograma anteroposterior y lateral. La TC englobará todo el tórax, se recomienda el límite superior a la altura del cricoides y el límite inferior hasta la columna lumbar. Se recomienda también administrar contraste endovenoso para visualizar mejor las áreas ganglionares mediastínicas, excepto que el paciente tenga alergia al contraste.

En el caso de planificar el tratamiento para realizar radioterapia estereotáxica y RT guiada por el movimiento respiratorio, se realizará la TC 4D en las diferentes fases del ciclo respiratorio. Ello permitirá delimitar los márgenes del tumor que se va a tratar de manera individualizada. El procedimiento de realización de la TC en el **mediastino** o en el **cáncer de esófago** es similar a los anteriores: se realizarán cortes de TC de 2-5 mm. Es recomendable administrar contraste endovenoso para tener una mejor visualización de los vasos sanguíneos y delimitar mejor las áreas ganglionares. También se puede valorar administrar contraste oral para mejorar la delimitación del volumen tumoral primitivo. Los límites de la TC varían dependiendo de la localización del tumor:

- **Tumores del mediastino superior (tercio superior esófago torácico):** el límite superior deberá estar a la altura de la mastoides y el límite inferior al apéndice xifoides.
- **Tumores del mediastino inferior:** el límite superior deberá estar a la altura del hueco supraclavicular y el límite inferior en el estómago.

6. REGISTRO, IMPORTACIÓN Y PROCESADO DE IMÁGENES

Una vez adquiridas las imágenes de la TC, se transferirán al planificador, donde se delimitarán los órganos de riesgo. Generalmente, esto lo realiza el Técnico en Radioterapia, y su supervisión es responsabilidad del médico especialista. En muchas ocasiones se utilizan imágenes de tomografía por emisión de positrones PET/TC (especialmente en tumores de pulmón, mediastino y esófago) que se deberán fusionar con las imágenes de la TC de planificación o si el PET/TC se ha realizado en la posición de tratamiento y con mesa plana puede utilizarse como TC de planificación.

La fusión o registro de imágenes se realiza en el planificador y existen diversos algoritmos de fusión. Una vez procesadas las imágenes se procede a la delimitación de los órganos de riesgo. Esto generalmente lo realiza el Técnico en Radioterapia, y su supervisión es responsabilidad del médico especialista.

7. PROCEDIMIENTO DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE ABDOMEN Y PELVIS

7.1. Aparato digestivo

En el abdomen y la pelvis se encuentran diferentes órganos que pueden desarrollar neoplasias. De ellos, las que con mayor frecuencia son susceptibles de irradiación son el

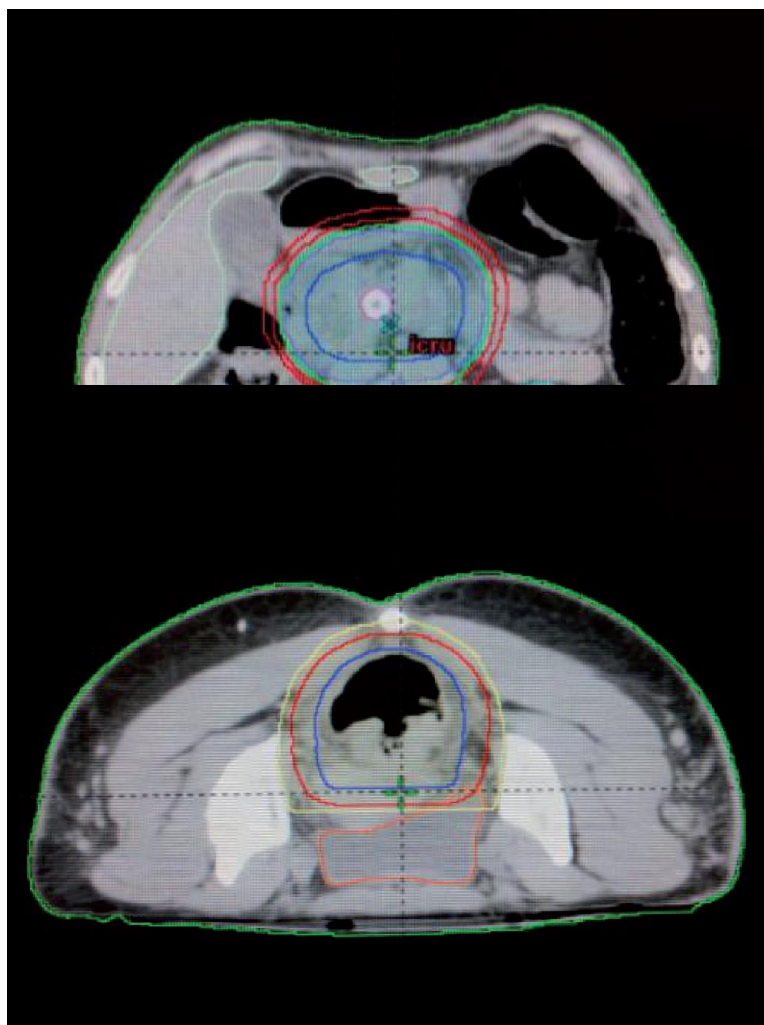
U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

cáncer de estómago, páncreas, recto y ano. El riñón, el hígado y las vías biliares también son susceptibles de irradiación, pero con menor frecuencia.

Los volúmenes que delimitar serán:

- **Órganos de riesgo:** según la localización tumoral, hígado, estómago, médula espinal, intestino delgado, ambos riñones, ambos pulmones y corazón. También, cabezas femorales, vejiga (excepto en neoplasias vesicales) y recto (excepto en neoplasias rectales).
- El **GTV** incluye la enfermedad macroscópica y los ganglios afectados presentes. En el caso del recto, el GTV con un margen de 2 cm en sentido cráneo-caudal. Para el tratamiento del cáncer de recto posoperatorio incluiremos el lecho quirúrgico definido por las pruebas diagnósticas previas a la cirugía.
- El **CTV** incluye el GTV más las regiones que tienen o pueden tener enfermedad subclínica. El CTV cambiará si se trata de una irradiación posoperatoria donde se incluirá el lecho tumoral normalmente definido por la presencia de clips quirúrgicos. También varía el CTV en función del órgano y de la localización.
- Para definir el **PTV** se añadirá al CTV un margen de 10 mm. En la Figura 7 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo en un cáncer de páncreas.

En la Figura 8 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo en un cáncer de recto preoperatorio (GTV, color azul).



7.2. Aparato genital femenino

La pelvis es una de las regiones anatómicas más irradiadas, ya que en ella se localizan

U.D. 3 APLICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SIMULACIÓN EN TELETERAPIA PARA LOS TUMORES DE LA REGIÓN TORÁCICA, ABDOMEN Y PELVIS

diferentes órganos que pueden desarrollar neoplasias. En la mujer hablamos de los tumores ginecológicos, como endometrio y cérvix y vejiga. Se delimitarán los siguientes volúmenes:

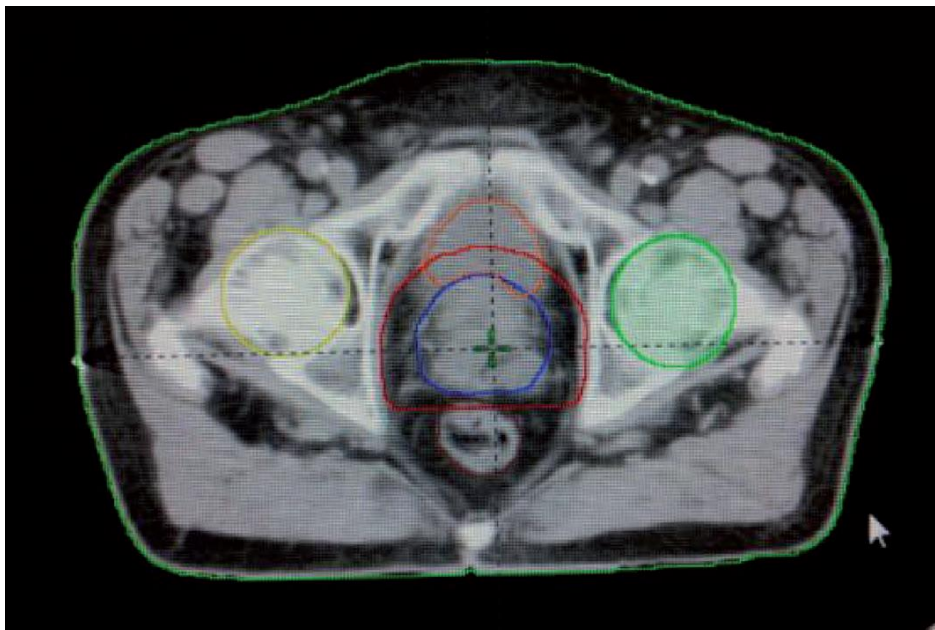
- **Órganos de riesgo:** intestino delgado, cabezas femorales y vejiga (excepto en neoplasias vesicales)
- El **GTV** incluye la enfermedad macroscópica y los ganglios afectados, así como las áreas donde puede haber enfermedad subclínica, como es el útero, los anejos, los parametrios, la vagina, así como las áreas ganglionares. Para el tratamiento del cáncer de cérvix uterino o de endometrio operados, se incluirá el lecho quirúrgico tumoral, basándose en las pruebas prequirúrgicas.
- **Vejiga.** Se incluirá toda la vejiga con los ganglios de drenaje.
- Para definir el **PTV** se añade al CTV un margen de 10 mm. En la Figura 9 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo en un cáncer de endometrio posoperatorio



7.3. Aparato genital masculino. Próstata

En el **varón** son frecuentes los tumores de **próstata y vejiga**. Se delimitarán los siguientes volúmenes:

- **Órganos de riesgo:** intestino delgado, cabezas femorales, recto, pene y vejiga (excepto en neoplasias vesicales).
- El **GTV** incluye la enfermedad macroscópica y los ganglios afectados. En el caso de los tumores prostáticos, la próstata o vesículas seminales.
- El **CTV** incluye el GTV de la próstata con un margen anterior, lateral y superior de 1 cm y un margen posterior de 0,7 cm. Para el tratamiento del cáncer de próstata posprostatectomía se incluye el lecho quirúrgico con un margen anterior, lateral y superior de 1,5 cm.
- Para definir el **PTV** se añade al CTV un margen de 10 mm.



En la Figura 10 se muestra la delimitación de los volúmenes y órganos de riesgo en un cáncer de próstata radical.

8. DELIMITACIÓN GEOMÉTRICA DE REFERENCIAS EN EL PACIENTE

8.1. Referencias cutáneas

La irradiación de los **tumores abdominales** exige una alineación mediante los láseres, tomando como referencias la apófisis xifoides hasta la sínfisis del pubis.

En general, la irradiación de los **tumores pélvicos** exige una alineación mediante los láseres, tomando como referencias las palas ilíacas hasta el periné si el tratamiento es en supino o hasta el canal si el tratamiento es en decúbito prono.

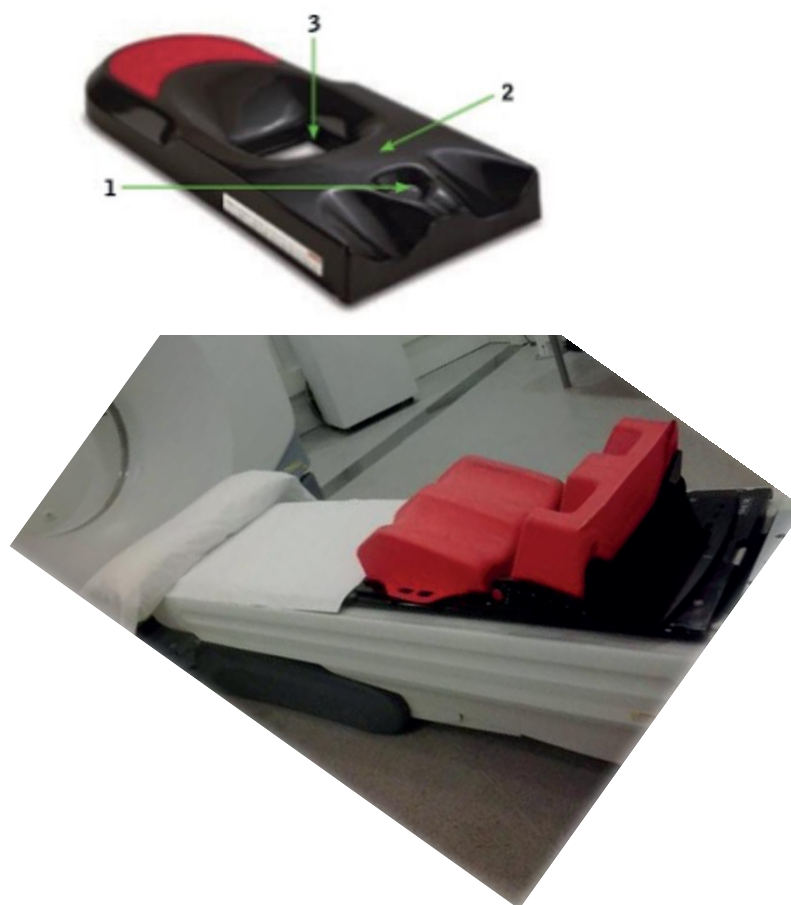
8.2. Marcajes plomados

Se colocarán marcas radiopacas sobre el paciente en la línea media y en los puntos de alineación laterales derecho e izquierdo.

9. POSICIONAMIENTO Y MEDIOS DE INMOVILIZACIÓN

9.1. Apoyacabezas, malla termoplástica, dispositivos orales, cuna alfa y extensores de brazos

La posición más frecuente para tratar **tumores abdominales y pélvicos** es colocar al paciente en **decúbito supino con los brazos por encima de la cabeza**. Se pueden utilizar sistemas de inmovilización como cunas alfa o colchones de vacío reposapiernas y el inmovilizador de los pies. En el caso de tumores rectales la posición más frecuente es el decúbito prono, utilizando el inmovilizador llamado *Belly board* que permite excluir las asas intestinales. En la Figura 11 se muestran los sistemas de inmovilización *Belly board* para tumores rectales y el reposapiernas, para inmovilizar también los pies, usados en el tratamiento de tumores localizados en la zona pélvica



9.2. Marcajes en el inmovilizador

Es importante marcar los puntos de referencia después de posicionar e inmovilizar al paciente, ya que **después de adquirir las imágenes**, se procederá a **tatuar los puntos de referencia**. Esto es importante para reproducir la misma posición en la unidad de tratamiento. Asimismo, se pueden realizar fotografías de la posición de inmovilización e indexación para ayudar en la colocación diaria del paciente. En ocasiones, también se anotan otros parámetros como la distancia de la mesa al tatuaje.

10. PROTOCOLOS DE ADQUISICIÓN DE IMAGEN

En los **tumores abdominales** como en el caso de los tumores torácicos, se realizará un topograma anteroposterior y lateral y se realizarán cortes de TC de 2-5 mm de espesor. Es muy recomendable administrar contraste endovenoso para mejorar la visualización de los vasos sanguíneos y delimitar mejor las áreas ganglionares. También se puede valorar administrar contraste oral para delimitar el volumen tumoral primitivo. Los límites de la TC son desde el manubrio esternal hasta la sínfisis del pubis.

En los tumores pélvicos se realizará la TC con cortes de 2-5 mm desde las primeras vértebras lumbares (L1-L2) hasta 5 cm por debajo del periné. En el caso de inclusión de los ganglios lumboaórticos, el límite superior se coloca a nivel de D10.

En el caso de tumores prostáticos, se recomienda realizar la TC con la vejiga llena; el paciente que antes de realizar la TC deberá beber aproximadamente entre 33 y 50 cm³ de agua. Por el contrario, en caso de tumores vesicales se recomienda vaciar la vejiga para disminuir el

volumen de tratamiento.

11. REGISTRO, IMPORTACIÓN Y PROCESADO DE IMÁGENES

Una vez adquiridas las imágenes de la TC, se transferirán al planificador, donde se delimitarán los órganos de riesgo. Normalmente lo realiza el Técnico en Radioterapia y su supervisión es responsabilidad del médico especialista. En muchas ocasiones se utilizan imágenes de RMN y tomografía por emisión de positrones PET/TC (especialmente en tumores de recto, próstata y ginecológicos), que se deberán fusionar con las imágenes de la TC de planificación. La fusión o registro de imágenes se realiza en el planificador y existen diversos algoritmos de fusión como son el registro rígido y los deformables