

Control de Calidad de Equipos de TC para Radioterapia. Guía Práctica

Publicado en la *Revista de Física Médica* 2005; 6 (1) : 37 – 45

Autores (*):

- Montserrat Colomer (Hospital Universitari Arnau de Vilanova. Lleida)
- M^a Dolores Carabante (Centre de Radioteràpia i Oncologia de Catalunya. Clínica Platón. Barcelona)
- Ernest Luguera (Institut Català d'Oncologia. Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. Badalona)
- Cristina Picón (Institut Català d'Oncologia. Hospital Duran i Reynals. L'Hospitalet de Llobregat)

(*). Grupo de Trabajo de Radiofísica del GOCO (Grup Oncològic Català-Occità)

Introducción

El GOCO (Grup Oncològic Català – Occità) constituye un grupo cooperativo que agrupa a los profesionales de la Oncología Radioterápica de Cataluña y Occitania. Uno de los propósitos del GOCO es realizar trabajos conjuntos que puedan ser de utilidad a todos los profesionales implicados dentro y fuera del grupo, así como compartir conocimientos y experiencias. En el seno del GOCO se constituyó un grupo de trabajo de Radiofísica con el objetivo de agrupar en una guía las pruebas más representativas del control de calidad de los equipos de TC dedicados a radioterapia, para, y a partir de aquí, realizar en una segunda etapa una intercomparación de los equipos de TC de la región.

El objetivo de este grupo de trabajo es la elaboración de un programa de control de calidad para equipos de TC destinados a la planificación de tratamientos de radioterapia. En él, se hace hincapié, fundamentalmente, en los parámetros más importantes que afectan a la planificación. Ha sido elaborado a partir de una revisión de trabajos existentes sobre control de calidad para equipos de TC destinados a la planificación de tratamientos de radioterapia [1,2,3,4,5,6,7,8].

El control de calidad de un equipo de TC para radioterapia es básicamente el mismo que el de diagnóstico con dos diferencias relevantes. Primero, el control de la constancia y la uniformidad de los números CT y su conversión a densidades electrónicas (importante en los cálculos dosimétricos en zonas heterogéneas [9,10,11,12,13]) y segundo, la geometría tanto del equipo de TC como de los láseres de alineación.

Las pruebas que se proponen se realizan con un material mínimo (caso más corriente de todos los centros) y utilizando una metodología sencilla y rápida.

En este trabajo se presenta una guía elaborada a partir de la bibliografía existente. Se han elaborado unas hojas de trabajo correspondientes a cada prueba para ayudar a la realización de los diferentes tests. Estas hojas no se publican aquí por abarcar demasiado espacio, pero estarán disponibles en la página web del GOCO (<http://www.grupgoco.org>).

Por último, queremos agradecer profundamente a Teresa Eudaldo Puell, presidenta del GOCO, su inestimable ayuda. Sus sugerencias, correcciones y ánimos nos han estimulado a seguir adelante con este trabajo.

Material y Método

Este protocolo se ha estructurado en tres partes bien diferenciadas según el tipo de prueba a realizar.

En una primera parte se especifican las pruebas relativas a las imágenes de TC antes de la transferencia al sistema de planificación de tratamientos. Posteriormente, se describen las pruebas mecánicas y geométricas que puedan afectar a la planificación del tratamiento radioterápico. Y, por último, las pruebas referentes a las imágenes de TC en el sistema de planificación de tratamientos, una vez transferidas.

Cada test consta de una breve descripción de la prueba a realizar, el material necesario, el procedimiento, los valores de tolerancia, las periodicidades recomendadas y las referencias bibliográficas.

En esta guía no se especifica qué maniquí se ha de utilizar para cada test. Sólo se hacen descripciones generales del material necesario, de manera que cada uno puede adaptar el que tenga o pedirlo al fabricante o a otro centro.

Todas las pruebas se realizarán con las imágenes obtenidas en las mismas condiciones de adquisición que el usuario utiliza para planificar los tratamientos de radioterapia (mA, kV, FOV, FC,...) y con el tablero plano que se utilice para hacer los TC de radioterapia.

Todos los tests de imagen estarán destinados más a la evaluación de la imagen final reconstruida que a las características del haz y de los detectores. Se dará por hecho que cada equipo dispone de un programa de control de calidad de radiodiagnóstico, siguiendo recomendaciones de protocolos nacionales y/o internacionales ampliamente aceptados tales como el de la SEFM, [14] u otros [7,8,15,16,17]. Uno de los puntos diferenciales es la obtención de la curva de densidades electrónicas relativas al agua en función de los números CT basada en un maniquí con diferentes materiales análogos a tejidos humanos.

En cuanto a las pruebas del apartado 3 (referentes al control de las imágenes de TC en el sistema de planificación), no son propiamente control de calidad del TC de radioterapia, pero se justifican en cuanto son parte integrante de todo el proceso de control de calidad de la imagen de TC para radioterapia. Del mismo modo que se da por hecho que los TC deben tener un protocolo de control de calidad de radiodiagnóstico más exhaustivo del específico para radioterapia, es evidente que los sistemas de planificación tienen que tener su propio protocolo de control de calidad mucho más exhaustivo que la parte de imagen TC contemplada aquí, como es el caso de los protocolos ya publicados [20] y [21], o el de la SEFM que se encuentra en fase de publicación. Esto no quita, sin embargo, que se introduzca una pequeña parte en el control de calidad de los TC de radioterapia, puesto que cualquier cambio en el TC obliga a verificar esta parte en los

sistemas de planificación y además enlaza todo el proceso, tal y como lo contemplan otros trabajos [5].

Las frecuencias propuestas para las pruebas son recomendaciones mínimas para llevar a cabo un control de calidad de los equipos de TC dedicados a radioterapia, teniendo en cuenta la dificultad asociada de que en la mayoría de los casos el equipo es de otro servicio y su acceso es difícil. Queda a la consideración del usuario, que conoce la estabilidad de su equipo, el determinar si en algunos casos habría que aumentar la frecuencia de algunas pruebas, sobretodo las geométricas y de alineación.

Guía

1. Tests relativos a las imágenes de TC

Estos tests hacen referencia a las imágenes obtenidas en el equipo de TC antes de la transferencia al Sistema de Planificación de Tratamientos.

1.1. Determinación de la Uniformidad y la Constancia de los números CT en un medio uniforme

La verificación de los nº CT es esencial ya que será la base para el cálculo de las densidades electrónicas.

MATERIAL

- Maniquí uniforme preferiblemente de agua.

PROCEDIMIENTO

- Escoger el protocolo de adquisición de imágenes más habitual en el centro.
- Determinación de los nº CT: Valor medio del nº CT para una ROI (región de interés) con no menos de 1000 píxels en la zona central. Círculo de aproximadamente 2 cm de diámetro.
- Uniformidad: Seleccionar 4 ROI en la periferia (a 1 cm del borde del maniquí) más una ROI en la zona central. Definimos la uniformidad como la diferencia máxima entre los valores medios de los nº CT en estas zonas y el valor central.
- Constancia temporal: Seleccionar una ROI en la zona central. Se tomarán 5 valores en la zona a analizar y se calculará la media y la desviación estándar. Definimos la constancia como la diferencia máxima entre los valores de una misma ROI a lo largo del tiempo.

TOLERANCIA

$$\Delta CT < \pm 4 \text{ o } 5 \text{ UH}$$

PERIODICIDAD

Aceptación, semestral y después de reparación.

REFI

[5,7,1

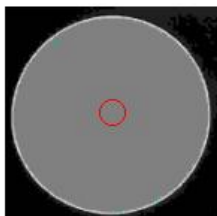


Imagen.1.1.: Regiones de interés para evaluar la constancia y la uniformidad. Equipo de TC del Servicio de Oncología Radioterápica del Institut Català d'Oncologia. Maniquí uniforme.

1.2. Precisión geométrica dentro de un corte. Distancia entre dos puntos de la imagen

Se intenta verificar la ausencia de distorsión geométrica en la imagen reconstruida.

MATERIAL

- Maniquí que contenga marcadores radiopacos regularmente espaciados en las dos direcciones.

PROCEDIMIENTO

- Obtener una imagen del maniquí.
- Seleccionar un corte y obtener las coordenadas de los diferentes marcadores.
- Verificar que estas posiciones coinciden con las posiciones físicas.
- Transferir la imagen al sistema de planificación y verificar lo mismo (ver apartado 3.1.).

TOLERANCIA

± 2 mm

PERIODICIDAD

En la aceptación, semestralmente y posiblemente después de una revisión/reparación de la unidad.

REFERENCIAS

[5,7]

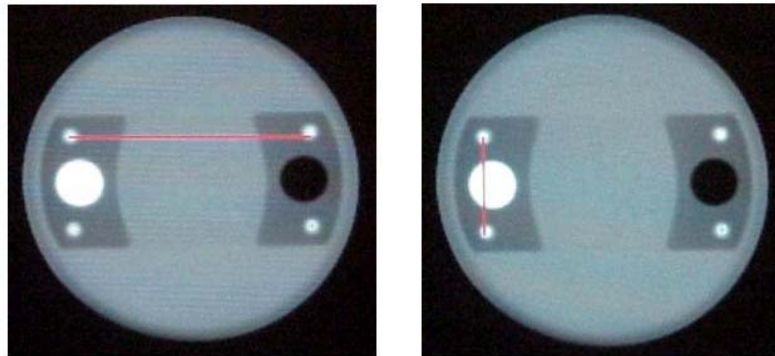


Imagen 1.2.: Distancia entre dos puntos de una imagen. Equipo de TC del Servicio de Oncología Radioterápica del Institut Català d'Oncologia. Maniquí con marcadores radiopacos separados una distancia conocida.

1.3. Registro Derecha – Izquierda

Un error en la orientación del paciente puede ser debido a un error por parte del operador o a un error del propio software.

MATERIAL

- Maniquí
- Marcadores radiopacos

PROCEDIMIENTO

- Colocando marcadores radiopacos sobre el maniquí, indicar por ejemplo la derecha y los pies del paciente para una referencia posterior.
- Adquirir una imagen.
- Verificar la posición de los marcadores.
- Verificar en el sistema de planificación (ver apartado 3.2.).
- Repetir el test para todas las orientaciones del paciente permitidas por el sistema (supino, prono, cabeza hacia el gantry, pies hacia el gantry).

TOLERANCIA

Coincidencia

PERIODICIDAD

En la aceptación del equipo, anualmente, y también, después de una revisión por mantenimiento/repación que incluya cambios en el software del equipo, del sistema de planificación de tratamientos o del sistema de transferencia de imágenes entre uno y otro. De hecho se comprueba a diario poniendo una pequeña marca al paciente.

REFERENCIAS

[5]

2. Tests Mecánicos y Geométricos

2.1. Alineación de los láseres y los centradores luminosos internos del TC que definen el plano del corte

2.1.1. Concordancia entre el centrador luminoso externo del TC (si hay) y/o láseres (si hay) y el centrador luminoso interno del TC

Este test es para comprobar que la distancia entre los centradores luminosos externo e interno del TC es correcta.

MATERIAL

- Film cubierto de verificación de terapia (que ya nos servirá para la prueba posterior).

PROCEDIMIENTO

- El film se coloca plano sobre la mesa del TC. Se fija con cinta adhesiva.
- Se marca la posición del centrador luminoso externo del TC sobre la cubierta del film.
- Se mueve la mesa automáticamente hasta el plano de corte (centrador luminoso interno).
- Si la distancia entre los centradores luminosos es la correcta, el centrador luminoso interno coincidirá con la marca hecha en la cubierta del film.

TOLERANCIA

± 2 mm

PERIODICIDAD

En la aceptación, mensualmente y después de reparación.

REFERENCIAS

[5,7,14]

2.1.2. Coincidencia del centrador luminoso interno del TC y el plano de corte

Los centradores luminosos internos del TC definen el plano de corte que será adquirido y se utilizan también si no hay láseres externos para alinear a los pacientes. Se trata de comprobar que el plano que definen los centradores luminosos internos coincide con el corte adquirido.

Esta prueba se realiza en dos partes:

Parte 1

Sólo verificamos la coincidencia haz de radiación – centrador luminoso

MATERIAL

- Film cubierto de verificación de terapia (el de la prueba anterior).
- Una aguja o un punzón.

PROCEDIMIENTO

- Con la aguja se hacen unos pequeños agujeros sobre la proyección del centrador luminoso interno del TC en la cubierta del film de verificación.
- Se expone el film con un espesor de corte mínimo ($\cong 1$ mm). Lo mínimo que permita el equipo.
- Si la franja irradiada coincide con los agujeros, hay una buena alineación del centrador luminoso interno y el plano de corte.

TOLERANCIA

± 2 mm

PERIODICIDAD

En la aceptación, mensualmente y después de reparación.

REFERENCIAS

[5,7,14,16]

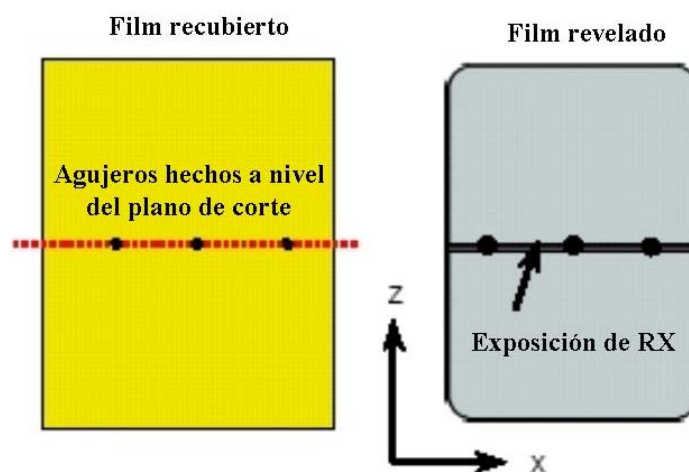


Imagen 2.1.2.: Procedente de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referencia [7].

Parte 2

Verificamos que el haz de radiación y el detector coinciden con el centrador luminoso interno del TC.

MATERIAL

- Cualquier maniquí, representativo de la forma y dimensiones de los pacientes, marcado en un plano axial con una línea o una ranura en su superficie y al menos en 180° de su contorno. Si esta línea no se ve fácilmente sobre la imagen, se puede sobreponer algún marcador radiopaco.

PROCEDIMIENTO

- Alinear el maniquí con los centradores luminosos internos del TC.
- Hacer una adquisición de imágenes con el espesor de corte más pequeño posible ($\cong 1$ mm, o el más pequeño que permita el equipo), cada milímetro, tres cortes contiguos por arriba y tres cortes contiguos por abajo del que contenga la línea o ranura.
- Constatar que la línea o ranura es visible a lo largo de toda la imagen.

TOLERANCIA

± 2 mm

PERIODICIDAD

Aceptación, mensualmente o cada vez que haya una revisión.

REFERENCIAS

[5]

2.2. Indicación del eje X

Siempre que sea posible se tendrían que colocar marcas horizontales de referencia en el paciente para alinearlos con el eje X del TC. Esto aseguraría una correlación entre la rotación del brazo de la unidad de tratamiento y el eje X del plano de la imagen. Idealmente, tendría que haber en la sala del TC unos láseres de alineación igual que en la sala de tratamiento.

MATERIAL

- Cualquier maniquí representativo de la forma y dimensiones de los pacientes.

PROCEDIMIENTO

- Se colocan, en el maniquí, unas marcas horizontales de referencia (radiopacas) a cada lado coincidiendo con la indicación de los láseres.
- Se alinean con el centrador luminoso interno en el plano de corte.
- Se hace una exposición y se evalúan las coordenadas de las marcas.
- Comprobar que la coordenada de cada marca es la misma.
- Se puede medir el ángulo entre la línea que une las dos marcas y el eje X.
- Mantener la altura de la mesa para la prueba 2.3. y para poder ver como varían las coordenadas con la mesa bajo carga.

TOLERANCIA

$\pm 1^\circ$ entre las dos líneas. Si $>1^\circ$ hay que ajustar los láseres y volver a empezar.

PERIODICIDAD

Aceptación, mensualmente y en caso de reparación o modificación de la mesa.

REFERENCIAS

[5]

2.3. Horizontalidad de la mesa bajo carga

La mesa del TC puede inclinarse lateralmente o longitudinalmente, sobre todo con el peso del paciente. Esto puede modificar, a medida que la mesa va entrando en la anilla del TC, la relación entre el sistema de coordenadas del TC del primer corte y los cortes sucesivos.

MATERIAL

- Cualquier maniquí representativo de la forma y dimensiones de los pacientes.

PROCEDIMIENTO

- Se hacen en el maniquí, unas marcas horizontales de referencia a cada lado.
- Se coloca el maniquí a 1 metro del extremo de la mesa más próximo a la anilla del TC.
- Se distribuye un peso de 60 – 70 Kg alrededor del maniquí.
- Se alinean las marcas horizontales con los láseres o centradores luminosos internos del TC.
- Se hace una adquisición y se comprueban las coordenadas de cada marca.
- Se comparan con las obtenidas en la prueba 2.2. y el cambio de coordenadas de las marcas horizontales indica la variación de la mesa bajo peso. (Por esta razón no se ha de mover la altura de la mesa de la prueba 2.2.).

TOLERANCIA

± 2 mm en toda la extensión de la mesa.

PERIODICIDAD

Aceptación, anualmente y en caso de reparación o modificación de la mesa.

REFERENCIAS

[5]

2.4. Registro de la posición de la mesa

MATERIAL

- Una base de PMMA de 70 cm de largo para hacer de base.
- Tres plomos o hilos de cobre de unos 2 mm de largo, como máximo, en el sentido perpendicular al plano de corte.

PROCEDIMIENTO

- Se colocan sobre el PMMA, o directamente sobre la mesa plana del TC, los tres plomos separados longitudinalmente 30 cm (0 cm, 30 cm y 60 cm). O entre el valor máximo y el valor mínimo. Se alinean con el centrador luminoso interno en el plano de corte.
- Se hace un topograma.
- Se hacen tres cortes transversales, utilizando el mínimo espesor de corte, en las tres posiciones de la mesa por donde se prevé que pasen los plomos.
- Se comprueba que en el topograma, la distancia entre los plomos coincide con la real (30 cm).
- Y se comprueba que realmente se ven los plomos en los tres cortes transversales.

TOLERANCIA

± 2 mm

PERIODICIDAD

Aceptación, anualmente y en caso de reparación o modificación de la mesa.

REFERENCIAS

[5]

2.5. Desplazamientos de la mesa

Verificar que el desplazamiento que muestra el indicador del gantry se corresponde con la distancia recorrida.

MATERIAL

- Una regla graduada larga o papel milimetrado.
- Peso para simular un paciente.

PROCEDIMIENTO

- Se coloca en el pie de la mesa la regla o el papel milimetrado adherido o pegado.
- Se pone un peso de unos 60 – 70 Kg sobre la mesa para simular un paciente.
- Se hace un desplazamiento de la mesa hacia el interior de la anilla del TC.
- Se comprueba sobre la regla o el papel que es lo que se indica.
- Se repite para un desplazamiento en sentido contrario de la mesa (hacia afuera de la anilla del TC).
- Método no válido para comprobar adquisiciones helicoidales.

TOLERANCIA

± 2 mm

PERIODICIDAD

Aceptación, anualmente y en caso de reparación o modificación de la mesa.

REFERENCIAS

[7,14,16]

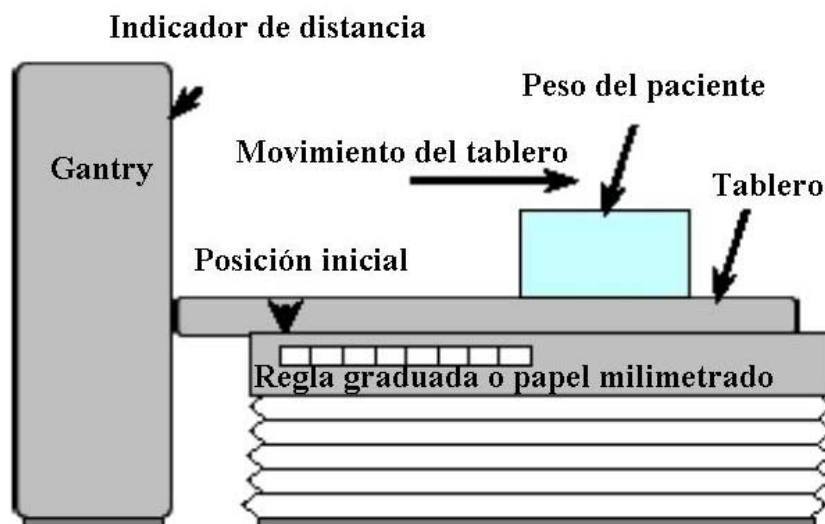


Imagen 2.5.: Procedente de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referencia [7].

2.6. Ángulo del brazo

MATERIAL

- Film cubierto de verificación de terapia.
- Dos placas de poliestireno para aguantar el film.
- Goniómetro.

PROCEDIMIENTO

- El film se coloca vertical entre los bloques de poliestireno, paralelo al plano sagital del TC, y perpendicular al plano de corte.
- Se hacen tres adquisiciones: 0° , máximo ángulo + y máximo ángulo -
- Los tres cortes han de ser visibles en el film y el ángulo + y el - han de coincidir.

TOLERANCIA

$\pm 1^\circ$. La indicación del gantry y la consola han de coincidir.

PERIODICIDAD

Aceptación, anualmente y en caso de reparación.

REFERENCIAS

[7,14,16]

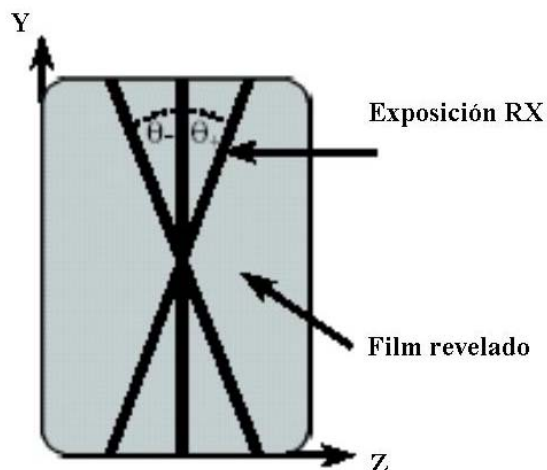


Imagen 2.6.: Procedente de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referencia [7].

2.7. Ángulo de la mesa

En los TC que sea posible.

MATERIAL

- Film cubierto de verificación de terapia.
- Dos placas de poliestireno para aguantar el film.
- Goniómetro.

PROCEDIMIENTO

- El film se coloca horizontalmente entre los bloques de poliestireno, paralelo al plano longitudinal del TC, y perpendicular al plano de corte.
- Se hacen tres adquisiciones: 0° , máximo ángulo + y máximo ángulo – de la mesa.
- Los tres cortes han de ser visibles en el film y el ángulo + y el – han de coincidir.

TOLERANCIA

$\pm 1^\circ$. La indicación de la mesa y la consola han de coincidir.

PERIODICIDAD

Aceptación, anualmente y en caso de reparación o modificación de la mesa.

REFERENCIAS

[7,16]

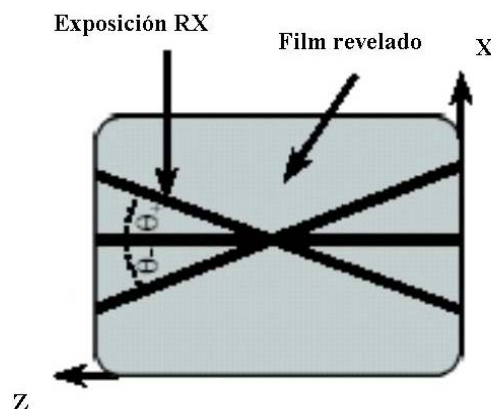


Imagen 2.7.: Procedente de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referencia [7].

3. Tests relativos a las imágenes en el Sistema de Planificación de Tratamientos

Estos tests hacen referencia a las imágenes TC en el Sistema de Planificación de Tratamientos, una vez transferidas.

3.1. Precisión geométrica dentro de un corte de TC. Distancia entre dos puntos de la imagen

MATERIAL

- Maniquí que contenga marcadores radiopacos regularmente espaciados en las dos direcciones.

PROCEDIMIENTO

- Utilizar las imágenes obtenidas en el apartado 1.2. y transferirlas al sistema de planificación.
- Con las herramientas propias del equipo, verificar que las coordenadas de los objetos dentro de la imagen son correctas.

TOLERANCIA

Los resultados han de estar dentro de ± 2 mm

PERIODICIDAD

En la aceptación del equipo, semestralmente y después de una revisión/reparación de la unidad, que incluya cambios en el software del equipo, del sistema de planificación o del sistema de transferencia de imágenes entre una y otra.

REFERENCIAS

[5,7]

3.2. Registro de la posición Derecha - Izquierda

MATERIAL

- Maniquí
- Marcadores radiopacos

PROCEDIMIENTO

- Utilizar las imágenes obtenidas en el apartado 1.3. y transferirlas al sistema de planificación.
- Verificar, para las diferentes orientaciones del maniquí, que la orientación de las imágenes es correcta.

TOLERANCIA

Coincidencia

PERIODICIDAD

En la aceptación del equipo, anualmente y después de una revisión por mantenimiento/repación que incluya cambios en el software del equipo, del sistema de planificación o del sistema de transferencia de imágenes entre uno y otro. De hecho se comprueba a diario poniendo una pequeña marca al paciente.

REFERENCIAS

[5]

3.3. Contornos

En el apartado 3.1. se ha verificado la exactitud geométrica de los datos del TC dentro de un plano. Normalmente, en los sistemas de planificación se crean contornos adicionales (exteriores y interiores) mediante métodos manuales o automáticos. Por eso la exactitud de esta generación de contornos, también ha de ser verificada.

MATERIAL

- Maniquí grande con diferentes materiales.
- Maniquí pequeño (simulando una cabeza) con al menos 2 densidades diferentes.

PROCEDIMIENTO

- Situar el maniquí a estudiar encima de la mesa del TC y alinearlos con los láseres del equipo.
- Hacer una adquisición del maniquí con las características habituales de trabajo.
- Transferir las imágenes al sistema de planificación.
- Contorno externo: en general se utilizará el método para contornear automáticamente. Se usarán los valores por defecto que tiene el equipo. Con las herramientas propias del sistema de planificación se calculará en la pantalla el diámetro del contorno obtenido. También se hará una impresión en papel y se repetirán las medidas.
- Contornos internos: si se dispone de la opción de contornear automáticamente regiones interiores al maniquí, se verificarán los contornos obtenidos por este método y también los tomados manualmente. De la misma manera que en el caso del contorno externo, se tomarán medidas de los diámetros de los contornos en la pantalla y en papel.
- Repetir el proceso para el maniquí pequeño.
- Si en el trabajo de rutina se utilizan imágenes con diferentes resoluciones (matrices de 128x128, 256x256, 512x512 píxels) el test se tendrá que realizar para cada una de las utilizadas.

TOLERANCIA

La diferencia entre las medidas y el valor real no puede ser superior a 2 mm

PERIODICIDAD

En la aceptación, anualmente y después de cambios.

REFERENCIAS

[5]

3.4. Conversión de los n° CT a densidades electrónicas: Obtención de la curva de calibración

El cálculo de la dosis en las regiones con medios materiales heterogéneos que realizan los sistemas de planificación de tratamientos utilizados en la dosimetría clínica se fundamentan en la correcta interpretación de los n° CT y su correspondiente conversión a densidades electrónicas. Se realizarán medidas en el TC para obtener esta relación para cada tensión de pico utilizada (el n° CT depende sobre todo de la tensión de pico) y se verificará que no varía con el espesor de corte.

El ajuste de estos resultados experimentales depende de las opciones que proporcione el sistema de planificación de tratamientos (SPT) que utilicemos.

El caso más habitual es que estos sistemas admitan un ajuste a dos curvas (líneas rectas) con el punto de inflexión alrededor de 100 UH. Pero también los hay que permiten un número mayor de curvas. Cuanto más grande sea este número, se obtendrá un mejor ajuste.

En algunos casos los SPT tienen una calibración estándar y no es posible modificarla.

Según algunos autores (S.J.Thomas [18]) errores en el valor de la densidad electrónica sobre el 8 % darían lugar a errores en la dosimetría de alrededor del 1%.

Por tanto, aunque es recomendable realizar la calibración del TC utilizado en radioterapia, no se cometen errores muy importantes si se dispone de una calibración estándar.

MATERIAL

- Maniquí con diferentes materiales de densidad electrónica conocida.

PROCEDIMIENTO

- Situar el maniquí encima de la mesa del TC y alinearlos con el centrador luminoso/láser del equipo.
- Hacer una adquisición del maniquí con las características más habituales de trabajo.
- Transferir las imágenes al sistema de planificación.
- Con las herramientas propias de cada sistema de planificación, se analizarán los valores de los números CT. Si el sistema de planificación dispone de herramientas estadísticas se anotará para cada medio material el valor medio y la desviación estándar. Si no se dispone de esta posibilidad, se tomarán 5 valores repartidos en la región a analizar y se calculará la media y la desviación estándar (1σ).
- Obtenido así el número CT para cada material, se le asigna el valor de la densidad electrónica correspondiente. Y a partir de estos datos, se obtiene la curva de calibración N° CT- densidad electrónica.

TOLERANCIA

Constancia: La dispersión del número CT para cada medio material tiene que estar dentro de ± 4 o 5 UH para números CT menores de 400 UH y del $\pm 1\%$ para números superiores.

PERIODICIDAD

En la aceptación, anualmente y después de cambios.

REFERENCIAS

[5,19,20,21]

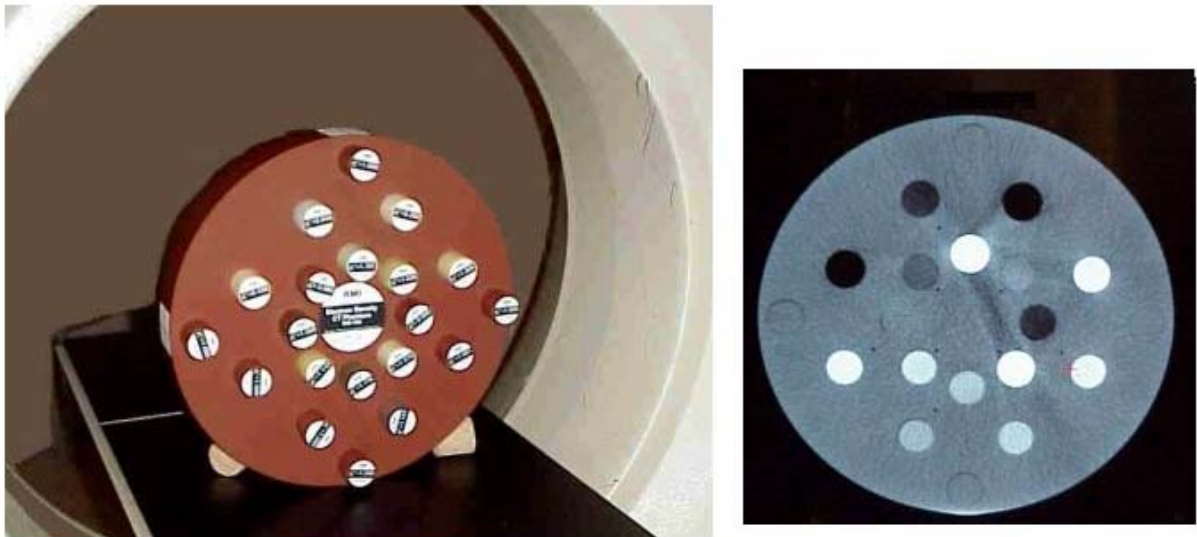


Imagen 3.4. Maniquí con diferentes materiales de densidad electrónica conocida. Maniquí RMI 467 del Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. [19]

4. Tests específicos a los TC helicoidales

4.1. Localización de la imagen reconstruida

Igual que en el apartado 2.4.

MATERIAL

- Una base de PMMA de 70 cm de largo.
- Tres plomos pequeños o hilos de cobre de unos 2 mm de largo en el sentido perpendicular al plano de corte.

PROCEDIMIENTO

- Se colocan sobre el PMMA los tres plomos separados longitudinalmente 30 cm (0 cm, 30 cm y 60 cm). Se alinean con el centrador luminoso interno del TC en el plano de corte.
- Se hace un topograma.
- Se adquiere una imagen helicoidal que cubra toda la longitud del maniquí, utilizando un pitch y un algoritmo de interpolación estándares.
- Se comprueba que en el topograma, la distancia entre los plomos coincida con la real (30 cm).
- Y se comprueba que realmente se ven los plomos en los tres cortes transversales.

TOLERANCIA

± 1 mm

PERIODICIDAD

Aceptación, anualmente y en caso de reparación o modificación de la mesa.

REFERENCIAS

[5,7]

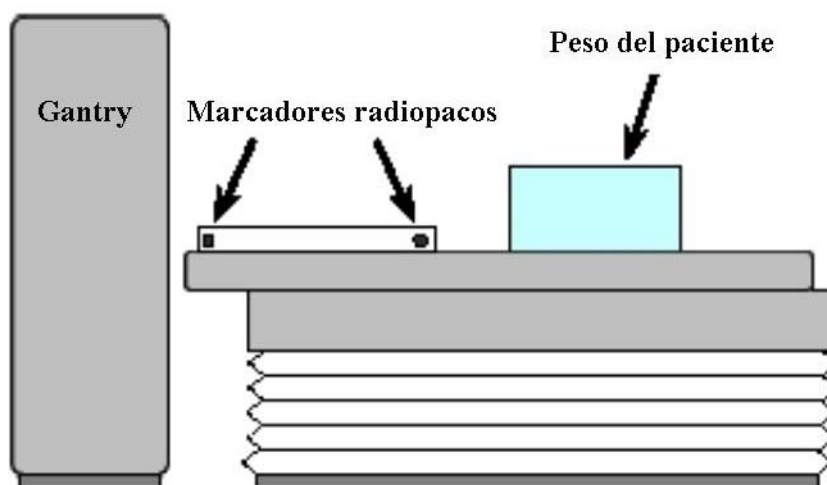


Imagen 4.1.: Procedente de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referencia [7].

Tabla I: Resumen de los tests a realizar con la indicación de periodicidades y tolerancias.

Tests	Periodicidad	Tolerancia
1. Relativos a las Imágenes de TC		
1.1. Uniformidad y Constancia de los nº CT	AC, S, R	± 4-5 UH
1.2. Precisión geométrica dentro de un corte	AC, S, R	± 2 mm
1.3. Registro de la posición D – I	AC, A, R	coincidencia
2. Mecánicos y Geométricos		
2.1. Alineación láseres – plano de corte 2.1.1. Centrador externo – centrador interno 2.1.2. Centrador interno – plano de corte	AC, M, R	± 2 mm
2.2. Indicación del eje X	AC, M, R	± 1°
2.3. Horizontalidad de la mesa bajo carga	AC, A, R	± 2 mm
2.4. Registro de la posición de la mesa	AC, A, R	± 2 mm
2.5. Desplazamiento de la mesa	AC, A, R	± 2 mm
2.6. Ángulo del brazo	AC, A, R	± 1°
2.7. Ángulo de la mesa	AC, A, R	± 1°
3. Relativos al Sistema de Planificación		
3.1. Precisión geométrica dentro de un corte	AC, S, R	± 2 mm
3.2. Registro de la posición D – I	AC, A, R	coincidencia
3.3. Contornos	AC, A, R	± 2 mm
3.4. Conversión de los nº CT a densidades electrónicas	AC, A, R	±4-5 UH si UH ≤ 400 ± 1 % si UH > 400
4. Específicos a los TC Helicoidales		
4.1. Localización de la imagen reconstruida	AC, A, R	± 1 mm

AC: Aceptación A: Anual S: Semestral M: Mensual R: Reparación

Bibliografía

1. Radiotherapy Physics in Practice. Simulators and CT Scanners. J. Van Dyk and K. Mah. Oxford University Press, 1993.
2. A Practical Guide to CT Simulation. Edited by L.R. Coia, Schutteiss, Hanks. Advanced Medical Publishing. (AMP). 1995.
3. Quality Assurance of CT. Cadplan Clinical Training Course. 1998.
4. A complete program of CT quality assurance for radiotherapy Treatment planning. Radiotherapy Physics Department. Norfolk & Norwich University Hospital NHS Trust. 1998.
<http://www.rpunn.org.uk>
5. IPBM. Physics Aspects of Quality Control in Radiotherapy. Chapter 3. Radiotherapy Imaging Devices. E. Thomson and S. Edyvean. IPEMB, 1999.
6. The Modern Technology of Radiation Oncology. CT Simulators. J. Van Dyk and J.S. Taylor. Medical Physics Publishing, 1999.
7. IMPACT. CT Scanner Acceptance Testing. ImPACT information Leaflet 1, 2001.
<http://www.impactscan.org/acceptance.htm>
8. Quality assurance for computed-tomography simulators and the computed-tomography-simulation process: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 66. Medical Physics 30(10) 2762-2792, October 2003.
9. The calibration of CT Hounsfield units for radiotherapy treatment planning. U. Schneider, E. Pedroni and A. Lomax. Phys. Med. Biol. 41 (1996) 111-124.
10. Dosimetric impact of computed tomography calibration on a commercial treatment planning system for external radiation therapy. L. Cozzi et al. Radiother. Onc. 48(1998) 335-338.
11. Tolerance levels for quality assurance of electron density values generated from CT in radiotherapy treatment planning. W. Kilby, J. Sage and V. Rabett. Phys. Med. Biol. 47 (2002), 1485-1492.
12. Un método para la conversión del número Hounsfield en densidad electrónica y para la obtención de la energía efectiva en los escáneres CT. Revista de Física Médica 2002;3 (1):19-25.
13. Constancia y efectos dosimétricos de la calibración de los CT utilizados en la planificación de tratamientos en radioterapia. E. Angulo, J. Almansa, R. Guerrero y M. Iborra. Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz. Póster del XIV Congreso Nacional de Física Médica. Vigo, junio de 2003.
14. SEFM. Protocolo Español de Control de Calidad en Radiodiagnóstico. SEFM-SEPR, 1996.
<http://www.sefm.es/publicaciones/documentospdf/protocolocalidad/documentocompleto.pdf>
(Revisión 1, 2003).
15. SFPH. Commission Imagerie Numérique. Évaluation des Performances et Contrôle de Qualité des Scanneurs. Publications de la SFPH. Juin, 1990

16. AAPM. Specification and acceptance testing of computed tomography scanners. AAPM Report n° 39 (1993).
17. Compliance Guidance for Computed Tomography Quality Control. New Jersey Department of Environmental Protection Bureau of Radiological Health. (2001)
<http://www.state.nj.us/dep/rpp>
18. Relative electron density calibration of CT scanners for radiotherapy treatment planning. S.J. Thomas. The British Journal of Radiology, 72 (1999), 781-786.
19. Electron Density CT Phantom RMI 465. User's Guide.
20. Quality Control of Treatment Planning Systems for Teletherapy. Recommendations n° 7. Société Suisse de Radiobiologie et Physique Médicale. 1997.
21. Commissioning and Quality Assurance of Computerized Planning Systems for Radiation Treatment of Cancer. Technical Reports Series n° 430. IAEA 2004