

# **Control de Qualitat d'Equips de TC per a Radioteràpia. Guia Pràctica**

Publicat a la *Revista de Física Mèdica* 2005; 6 (1) : 37 – 45

## **Autors (\*):**

- Montserrat Colomer (Hospital Universitari Arnau de Vilanova. Lleida)
- M<sup>a</sup> 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)

(\* ) Grup de Treball de Radiofísica del GOCO (Grup Oncològic Català-Occità)

## **Introducció**

El GOCO (Grup Oncològic Català – Occità) constitueix un grup cooperatiu que agrupa als professionals de la Oncologia Radioteràpica de Catalunya i Occitània. Un dels propòsits del GOCO és realitzar treballs conjunts que puguin ser d'utilitat a tots els professionals implicats dins i fora del grup, així com compartir coneixements i experiències. En el sí del GOCO es va constituir un grup de treball de Radiofísica amb l'objectiu d'agrupar en una guia les proves més representatives del control de qualitat dels equips de TC dedicats a radioteràpia, per, i a partir d'aquí, realitzar en una segona etapa una intercomparació dels equips de TC de la regió.

L'objectiu d'aquest grup de treball és l'elaboració d'un programa de control de qualitat per equips de TC destinats a la planificació de tractaments de radioteràpia. En ell es fa èmfasi, fonamentalment, en els paràmetres més importants que afecten a la planificació. S'ha elaborat a partir d'una revisió de treballs existents sobre control de qualitat per equips de TC destinats a la planificació de tractaments de radioteràpia [1,2,3,4,5,6,7,8].

El control de qualitat d'un equip de TC per a radioteràpia és bàsicament el mateix que el de diagnòstic amb dues diferències rellevants. Primer, el control de la constància i la uniformitat dels números CT i la seva conversió a densitats electròniques (important en els càlculs dosimètrics en zones heterogènies [9,10,11,12,13]) i segon, la geometria tant de l'equip de TC com dels làsers d'alineació.

Les proves que es proposen es realitzen amb un material mínim (cas més corrent de tots els centres) i utilitzant una metodologia senzilla i ràpida.

En aquest treball es presenta una guia elaborada a partir de la bibliografia existent. S'han elaborat uns fulls de treball corresponents a cada prova per ajudar a la realització dels diferents tests. Aquests fulls no es publiquen aquí per ocupar massa espai, però estaran disponibles a la pàgina web del GOCO (<http://www.grupgoco.org>).

Per últim, volem agrair profundament a la Teresa Eudaldo Puell, presidenta del GOCO, la seva inestimable ajuda. Els seves suggeriments, correccions i ànims ens han estimulat a seguir endavant amb aquest treball.

## **Material i Mètode**

Aquest protocol s'ha estructurat en tres parts ben diferenciades segons el tipus de prova a realitzar.

En una primera part s'especifiquen les proves relatives a les imatges de TC abans de la transferència al sistema de planificació de tractaments. Posteriorment, es descriuen les proves mecàniques i geomètriques que puguin afectar a la planificació del tractament radioteràpic. I, per últim, les proves referents a les imatges de TC en el sistema de planificació de tractaments, una vegada transferides.

Cada test consta d'una breu descripció de la prova a realitzar, el material necessari, el procediment, els valors de tolerància, les periodicitats recomanades i les referències bibliogràfiques.

En aquesta guia no s'especifica quin maniquí s'ha d'utilitzar per a cada test. Només es fan descripcions generals del material necessari, de manera que cadascú pot adaptar el que tingui o demanar-lo al fabricant o a algun altre centre.

Totes les proves es realitzaran amb les imatges obtingudes en les mateixes condicions d'adquisició que l'usuari utilitza per planificar els tractaments de radioteràpia (mA, kV, FOV, ...) i amb el taulell pla que s'utilitzi per fer els TC de radioteràpia.

Tots els tests d'imatge estaran destinats més a l'avaluació de la imatge final reconstruïda que a les característiques del feix i dels detectors. Es donarà per fet que cada equip disposa d'un programa de control de qualitat de radiodiagnòstic, seguint recomanacions de protocols nacionals i/o internacionals àmpliament acceptats com el de la SEFM [14] o altres [7,8,15,16,17]. Un dels punts diferencials és l'obtenció de la corba de densitats electròniques relatives a l'aigua en funció dels números CT basada en un maniquí amb diferents materials anàlegs a teixits humans.

En quant a les proves de l'apartat 3 (referents al control de les imatges de TC en el sistema de planificació), no són pròpiament control de qualitat del TC de radioteràpia, però es justifiquen en quant que són part integrant de tot el procés de control de qualitat de la imatge de TC per radioteràpia. De la mateixa manera que es dona per fet que els TC han de tenir un protocol de control de qualitat de radiodiagnòstic més exhaustiu de l'específic per radioteràpia, és evident que els sistemes de planificació han de tenir el seu propi protocol de control de qualitat molt més exhaustiu que la part d'imatge TC contemplada aquí, com és el cas dels protocols ja publicats [20] i [21], o el de la SEFM que es troba en fase de publicació. Això no treu, però, que s'introdueixi una petita part en el control de qualitat dels TC de radioteràpia, ja que qualsevol canvi en el TC obliga a verificar aquesta part en els

sistemes de planificació i a més a més enllaça tot el procés, tal i com ho contempen altres treballs [5].

Les freqüències proposades per a les proves són recomanacions mínimes per portar un control de qualitat dels equips de TC dedicats a radioteràpia, tenint en compte la dificultat associada de que en la majoria dels casos l'equip és d'un altre servei i el seu accés és difícil. Queda a la consideració de l'usuari, que coneix l'estabilitat del seu equip, el determinar si en alguns casos s'hauria d'augmentar la freqüència d'algunes proves, sobretot les geomètriques i d'alineació.

## Guia

### 1. Tests relatius a les imatges de TC

Aquests tests fan referència a les imatges obtingudes a l'equip de TC abans de la transferència al Sistema de Planificació de Tractaments.

#### *1.1. Determinació de la Uniformitat i la Constància dels números CT en un medi uniforme*

La verificació dels n° CT és essencial ja que serà la base per al càlcul de les densitats electròniques.

#### **MATERIAL**

- Maniquí uniforme preferiblement d'aigua.

#### **PROCEDIMENT**

- Escollir el protocol d'adquisició d'imatges més habitual en el centre.
- Determinació dels n° CT: Valor mig del n° CT per una ROI (regió d'interès) amb no menys de 1000 píxels a la zona central. Cercle d'aproximadament 2 cm de diàmetre.
- Uniformitat: Seleccionar 4 ROI a la perifèria (a 1 cm de la vora del maniquí) més una ROI a la zona central. Definim la uniformitat com la diferència màxima entre els valors migs dels n° CT en aquestes zones i el valor central.
- Constància temporal: Seleccionar una ROI a la zona central. Es prendran 5 valors a la zona a analitzar i es calcularà la mitjana i la desviació estàndard. Definim la constància com la diferència màxima entre els valors d'una mateixa ROI al llarg del temps.

#### **TOLERÀNCIA**

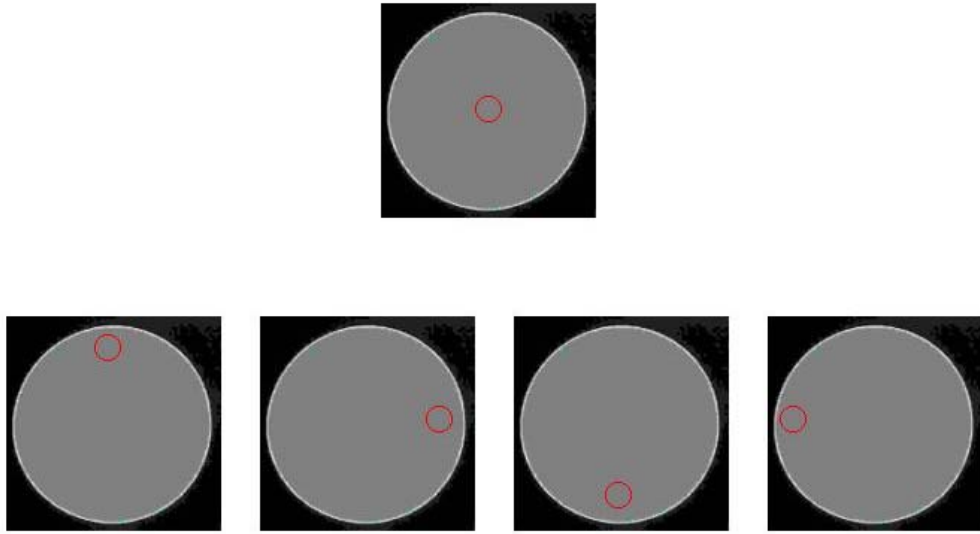
$\Delta CT < \pm 4$  o  $5$  UH (Unitats Hounsfield)

#### **PERIODICITAT**

Acceptació, semestral i després de reparació.

#### **REFERÈNCIES**

[5,7,14]



Imatge.1.1.: Regions d'interès per avaluar la constància i la uniformitat. Equip de TC del Servei d'Oncologia Radioteràpica de l'Institut Català d'Oncologia. Maniquí uniforme.

### ***1.2. Precisió geomètrica dins d'un tall. Distància entre dos punts de la imatge***

S'intenta verificar l'absència de distorsió geomètrica en la imatge reconstruïda.

#### **MATERIAL**

- Maniquí que contingui marcadors radioopacs regularment espaiats en les dues direccions.

#### **PROCEDIMENT**

- Obtenir una imatge del maniquí.
- Seleccionar un tall i obtenir les coordenades dels diferents marcadors.
- Verificar que aquestes posicions coincideixen amb les posicions físiques.
- Transferir la imatge al sistema de planificació i verificar el mateix (veure apartat 3.1.).

#### **TOLERÀNCIA**

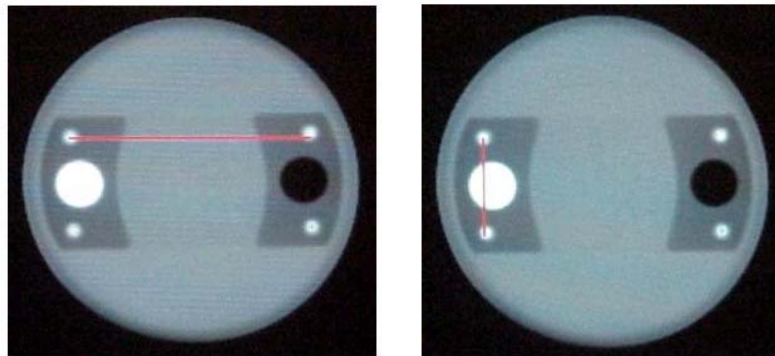
$\pm 2$  mm

#### **PERIODICITAT**

A l'acceptació, semestralment i possiblement després d'una revisió/reparació de la unitat.

#### **REFERÈNCIES**

[5,7]



Imatge 1.2.: Distància entre dos punts d'una imatge. Equip de TC del Servei d'Oncologia Radioteràpica de l'Institut Català d'Oncologia. Maniquí amb marcadors radioopacs separats una distància coneguda.

### ***1.3. Registre Dreta – Esquerra***

Una errada en l'orientació del pacient pot ser deguda a un errada per part de l'operador o a un errada del propi software.

#### **MATERIAL**

- Maniquí
- Marcadors radioopacs

#### **PROCEDIMENT**

- Col·locant marcadors radioopacs sobre el maniquí, indicar per exemple la dreta i els peus del pacient per a una referència posterior.
- Adquirir una imatge.
- Verificar la posició dels marcadors.
- Verificar en el sistema de planificació (veure apartat 3.2.).
- Repetir el test per a totes les orientacions del pacient permeses pel sistema (supí, pro, cap cap al gantry, peus cap al gantry).

#### **TOLERÀNCIA**

Coincidència

#### **PERIODICITAT**

A l'acceptació de l'equip, anualment, i també, després d'una revisió per manteniment/reparació que inclogui canvis en el software de l'equip, del sistema de planificació de tractaments o del sistema de transferència d'imatges entre l'un i l'altre. De fet es comprova a diari posant una petita marca al pacient.

#### **REFERÈNCIES**

[5]



## **2. Tests Mecànics i Geomètrics**

### ***2.1. Alineació dels làsers i els centradors lluminosos interns del TC que defineixen el pla del tall***

#### **2.1.1. Concordança entre el centrador lluminós extern del TC (si n'hi ha) i/o làsers (si n'hi ha) i el centrador lluminós intern del TC**

Aquest test és per comprovar que la distància entre els centradors lluminosos extern i intern del TC és correcta.

#### **MATERIAL**

- Film cobert de verificació de teràpia (que ja ens servirà per a la prova posterior).

#### **PROCEDIMENT**

- El film es col·loca pla sobre la taula del TC. Es fixa amb cinta adhesiva.
- Es marca la posició del centrador lluminós extern del TC sobre la coberta del film.
- Es mou la taula automàticament fins el pla de tall (centrador lluminós intern).
- Si la distància entre els centradors lluminosos és la correcta, el centrador lluminós intern coincidirà amb la marca feta a la coberta del film.

#### **TOLERÀNCIA**

± 2 mm

#### **PERIODICITAT**

A l'acceptació, mensualment i després de reparació.

#### **REFERÈNCIES**

[5,7,14]

### 2.1.2. Coincidència del centrador lluminós intern del TC i el pla de tall

Els centradors lluminosos interns del TC defineixen el pla de tall que serà adquirit, i s'utilitzen també si no hi ha làsers externs per alinear els pacients. Es tracta de comprovar que el pla que defineixen els centradors lluminosos interns coincideix amb el tall adquirit.

Aquesta prova es realitza en dues parts:

#### **Part 1**

Només verifiquem la coincidència feix de radiació – centrador lluminós

#### **MATERIAL**

- Film cobert de verificació de teràpia (el de la prova anterior).
- Una agulla o un punxó.

#### **PROCEDIMENT**

- Amb l'agulla es fan uns petits foradets sobre la projecció del centrador lluminós intern del TC en la coberta del film de verificació.
- S'exposa el film amb un espessor de tall mínim ( $\cong 1$  mm). El mínim que permeti l'equip.
- Si la franja irradiada coincideix amb els foradets, hi ha una bona alineació del centrador lluminós intern i el pla de tall.

#### **TOLERÀNCIA**

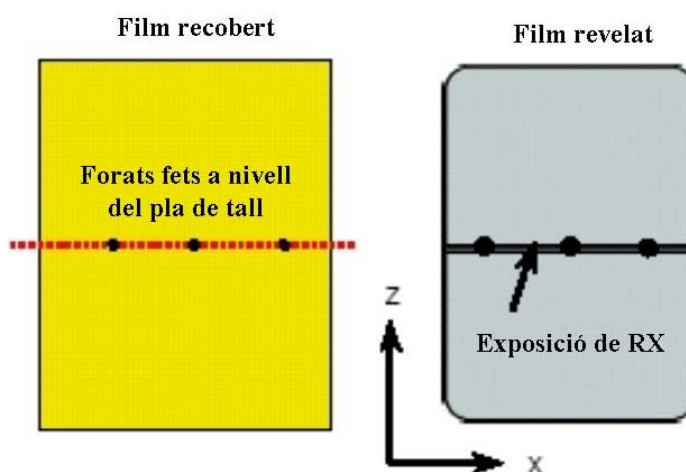
$\pm 2$  mm

#### **PERIODICITAT**

A l'acceptació, mensualment i després de reparació.

#### **REFERÈNCIES**

[5,7,14,16]



Imatge 2.1.2.: Procedent de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referència [7].

## **Part 2**

Verifiquem que el feix de radiació i el detector coincideixin amb el centrador lluminós intern del TC.

### **MATERIAL**

- Qualsevol maniquí, representatiu de la forma i dimensions dels pacients, marcat en un pla axial amb una línia o una ranura a la seva superfície i al menys en 180° del seu contorn. Si aquesta línia no es veu fàcilment sobre la imatge, es pot sobreposar algun marcador radioopac.

### **PROCEDIMENT**

- Alinear el maniquí amb els centradors lluminosos interns del TC.
- Fer una adquisició d'imatges amb l'espessor de tall més petit possible ( $\cong 1$  mm, o el més petit que permeti l'equip), cada mil·límetre, tres talls contigus per dalt i tres talls contigus per sota del que contingui la línia o ranura.
- Constatar que la línia o ranura és visible al llarg de tota la imatge.

### **TOLERÀNCIA**

$\pm 2$  mm

### **PERIODICITAT**

Acceptació, mensualment o cada vegada que hi hagi una revisió.

### **REFERÈNCIES**

[5]

## **2.2. Indicació de l'eix X**

Sempre que sigui possible s'haurien de col·locar marques horitzontals de referència en el pacient per alinear-lo amb l'eix X del TC. Això asseguraria una correlació entre la rotació del braç de la unitat de tractament i l'eix X del pla de la imatge. Idealment, hi hauria d'haver a la sala del TC uns làsers d'alineació igual que a la sala de tractament.

### **MATERIAL**

- Qualsevol maniquí representatiu de la forma i dimensions dels pacients.

### **PROCEDIMENT**

- Es col·loquen, en el maniquí, unes marques horitzontals de referència (radioopaques) a cada costat coincidint amb la indicació dels làsers.
- S'alineen amb el centrador lluminós intern en el pla de tall.
- Es fa una exposició i s'avaluen les coordenades de les marques.
- Comprovar que la coordenada de cada marca és la mateixa.
- Es pot mesurar l'angle entre la línia que uneix les dues marques i l'eix X.
- Mantenir l'altura de la taula per a la prova 2.3. i per a poder veure com varien les coordenades amb la taula sota càrrega.

### **TOLERÀNCIA**

$\pm 1^\circ$  entre les dues línies. Si  $>1^\circ$  s'han d'ajustar els làsers i tornar a començar.

### **PERIODICITAT**

Acceptació, mensualment i en cas de reparació o modificació de la taula.

### **REFERÈNCIES**

[5]

### ***2.3. Horitzontalitat de la taula sota càrrega***

La taula del TC es pot inclinar lateralment o longitudinalment, sobretot amb el pes del pacient. Això pot modificar, a mesura que la taula va entrant a l'anella del TC, la relació entre el sistema de coordenades del TC del primer tall i els talls successius.

#### **MATERIAL**

- Qualsevol maniquí representatiu de la forma i dimensions dels pacients.

#### **PROCEDIMENT**

- Es fan en el maniquí, unes marques horitzontals de referència a cada costat.
- Es col·loca el maniquí a 1 metre de l'extrem de la taula més pròxim a l'anella del TC.
- Es distribueix un pes de 60 – 70 Kg al voltant del maniquí.
- S'alineen les marques horitzontals amb els làsers o centradors lluminosos interns del TC.
- Es fa una adquisició i es comproven les coordenades de cada marca.
- Es comparen amb les obtingudes en la prova 2.2. i el canvi de coordenades de les marques horitzontals indica la variació de la taula sota pes. (Per aquesta raó no s'ha de moure l'altura de la taula de la prova 2.2.).

#### **TOLERÀNCIA**

$\pm 2$  mm en tota l'extensió de la taula.

#### **PERIODICITAT**

Acceptació, anualment i en cas de reparació o modificació de la taula.

#### **REFERÈNCIES**

[5]

## ***2.4. Registre de la posició de la taula***

### **MATERIAL**

- Una base de PMMA de 70 cm de llarg per a fer de base.
- Tres ploms o fils de coure d'uns 2 mm de llarg, com a màxim, en el sentit perpendicular al pla de tall.

### **PROCEDIMENT**

- Es col·loquen sobre el PMMA, o directament sobre la taula plana del TC, els tres ploms separats longitudinalment 30 cm (0 cm, 30 cm i 60 cm). O entre el valor màxim i el valor mínim. S'alineen amb el centrador lluminós intern en el pla de tall.
- Es fa un topograma.
- Es fan tres talls transversals, utilitzant el mínim espessor de tall, en les tres posicions de la taula per on es preveu que passin els ploms.
- Es comprova que en el topograma, la distància entre els ploms coincideix amb la real (30 cm).
- I es comprova que realment es veuen els ploms en els tres talls transversals.

### **TOLERÀNCIA**

± 2 mm

### **PERIODICITAT**

Acceptació, anualment i en cas de reparació o modificació de la taula.

### **REFERÈNCIES**

[5]

## 2.5. Desplaçaments de la taula

Verificar que el desplaçament que mostra l'indicador del gantry es correspon amb la distància recorreguda.

### MATERIAL

- Una regla graduada llarga o paper mil·limetrat.
- Pes per a simular un pacient.

### PROCEDIMENT

- Es col·loca en el peu de la taula la regla o el paper mil·limetrat adherit o enganxat.
- Es posa un pes d'uns 60 – 70 Kg sobre la taula per simular un pacient.
- Es fa un desplaçament de la taula cap a l'interior de l'anella del TC.
- Es comprova sobre la regla o el paper què és el que indica.
- Es repeteix per a un desplaçament en sentit contrari de la taula (cap a fora de l'anella del TC).
- Mètode no vàlid per a comprovar adquisicions helicoïdals.

### TOLERÀNCIA

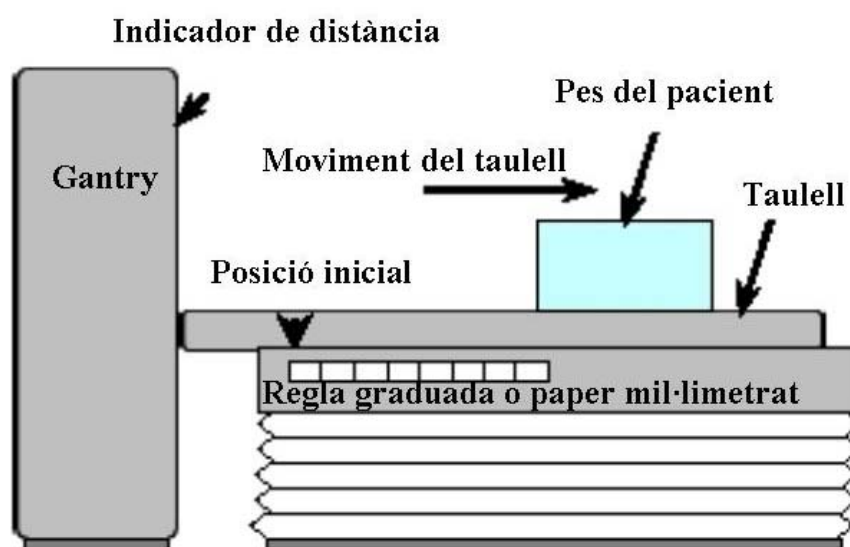
$\pm 2$  mm

### PERIODICITAT

Acceptació, anualment i en cas de reparació o modificació de la taula.

### REFERÈNCIES

[7,14,16]



Imatge 2.5.: Procedent de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referència [7].

## 2.6. Angle del braç

### MATERIAL

- Film cobert de verificació de teràpia.
- Dues plaques de poliestirè per aguantar el film.
- Goniòmetre.

### PROCEDIMENT

- El film es col·loca vertical entre els blocs de poliestirè, paral·lel al pla sagital del TC, i perpendicular al pla de tall.
- Es fan tres adquisicions:  $0^\circ$ , màxim angle + i màxim angle –
- Els tres talls han de ser visibles en el film i l'angle + i el – han de coincidir.

### TOLERÀNCIA

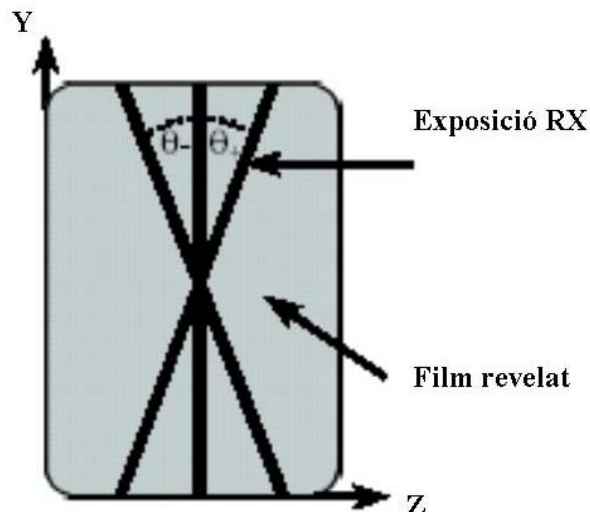
$\pm 1^\circ$ . La indicació del gantry i la consola han de coincidir.

### PERIODICITAT

Acceptació, anualment i en cas de reparació.

### REFERÈNCIES

[7,14,16]



Imatge 2.6.: Procedent de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referència [7].



## 2.7. Angle de la taula

En els TC que sigui possible.

### MATERIAL

- Film cobert de verificació de teràpia.
- Dos plaques de poliestirè per aguantar el film.
- Goniòmetre.

### PROCEDIMENT

- El film es col·loca horitzontalment entre els blocs de poliestirè, paral·lel al pla longitudinal del TC, i perpendicular al pla de tall.
- Es fan tres adquisicions:  $0^\circ$ , màxim angle + i màxim angle – de la taula.
- Els tres talls han de ser visibles en el film i l'angle + i el – han de coincidir.

### TOLERÀNCIA

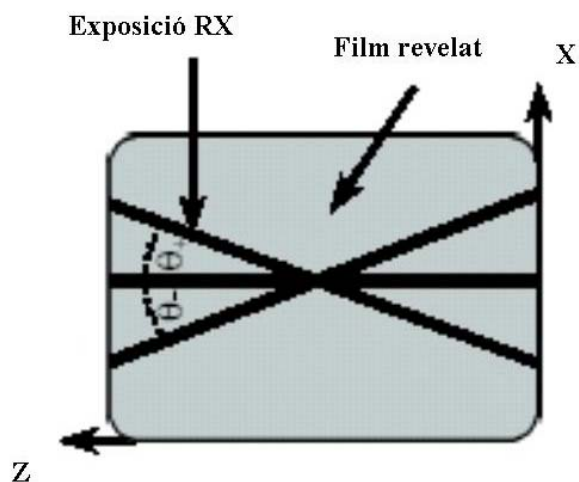
$\pm 1^\circ$ . La indicació de la taula i la consola han de coincidir.

### PERIODICITAT

Acceptació, anualment i en cas de reparació o modificació de la taula.

### REFERÈNCIES

[7,16]



Imatge 2.7.: Procedent de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referència [7].

### **3. Tests relatius a les imatges en el Sistema de Planificació de Tractaments**

Aquests tests fan referència a les imatges TC en el Sistema de Planificació de Tractaments, una vegada transferides.

#### ***3.1. Precisió geomètrica dins d'un tall de TC. Distància entre dos punts de la imatge***

##### **MATERIAL**

- Maniquí que contingui marcadors radioopacs regularment espaiats en les dues direccions.

##### **PROCEDIMENT**

- Utilitzar les imatges obtingudes en l'apartat 1.2. i transferir-les al sistema de planificació.
- Amb les eines pròpies de l'equip, verificar que les coordenades dels objectes dins de la imatge són correctes.

##### **TOLERÀNCIA**

Els resultats han d'estar dins de  $\pm 2$  mm

##### **PERIODICITAT**

En l'acceptació de l'equip, semestralment i després d'una revisió/reparació de la unitat, que inclogui canvis en el software de l'equip, del sistema de planificació o del sistema de transferència d'imatges entre l'una i l'altre.

##### **REFERÈNCIES**

[5,7]

### ***3.2. Registre de la posició Dreta - Esquerra***

#### **MATERIAL**

- Maniquí
- Marcadors radioopacs

#### **PROCEDIMENT**

- Utilitzar les imatges obtingudes a l'apartat 1.3. i transferir-les al sistema de planificació.
- Verificar, per les diferents orientacions del maniquí, que l'orientació de les imatges és correcta.

#### **TOLERÀNCIA**

Coincidència

#### **PERIODICITAT**

A l'acceptació de l'equip, anualment i després d'una revisió per manteniment/reparació que inclogui canvis en el software de l'equip, del sistema de planificació o del sistema de transferència d'imatges entre l'un i l'altre. De fet es comprova a diari posant una petita marca al pacient.

#### **REFERÈNCIES**

[5]

### **3.3. Contorns**

A l'apartat 3.1. s'ha verificat l'exactitud geomètrica de les dades del TC dins d'un pla. Normalment, en els sistemes de planificació es creen contorns addicionals (exterior i interior) mitjançant mètodes manuals o automàtics. Per això l'exactitud d'aquesta generació de contorns, també ha de ser verificada.

#### **MATERIAL**

- Maniquí gran amb diferents materials.
- Maniquí petit (simulant un cap) amb almenys 2 densitats diferents.

#### **PROCEDIMENT**

- Situar el maniquí a estudiar damunt de la taula del TC i alinear-lo amb els làsers del equip.
- Fer una adquisició del maniquí amb les característiques habituals de treball.
- Transferir les imatges al sistema de planificació.
- Contorno extern: en general s'utilitzarà el mètode per a contornejar automàticament. S'usaran els valors per defecte que té l'equip. Amb les eines pròpies del sistema de planificació es calcularà a la pantalla el diàmetre del contorn obtingut. També es farà una impressió en paper i es repetiran les mesures.
- Contorns interns: si es disposa de l'opció de contornejar automàticament regions interiors al maniquí, es verificaran els contorns obtinguts per aquest mètode i també els presos manualment. De la mateixa manera que en el cas del contorn extern, es prendran mesures dels diàmetres dels contorns a la pantalla i en paper.
- Repetir el procés pel maniquí petit.
- Si en el treball de rutina s'utilitzen imatges amb diferents resolucions (matrius de 128x128, 256x256, 512x512 píxels) el test s'haurà de realitzar per a cada una de les utilitzades.

#### **TOLERÀNCIA**

La diferència entre les mesures i el valor real no pot ser superior a 2 mm

#### **PERIODICITAT**

A l'acceptació, anualment i després de canvis.

#### **REFERÈNCIES**

[5]

### ***3.4. Conversió dels n° CT a densitats electròniques: Obtenció de la corba de calibratge***

El càlcul de la dosi en les regions amb medis materials heterogenis que realitzen els sistemes de planificació de tractaments utilitzats en la dosimetria clínica es fonamenten en la correcta interpretació dels n° CT i la seva corresponent conversió a densitats electròniques. Es realitzaran mesures en el TC per obtenir aquesta relació per a cada tensió de pic utilitzada (el n° CT depèn sobretot de la tensió de pic) i es verificarà que no varien amb l'espessor de tall.

L'ajust d'aquests resultats experimentals depèn de les opcions que proporcioni el sistema de planificació de tractaments (SPT) que utilitzem.

El cas més habitual és que aquests sistemes admetin un ajust a dues corbes (línies rectes) amb el punt d'inflexió al voltant de 100 UH. Però també n'hi ha que permeten un número major de corbes. Com més gran sigui aquest número, s'obtindrà un millor ajust.

En alguns casos els SPT tenen un calibratge estàndard i no és possible modificar-lo.

Segons alguns autors (S.J.Thomas [18]) errades en el valor de la densitat electrònica sobre el 8 % donarien lloc a errades a la dosimetria d'aproximadament un 1%.

Per tant, encara que és recomanable realitzar el calibratge del TC utilitzat en radioteràpia, no es cometen errors molt importants si es disposa d'un calibratge estàndard.

#### **MATERIAL**

- Maniquí amb diferents materials de densitat electrònica coneguda.

#### **PROCEDIMENT**

- Situar el maniquí sobre de la taula del TC i alinear-lo amb el centrador lluminós/làser de l'equip.
- Fer una adquisició del maniquí amb les característiques més habituals de treball.
- Transferir les imatges al sistema de planificació.
- Amb les eines pròpies de cada sistema de planificació, s'analitzaran els valors dels números CT. Si el sistema de planificació disposa d'eines estadístiques s'annotarà per a cada medi material el valor mig i la desviació estàndard. Si no es disposa d'aquesta possibilitat, es prendran 5 valors repartits a la regió a analitzar i es calcularà la mitjana i la desviació estàndard ( $1 \sigma$ ).

- Un cop obtingut el número CT per a cada material, se li assigna el valor de la densitat electrònica corresponent. I a partir d'aquestes dades, s'obté la corba de calibratge n° CT- densitat electrònica.

## TOLERÀNCIA

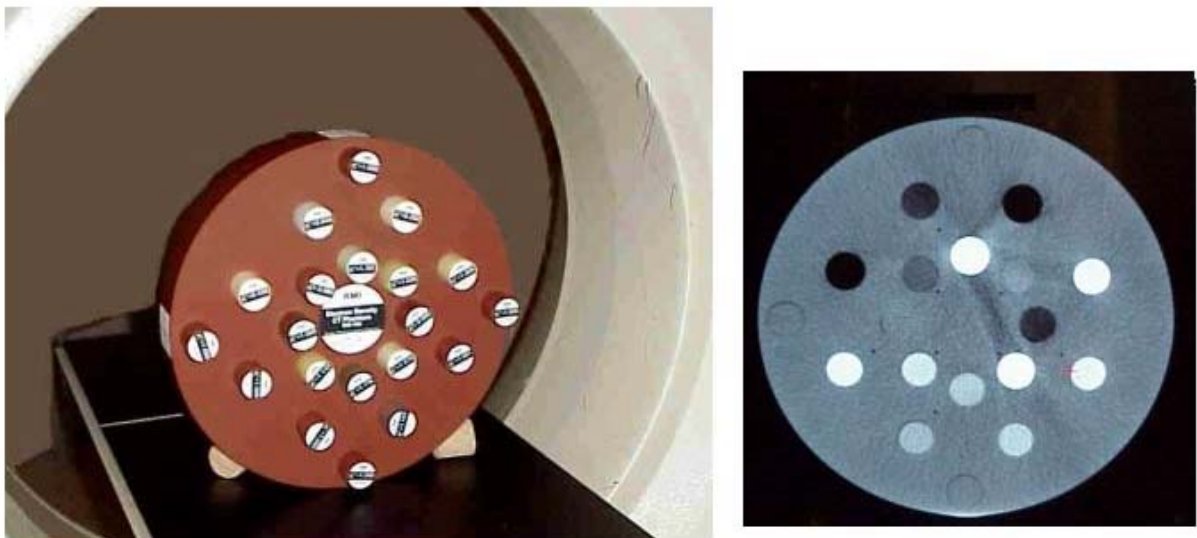
**Constància:** La dispersió del número CT per a cada medi material ha d'estar dins de  $\pm 4$  o 5 UH per a números CT menors de 400 UH i del  $\pm 1\%$  per a números superiors.

## PERIODICITAT

A l'acceptació, anualment i després de canvis.

## REFERÈNCIES

[5,19,20,21]



Imatge 3.4.: Maniquí amb diferents materials de densitat electrònica coneguda. Maniquí RMI 467 de l'Hospital Universitari Germans Trias i Pujol. [19]

## 4. Tests específics als TC helicoïdals

### 4.1. Localització de la imatge reconstruïda

Igual que a l'apartat 2.4.

#### MATERIAL

- Una base de PMMA de 70 cm de llarg.
- Tres ploms petits o fils de coure d'uns 2 mm de llarg en el sentit perpendicular al pla de tall.

#### PROCEDIMENT

- Es col·loquen sobre el PMMA els tres ploms separats longitudinalment 30 cm (0 cm, 30 cm i 60 cm). S'alineen amb el centrador lluminós intern del TC en el pla de tall.
- Es fa un topograma.
- S'adquireix una imatge helicoïdal que cobreixi tota la longitud del maniquí, utilitzant un pitch i un algoritme d'interpolació estàndards.
- Es comprova que en el topograma, la distància entre els ploms coincideixi amb la real (30 cm).
- I es comprova que realment es veuen els ploms en els tres talls transversals.

#### TOLERÀNCIA

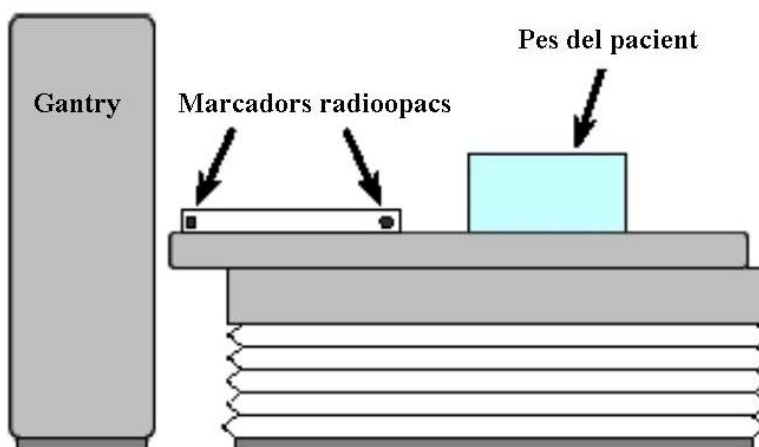
$\pm 1$  mm

#### PERIODICITAT

Acceptació, anualment i en cas de reparació o modificació de la taula.

#### REFERÈNCIES

[5,7]



Imatge 4.1.: Procedent de ImPACT CT Scanner Acceptance Testing. Referència [7].

**Taula I:** Resum dels tests a realitzar amb la indicació de periodicitats i toleràncies.

Tests	Periodicitat	Tolerància
<b>1. Relatius a les Imatges de TC</b>		
1.1. Uniformitat i Constància dels n° CT	AC, S, R	± 4-5 UH
1.2. Precisió geomètrica dins de un tall	AC, S, R	± 2 mm
1.3. Registre de la posició D – E	AC, A, R	coincidència
<b>2. Mecànics i Geomètrics</b>		
2.1. Alineació làsers – pla de tall 2.1.1. Centrador extern – centrador intern 2.1.2. Centrador intern – pla de tall	AC, M, R	± 2 mm
2.2. Indicació de l'eix X	AC, M, R	± 1°
2.3. Horitzontalitat de la taula sota càrrega	AC, A, R	± 2 mm
2.4. Registre de la posició de la taula	AC, A, R	± 2 mm
2.5. Desplaçament de la taula	AC, A, R	± 2 mm
2.6. Angle del braç	AC, A, R	± 1°
2.7. Angle de la taula	AC, A, R	± 1°
<b>3. Relatius al Sistema de Planificació</b>		
3.1. Precisió geomètrica dins d'un tall	AC, S, R	± 2 mm
3.2. Registre de la posició D – E	AC, A, R	coincidència
3.3. Contorns	AC, A, R	± 2 mm
3.4. Conversió dels n° CT a densitats electròniques	AC, A, R	±4-5 UH si UH ≤ 400 ± 1 % si UH > 400
<b>4. Específics als TC Helicoïdals</b>		
4.1. Localització de la imatge reconstruïda	AC, A, R	± 1 mm

AC: Acceptació    A: Anual    S: Semestral    M: Mensual    R: Reparació



## **Bibliografia**

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.rpun.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 mètode para la conversió del número Hounsfield en densitat electrònica i para la obtenció de la energia efectiva en els escàneres CT. Revista de Física Mèdica 2002;3 (1):19-25.
13. Constància i efectos dosimètrics de la calibratge de els CT utilizados en la planificació de tractaments en radioteràpia. E. Angulo, J. Almansa, R. Guerrero i M. Iborra. Hospital Universitario Puerta del Mar. Cádiz. Pòster del XIV Congreso Nacional de Física Mèdica. Vigo, junio de 2003.
14. SEFM. Protocol Español de Control de Qualitat en Radiodiagnòstico. SEFM-SEPR, 1996.  
<http://www.sefm.es/publicaciones/documentospdf/protocoloqualitat/documentocompleto.pdf>  
(Revisió 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