



3° Taller Internacional Multidisciplinario de Cáncer de Mama
1° Simposio de Cáncer Ginecológico
1° Taller de Planificación y Control de Calidad para Radiocirugía
"De la práctica a las bases teóricas"

7, 8 y 9 de Abril, 2019 • Córdoba, Argentina

POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO

Test End to End

Piccatto Nicolás - Barolo Franco

POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Breve Introducción

Stereotactic body radiation therapy: The report of AAPM Task Group 101

4092 Benedict et al.: Stereotactic body radiation therapy: The report of TG101

4092

procedures. It is also important to make sure that the TPS has the capability of accurately calculating the sophisticated plans needed for SBRT and handling multimodality imaging (registration and fusion) and image guidance technology.²⁵⁶ However, as noted earlier and in Task Group Report 85,²⁵⁶ the use of pencil-beam algorithms is not recommended for lung SBRT applications.

VILA.2. Time and personnel considerations

The complexity of SBRT requires an increased level of physicist involvement in every aspect of the process, including the initial commissioning of immobilization and stereotactic localization system, small-field measurements and verifications, and continued quality assurance. Additional physics resources will be needed to implement and maintain an SBRT program for most centers. Physics staffing requirements can be derived by referencing the 2008 ABT study^{239,240} (Medical Physicist Work Values for Radiation Oncology Physics Services). The study defines work as a product of time and intensity ($\text{Work} = \text{Time} \times \text{Intensity}$), where intensity is a measure of mental effort, emotional stress, and the complexity of the technique. The study reports a median work estimate for a special medical physics consultation (CPT code 77370) relative to a continuing physics consultation (the defined baseline CPT code of 77336) of 13.94. For procedures within CPT 77370, SBRT, single-fraction SRS, IMRT, and IGRT have time estimates of 4.0, 6.0, 4.0, and 1.0 h, respectively, vs 2.0 h for a routine 77370 procedure. Likewise, median intensity estimates are reported as 4.0, 5.0, 4.5, and 4.5 vs 2.0 for the routine 33730 procedure.

Recommendation: The 2008 ABT report suggests that an SBRT procedure requires a total effort, which is approximately equal to that required for IMRT and significantly greater than that required for a standard 3D conformal procedure. The guidelines published by ASTRO/ACR (Ref. 238) includes provisions for SBRT personnel and clearly specifies that qualified radiation oncology staff, therapists, dosimetrists, physicists, and physicians, are required to maintain a high quality SBRT program. In this report, we underscore the commitment by everyone involved in an SBRT program to continually update the training of staff and physicists with regard to any new developments.

VII.B. Acceptance, commissioning, and quality assurance

Acceptance test procedures provided by the vendor are typically designed to verify contractual system specifications for performance characteristics of the system. Commissioning tests should be developed by the institution's physics team to explore in detail every aspect of the system with the goal of developing a comprehensive baseline characterization of the performance of the system. A rigorous, continuing process of periodic and treatment-specific quality assurance is vital for minimizing systematic errors that can result in less than optimal treatments. Specific tests should be developed to look at all aspects of the system both individually

and in an integrated fashion. These tests should be including but not limited to integrity of the simulation imaging data, dose-calculation algorithms, MLC leaf sequencing, MU calculation algorithms, leaf speed, machine dose rates used for SBRT and accuracy of calibration at these dose rates, delivery precision at small MUs, patient positioning and localization, motion tracking and gating, etc.^{241,242} While in many cases the specific tests used are similar for acceptance, commissioning, and quality assurance, it is important to remember that the intent of each activity is different.

A variety of task groups and reports are available which provide guidance on best practices for performing commissioning and quality assurance of delivery devices (including TG-40 and TG-45),^{243,244} imaging equipment,^{245,246,256} treatment planning systems (TG-53),²⁵⁷ and IMRT.²⁴⁸ TG-142 provides an update to TG-40 and includes specific recommendations for SBRT.²⁴² In addition, a recent QA supplement published in the International Journal of Radiation Oncology Biology Physics²⁴⁹ suggests a set of annual, monthly, and daily QA activities and tolerances which allow verification of the overall accuracy of various aspects of the IGRT/SBRT treatment process (summarized in Table V).

For SBRT, the imperative need for accuracy requires special consideration when designing acceptance, commissioning, and quality assurance tests. For instance, it is paramount to verify that the radiation isocenter coincides with the mechanical isocenter, including couch rotation, and that the lasers are aligned to the radiation isocenter. An elaborate method of system accuracy determination has been published for intracranial applications using the BRW head frame by Lutz et al.²⁵⁰ The integral use of on-board imaging in SBRT makes it critical to also verify the coincidence of the imaging isocenter.²⁵¹ Nonisocentric modalities such as the Cyberknife have tests similar to the Winston-Lutz test, which can verify overall geometric accuracy.¹⁶⁹

Redundancy tests should be introduced to check the integrity of the process of localization in CT and treatment rooms. If a technique for motion management is used, treatment delivery must be evaluated in a manner consistent with clinical use.

The individual components of the SBRT process (imaging, localization, treatment delivery, etc.) each have associated error. However, even if each of these individual errors are small by themselves, cumulative system accuracy for the procedure can be significant and needs to be characterized through an end-to-end test using phantoms with measurement detectors and imaging. The best way to accomplish this is to employ a test that uses the image guidance system to position a phantom with internal fiducial markers at isocenter then and image those markers with the treatment beam. This test demonstrates the agreement between the image-guidance system's positioning and beam delivery at isocenter.^{252,253} The phantom should be positioned with known error and then the IGRT system is used to correct them. A simulation CT scan of the phantom is used to position the fields that irradiate the targets in the phantom. In situations where it is not easy to take an image with a detector behind the phantom, an alternative such as radiochromic film within the

- El TG 101 provee recomendaciones para SBRT.
- Imágenes de simulación y tratamiento.
- Inmovilización y localización de blanco.
- Consideraciones dosimétricas, entre otros.

- En el proceso de SBRT, cada componente puede traer consigo un pequeño error, pero para el procedimiento puede ser significativo.

- Para detectar/evitar esos posibles errores, el TG 101 recomienda realizar una prueba con un fantoma que evalúe paso a paso el proceso desde la adquisición de imágenes hasta la entrega del tratamiento.

POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Breve Introducción

13 Congreso Argentino de Física Médica, 7 Congreso Latinoamericano de Física Médica.
Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina, Septiembre 4 - 7, 2016

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO SIMPLE PARA TEST END TO END PARA EL SISTEMA DE IGRT UTILIZANDO EXACTRAC

MJ. Almada¹, Y. Schworer¹, LC. Medina², E. Garrigó¹, D. Venencia¹

¹Instituto de Radioterapia - Fundación Marie Curie (IPR)
Obispo Oro, 423
X5000BFI, Córdoba, Argentina
mjalmada@radioncologia-zunino.org

²Clinica Carlos Ardila Lulle (FOSCAL)
Bucaramanga, Colombia

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue diseñar y probar un fantoma simple que sea suficiente para verificar el proceso End to End de IGRT utilizando el sistema Exactrac. La exactitud de este sistema depende de varios factores. El fantoma diseñado fue de acrílico de 30cm de largo, 30cm de ancho y 6cm de alto. Posee un inserto cilíndrico de acrílico de 3cm de diámetro con terminaciones esféricas, una construida de plástico (PE) con diferente densidad y en el extremo opuesto una esfera de plomo (PbE) de 2mm en el centro de la correspondiente circunferencia. Al fantoma se le realizó una CT con el inserto puesto del lado PE y se adquirieron cortes de 2.5mm de espesor. Las imágenes CT fueron enviadas al TPS (iPlan v4.5.3) donde el volumen esférico de PE fue dibujado. Considerando a este volumen como target se colocó un campo anterior donde la coordenada del isocentro es el centro de masa (CM) de PE. Imágenes de RX de Exactrac mostraron una superposición del isocentro radiológico con la imagen de proyección de PbE (error < 1 mm). El desplazamiento radiológico de PbE con el centro del campo del Linac fue menor a 1mm. El fantoma diseñado es económico y práctico para el QA End to End del sistema de IGRT Exactrac.

INTRODUCCION

La radioterapia guiada por imagen (IGRT) se ha convertido en un elemento básico de la radioterapia moderna. Una parte integral del proceso de IGRT es la coincidencia del isocentro de formación de imágenes, con el isocentro de radiación del tratamiento. Siempre habrá una discrepancia entre estos dos isocentros porque están asociados con diferentes sistemas mecánico [1]. IGRT requiere de un alto nivel de aseguramiento de la calidad de la imagen, con el fin de garantizar una mejor localización e identificación de los volúmenes target [2].

El sistema Exactrac (Brainlab) para radioterapia guiada por imágenes (IGRT) usa un sistema de pre-posicionamiento basado en infrarrojo y dos imágenes RX oblicuas para el posicionamiento del paciente basada en hueso o implantes fiduciales. La exactitud de este sistema depende de la calidad de la imagen, de la transferencia de la imagen entre TAC-TPS-Exactrac, de la definición del volumen, de la calibración del isocentro y de la precisión mecánica de la máquina de tratamiento. El control de calidad de esta compleja red, requiere de un fantoma capaz de verificar cada una de las etapas.

El objetivo de este estudio es diseñar y probar un fantoma simple que sea suficiente para verificar el proceso End to End de IGRT usando Exactrac.

- IGRT es **FUNDAMENTAL** en radioterapia de avanzada.

- La importancia de coincidir
El isocentro de exactrac (Imágenes) = Isocentro de radiación
de tratamiento

- Principal objetivo del Test END to END es detectar a
tiempo un posible error en alguna etapa del procedimiento.

¿Qué es el
Test End to
End?



POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END

El test End to End es un procedimiento que se utiliza para probar si el flujo de datos y/o imágenes se está ejecutando según lo planificado desde su comienzo a su final.

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END

El test End to End es un procedimiento que se utiliza para probar si el flujo de datos y/o imágenes se está ejecutando según lo planificado desde su comienzo a su fin.



**POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END**

Breve Introducción al Sistema IGRT

El sistema de IGRT Exactrac - Brainlab utiliza:

- Sistema infrarrojo de pre posicionamiento + Imágenes estereoscópicas para posicionamiento final mediante fusión de imágenes para corroborar isocentro de exactrac y equipo.

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

**POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END**

**Breve Introducción al
Sistema IGRT**

El sistema de IGRT Exactrac - Brainlab utiliza:

- Sistema infrarrojo de pre posicionamiento + Imágenes estereoscópicas para posicionamiento final mediante fusión de imágenes para corroborar isocentro de exactrac y equipo.



La precisión de este sistema de IGRT depende:

- Calidad de imágenes
- Transferencia de imágenes entre TAC-TPS-ExacTrac
- Definición de volúmenes
- Calibración de isocentro del sistema infrarrojo y radiológico
- Precisión mecánica del equipo de tratamiento.

**POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END**

**Breve Introducción al
Sistema IGRT**

El sistema de IGRT Exactrac - Brainlab utiliza:

- Sistema infrarrojo de pre posicionamiento + Imágenes estereoscópicas para posicionamiento final mediante fusión de imágenes para corroborar isocentro de exactrac y equipo.



La precisión de este sistema de IGRT depende:

- Calidad de imágenes
- Transferencia de imágenes entre TAC-TPS-ExacTrac
- Definición de volúmenes
- Calibración de isocentro del sistema infrarrojo y radiológico
- Precisión mecánica del equipo de tratamiento.

Para verificar esta compleja cadena de etapas es necesario contar con un fantoma que permita verificar cada una de las etapas del proceso.

- Principal Objetivo: Llevar a cabo pruebas para identificar y garantizar que la información se transmita entre varios componentes y sistemas de la institución.

POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Elementos y Equipamiento

FANTOMA

TOMÓGRAFO
COMPUTADO

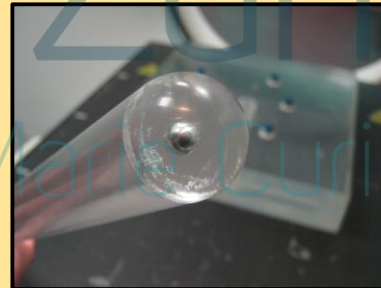
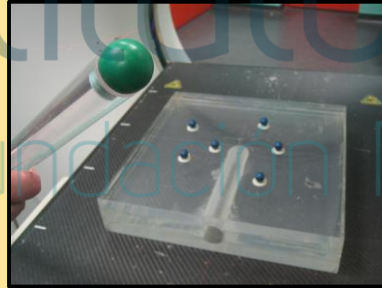
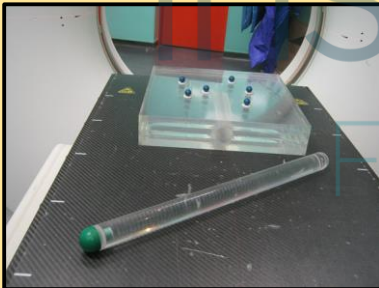
TPS

ACELERADOR
LINEAL

SISTEMA
IGRT

Fantoma de Acrílico

- Fantoma de forma rectangular
- 30 cm de largo, 30 cm ancho y 6 cm de alto
- Posee un inserto cilíndrico de acrílico de 3 cm de diámetro y un largo de 40 cm con terminaciones esféricas en sus extremos, una de ellas construidas de material plástico/goma (EP) con diferente densidad y en el extremo opuesto una esfera plomada (EPb) de 1mm de diámetro en el centro de la circunferencia correspondiente.



POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Tomografía del Fantoma

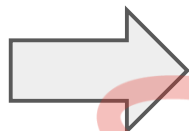
- Se coloca el fantoma sobre la camilla del tomógrafo y en la cara superior del fantoma, se colocan soportes adhesivos para los marcadores infrarrojos (Esferas).
- Se introduce la barra plástica con la esfera plástica/goma hacia adentro.
- TAC en formato SECUENCIAL
 - Cortes: 2.5mm de espesor
- Realizada la TAC se exportan las imágenes en formato DICOM hacia el software Efilm.



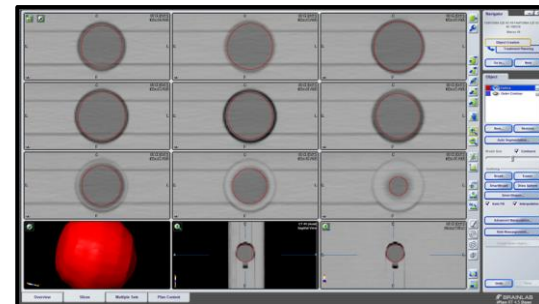
POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Desarrollo del plan de Referencia

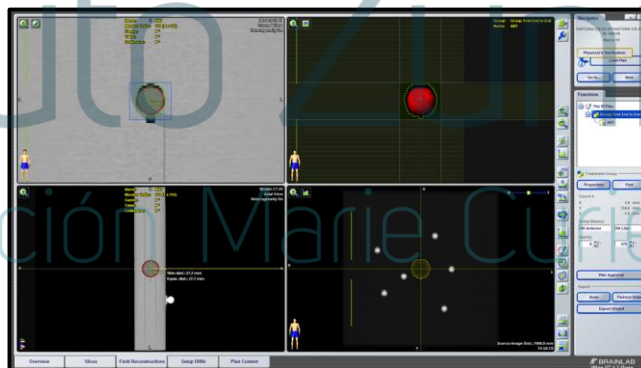
Exportar las imágenes
desde el sistema efilm,
hacia el sistema de
planificación de IPLAN



Importar y Dibujar en IPLAN
una estructura esférica sobre
el inserto de goma de la barra
plástica



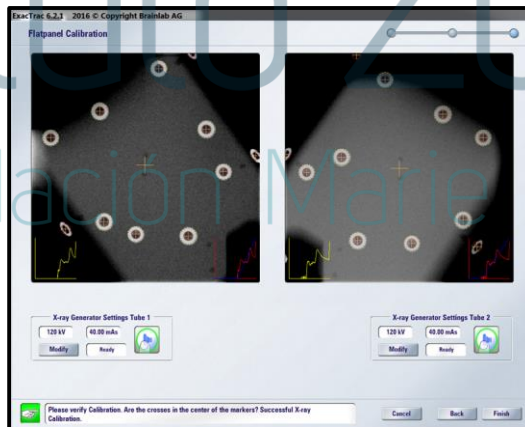
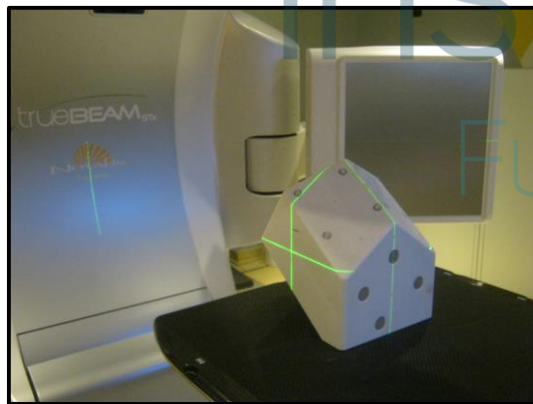
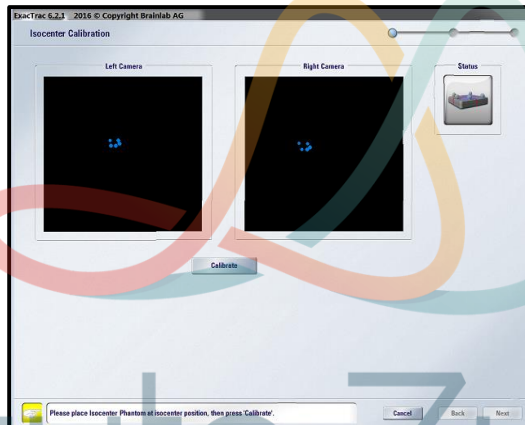
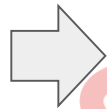
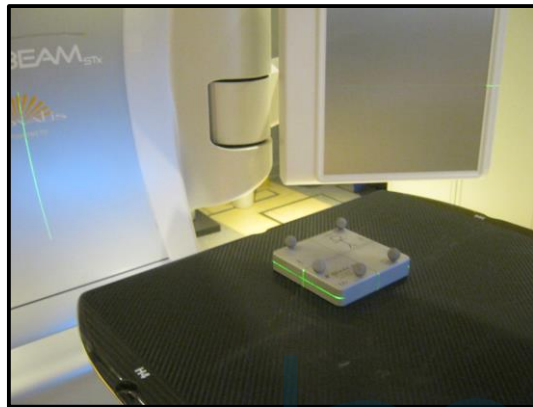
Exportar el plan
realizado en IPLAN
hacia el sistema
Exactrac



Realizar un “plan de
tratamiento” sobre el
volumen blanco
dibujado

POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

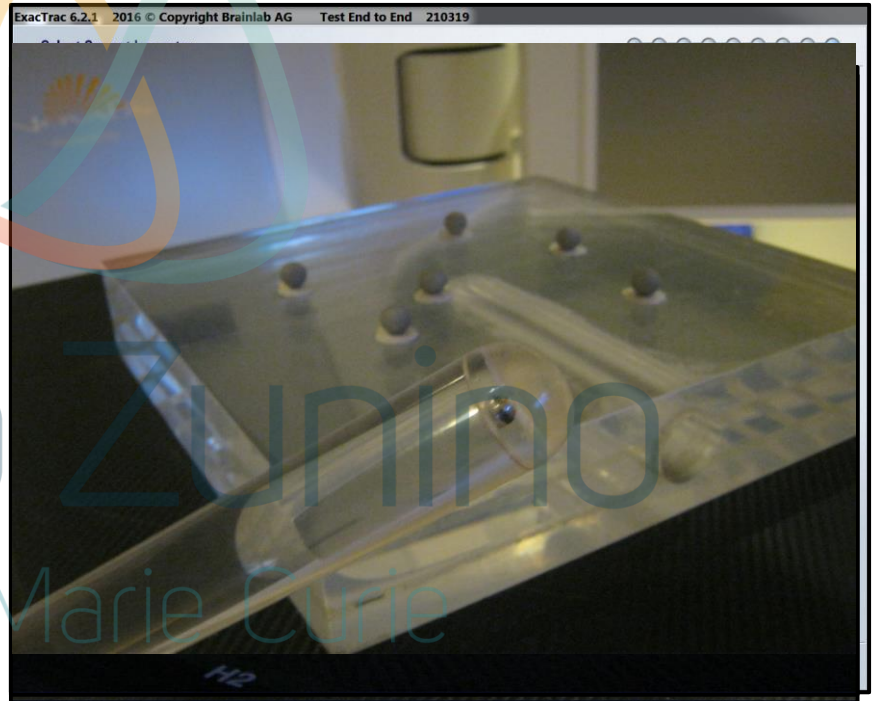
Calibración de Exactrac



POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Posicionamiento del fantoma en equipo

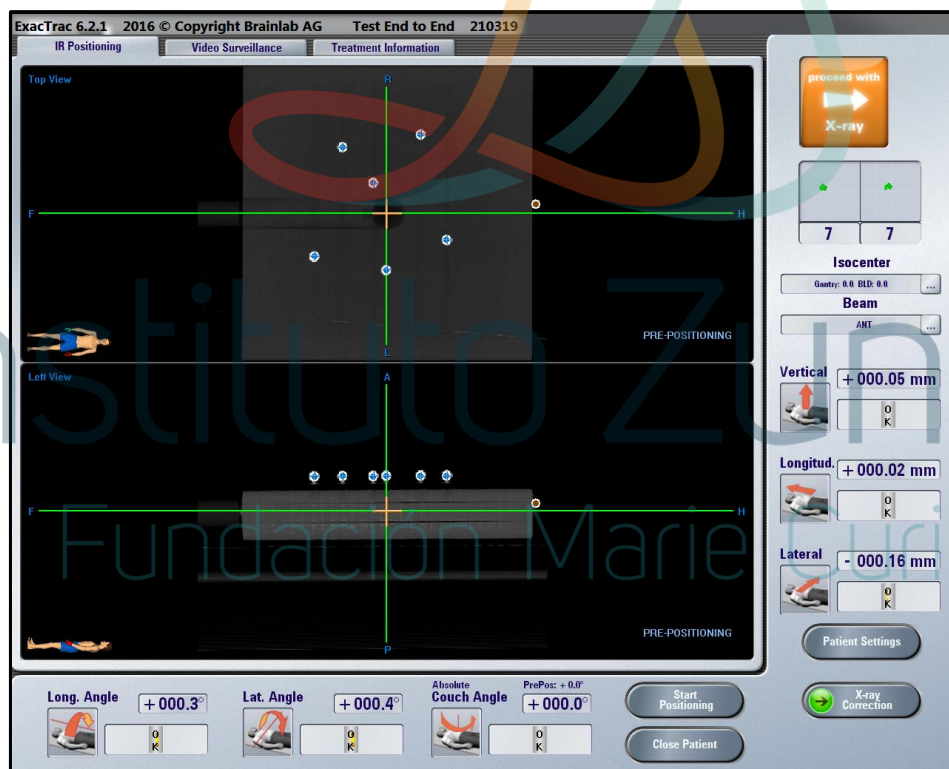
- 1- Importar paciente en Exactrac
- 2- Cargar paciente en ARIA, (se cargará automáticamente en Exactrac) y **corroborar** coordenadas.
- 3- Colocar fantoma sobre la camilla del equipo y situar las esferas infrarrojas sobre los zócalos colocados en el tomógrafo.
- 4- Posicionar el fantoma con láser en isocentro.
- 5-Emplazar inserto con esfera plomada dentro del fantoma, verificando que la esfera coincida con el isocentro del equipo.
- 6- Reposicionar el fantoma de acuerdo al sistema Exactrac.



POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Procedimiento Test End to End

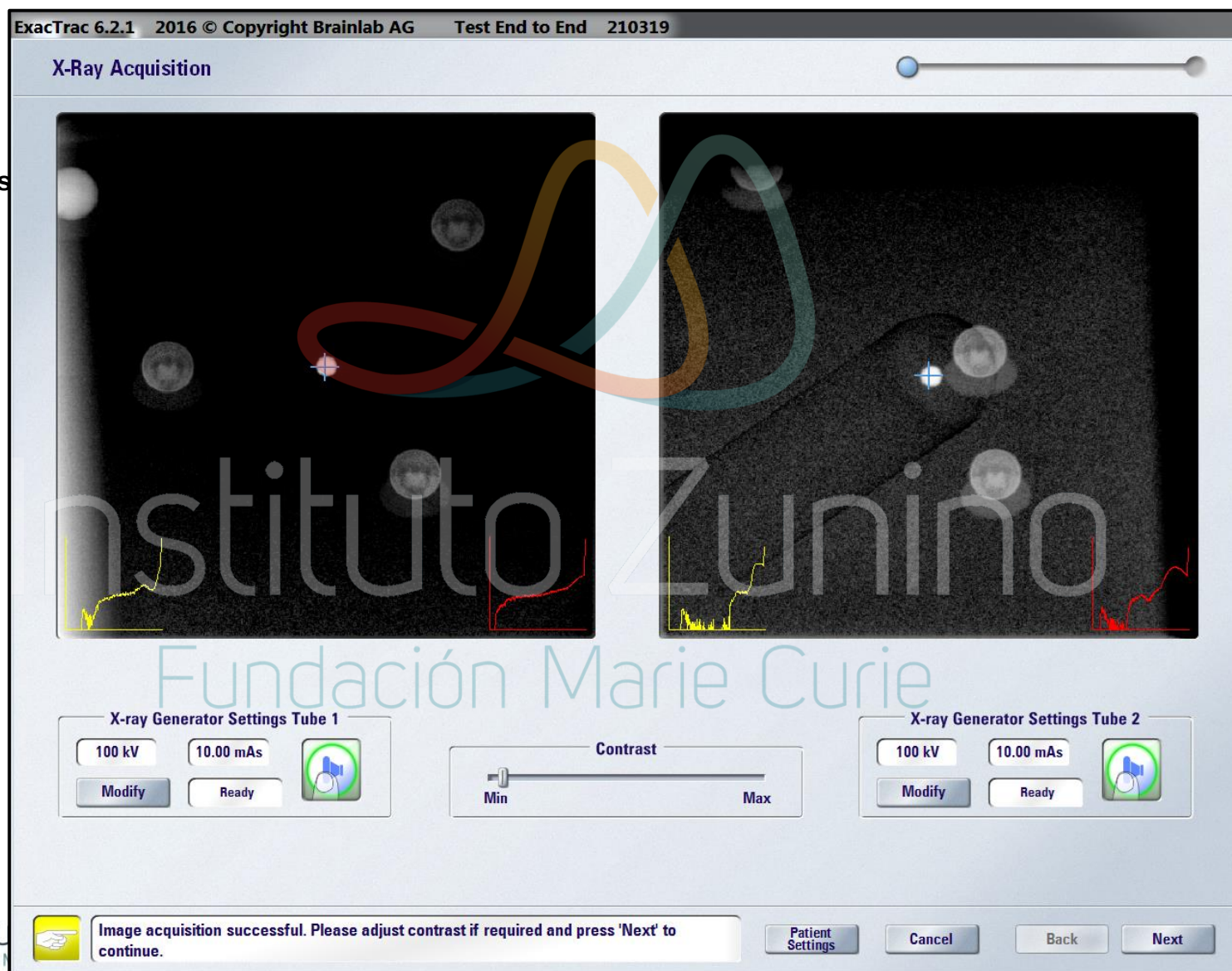
1- Colocado el fantoma sobre la camilla, se procede a realizar la preposición del mismo con el sistema Exac-trac



POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

2- Una vez pos

rac



**POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END**

**Procedimiento
Test End to End**

3- Posicionar EPID e irradiar el fantoma con dos campos, uno Anterior con 3 UM y otro Lateral con 3 UM.

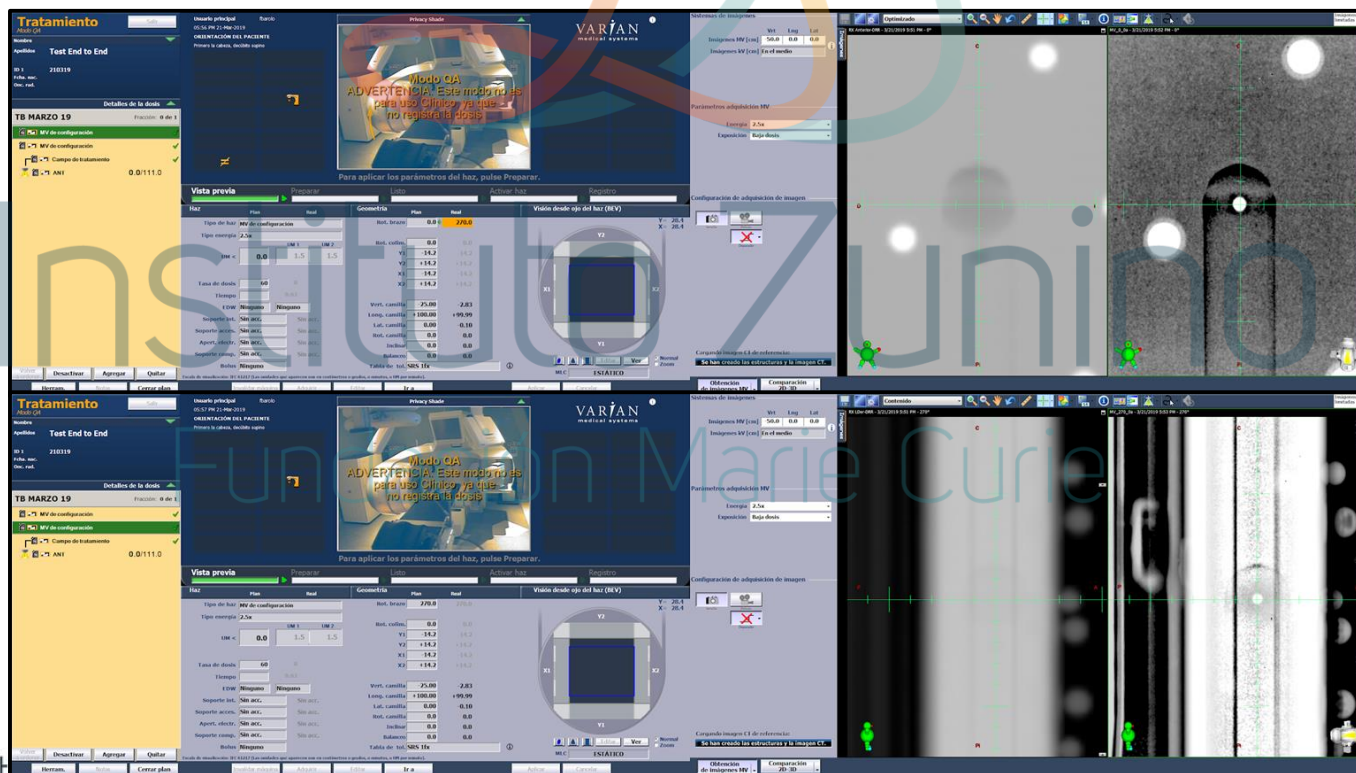


POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO TEST END TO END

Procedimiento Test End to End

4- Verificar el desplazamiento de la esfera.

- Tolerancia de 1mm
- El iso debe estar dentro de la esfera metálica.



**POSICIONAMIENTO - REPOSICIONAMIENTO
TEST END TO END**

En resumen...

- Procedimiento de rápida adquisición debido a fantoma de fácil posicionamiento.
- Proceso de control que realizamos en la institución con periodicidad trimestral, en los 4 Aceleradores.
- Procedimiento que nos permite detectar a tiempo posibles errores antes y durante el procedimiento y a demás verificar la posición de nuestro isocentro en máquina y sistema IGRT.

M u c h a s g r a c i a s

