

Recomendaciones del ICRU 91

Maria Jose Almada
Instituto Zunino - Fundacion Marie Curie
Cordoba, Argentina

- Evolución de los reportes ICRU



ICRU 91

Prescripción y reporte de tratamientos estereotáxicos, con campos pequeños



1. Introducción

- a) Historia de SRS y SBRT
- b) Consejos del reporte
- c) Concepto de SRT
- d) Experiencia clínica

2. Dosimetría de campos pequeños

- a) Dosimetría de referencia
- b) Dosimetría relativa

3. Definición de Volúmenes

4. Algoritmos del TPS

5. Descripción de las tecnologías en IGRT

6. Control de calidad

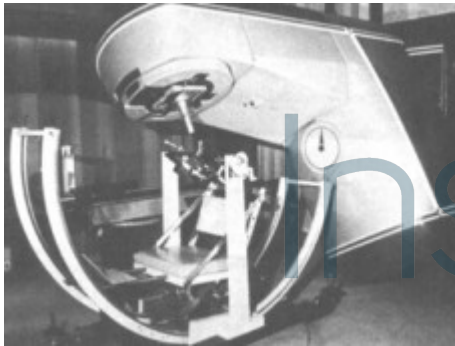
7. Prescripción y Reporte

8. Ejemplos clínicos

1.a) Historia....



SRS fue descripta por 1ra vez en 1951
por Leksell



Reference	First Tx	Energy (MV)	Patient support	Frame
Betti and Derechinsky (1982, 1984)	1982	10	Institution-designed chair	Talairach
Colombo et al. (1985)	1982	4	Linac couch	Institution-designed
Hartmann et al. (1985)	1985	15	Linac couch	Reichert-Mundinger
Lutz et al. (1984, 1986, 1988)	1986	6	Floor stand	BRW
Podgorsak et al. (1987, 1988)	1986	6 and 10	Linac couch	Institution-designed
Friedman and Bova (1989)	1988	6	Floor stand	BRW

1.b) Consejos para un programa de SRT

- **SRT → SRS y SBRT**
- Equipos con estabilidad mecánica, alta precisión y exactitud del isocentro.
- **Personal altamente cualificado**
- Acceso de datos dosimétricos de otros usuarios del mismo equipo
- QA paciente específico
- Equipo de dosimetría adecuado
- **Energía menor o igual a 10MV**
 - Dosimetría
 - Planificación
 - Set up
 - Controles de calidad
- **Auditoria externa**



(Horst *et al.*, 2015). For all of these reasons, the present Report recommends the use of lower-energy photon beams (≤ 10 MV) for the clinical implementation of SRT programs. This recommen-

and to the implemented technology. It is important that the institution that starts a new small-beam therapy program has access to dosimetric data of users of the same equipment in other established institutions, obtains independent checks from another institution, and preferably, performs end-to-end checks through an independent external audit. Other important aspects in patient-specific QA are related

1.c) Concepto de SRT



❖ SRT

- Alto gradiente de dosis
 - Altas dosis
 - Hipofraccionamiento
 - Tratamiento ablativo
- Mayor impacto de errores de setup
- Mayor cuidado para reducir incertezas de setup
- Margenes PTV menor
- Haces no coplares

The typical SRT target is different than that of 3D-CRT/IMRT, e.g., prophylactic nodal radiation is uncommon and non-malignant targets frequent. As SRT uses steep gradients, high doses, and few fractions, the impact of setup errors is more significant than in conventional radiotherapy. Because of this, greater care must be exercised to reduce residual setup uncertainties—often at the cost of increased resource utilization or treatment time. The resulting planning target volumes (PTVs) margins can therefore be limited to a few millimeters or less.

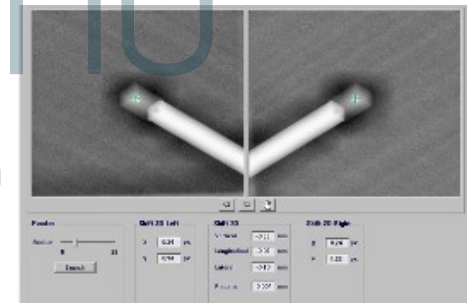
❖ SRT guiada por imágenes

- Reduce incertezas sistemáticas de posición
- Factor con mas impacto que 3D/IMRT

Many advances and emerging concerns in radiation therapy in the past decade are not unique to SRT but also impact 3D-CRT and IMRT. Nevertheless, issues such as image guidance are more significant for SRT and differences in biological effects due to high dose per fraction used with small fields are unknown.

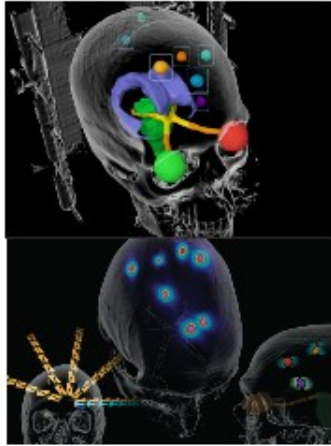
❖ Nuevos conceptos Radiobiológicos

- $LQ < 5\text{Gy/Fx} > LQL?$
- Necesidad de nuevas tolerancias a tejidos normales
- Site-especific response

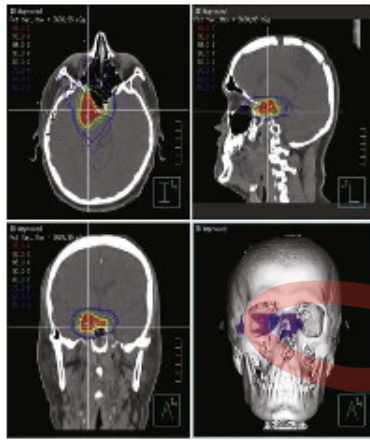


1.d) Experiencia Clínica

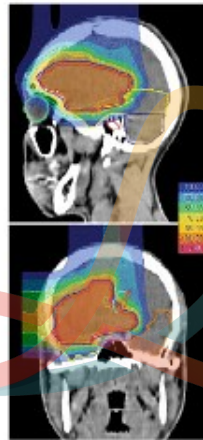
Multiple metastasis



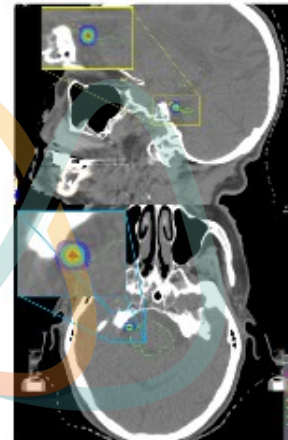
Meningiomas



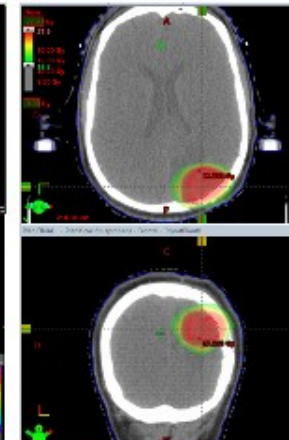
Glioma



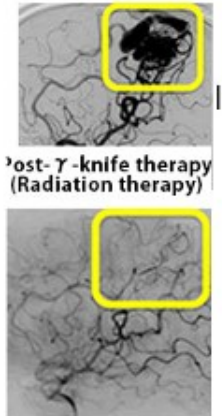
Neuralgia del trigemino



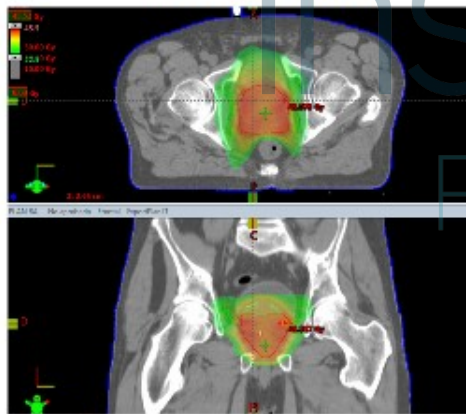
Glioblastoma



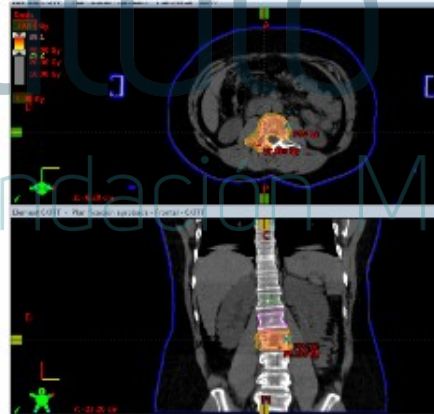
MAV
Pre-embolization



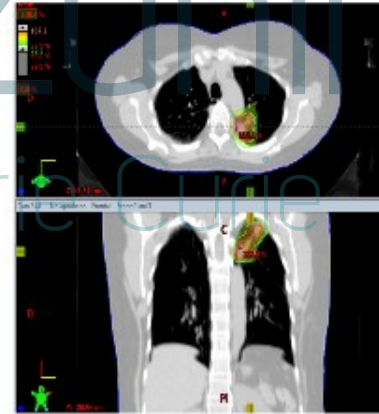
SBRT Prostata



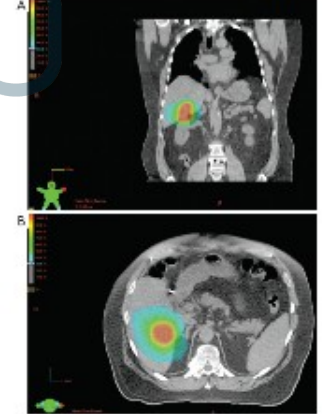
Metastasis de vertebra



Metastasis de pulmón



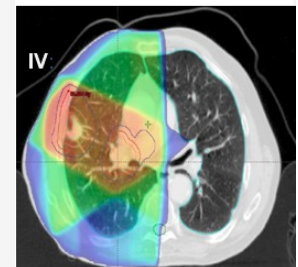
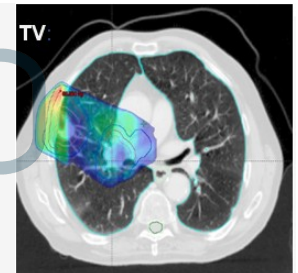
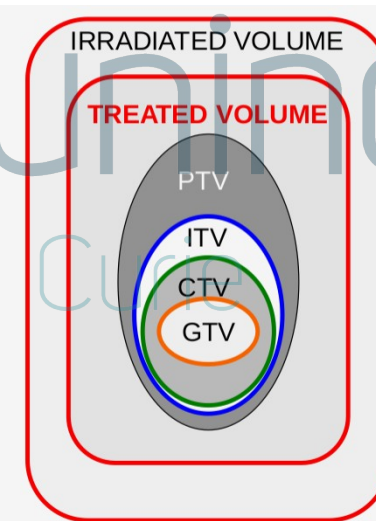
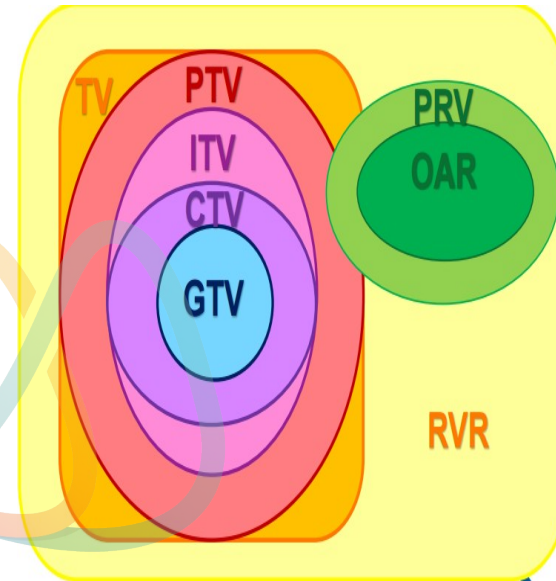
Metastasis de hígado



Consejos, referencias para el tratamiento de SRT
mediante la experiencia clínica de distintos trabajos

Definición de Volúmenes

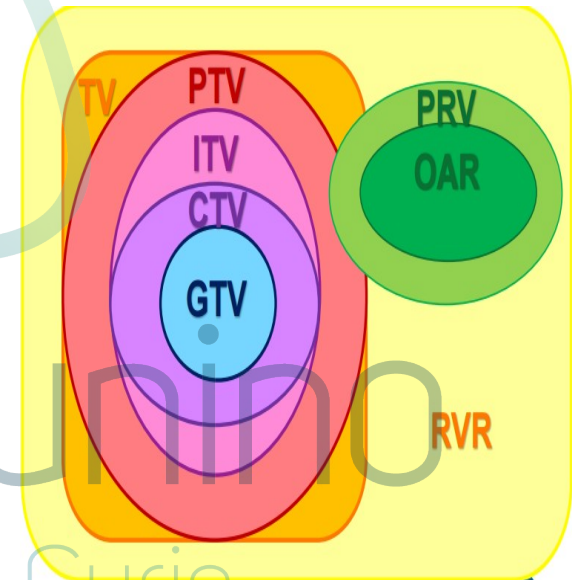
- GTV (GTV1,2,3 ... o GTV_Frontal, GTV_Parietal), lesiones benignas
- CTV
- ITV(su utilidad dependerá del órgano a tratar y la técnica de tratamiento)
- PTV (puede no existir)
- TV (Volumen planificado para recibir una dosis dada)
- RVR: definida como el contorno externo menos PTV, CTV, GTV, OAR, PRV.



Definición de Volúmenes - Imágenes para definición GTV

- Modalidades y técnicas de imágenes para delineación del GTV, para campos pequeños

- Recomendaciones para : Hígado, H&N, Cerebro, Lesiones Vasculares, Pulmón, Páncreas, Óseo y Próstata



Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Prescripción



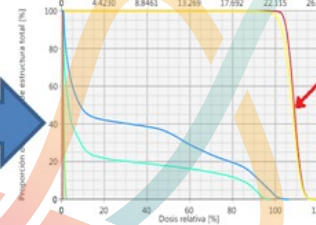
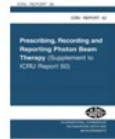
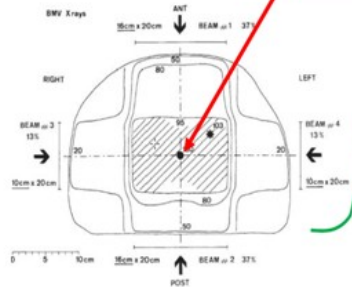
- ❖ Definición de Objetivos:
 - Delineación de volúmenes de interés (PTV, PRV)
 - Niveles de dosis absorbida por volúmenes de interés
- ❖ Gran variación en la prescripción, demostrada en los datos publicados
- ❖ No hay recomendaciones estrictas, hasta el presente.
- ❖ El ICRU 91, adapta ICRU83 y provee lineamientos para la Prescripción y Reporte

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Prescripción

ICRU 50 v 62

Pto. de ref. ICRU

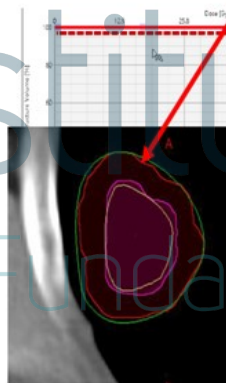


Dosis mediana

ICRU 83



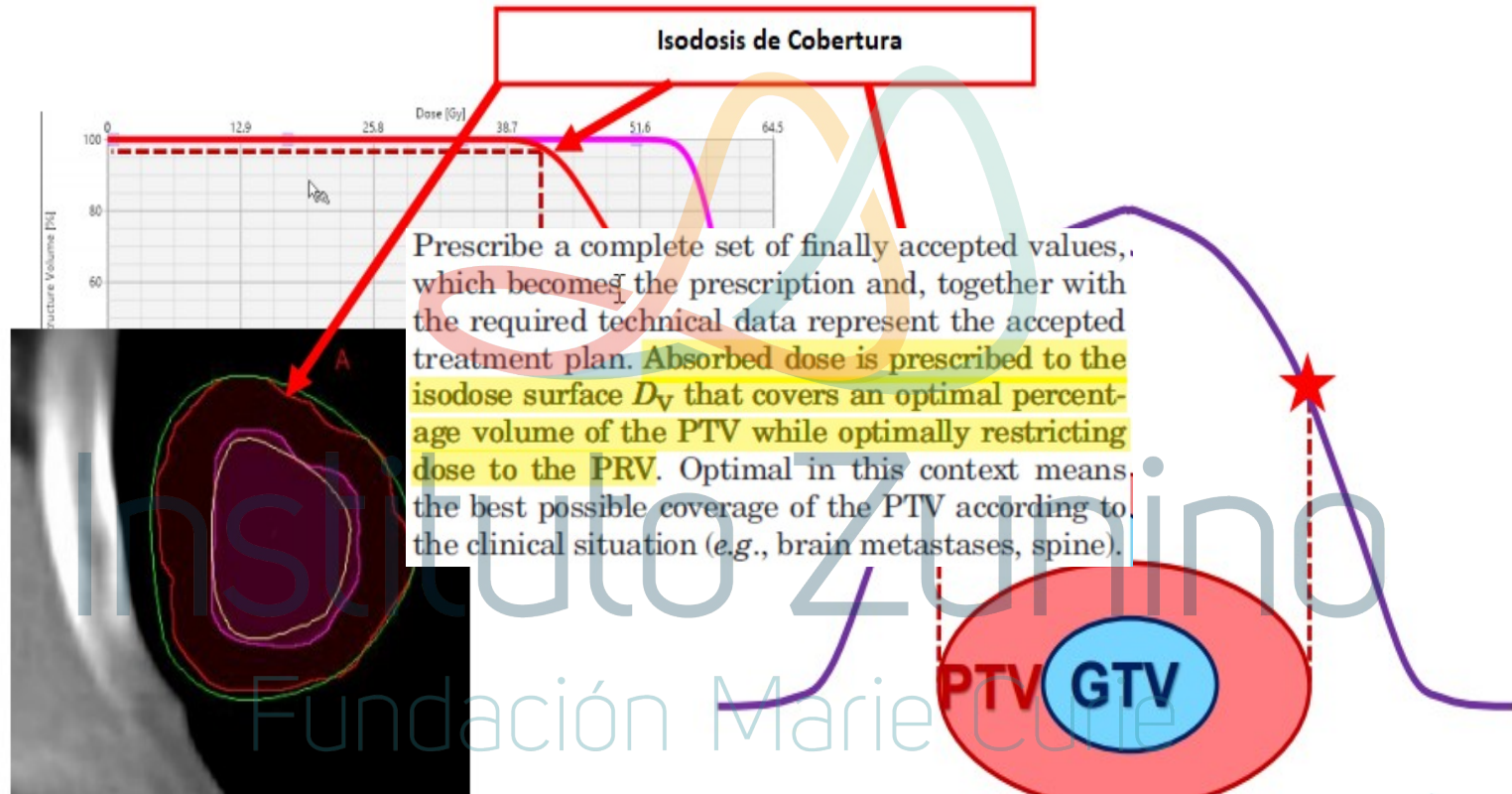
Isodosis de cobertura



La dosis se prescribe a la isodosis (Ej. D=85%) que cubre % PTV (Ej. V=98%)

ICRU 91

Prescripción



Reporte - Niveles de Reporte



- ★ Nivel 1, estándares mínimos para prescripción y reporte. Se aplican a tratamientos simple como 2D.
- ★ Nivel 2, se aplica para técnicas avanzadas. Todos los volúmenes de interés son delineados y tanto su distribución de dosis como HDV están disponibles .
- ★ Nivel 3 , se utilizan para el desarrollo de nuevas técnicas y/o enfoques para los cuales los criterios de informe aún no están estandarizados por la ICRU (ICRU, 2010).

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Reporte - Niveles de Reporte



- ★ Nivel 1, estándares mínimos para prescripción y reporte. Se aplican a tratamientos simple como 2D.
- ★ Nivel 2, se aplica para técnicas avanzadas. Todos los volúmenes de interés son delineados y tanto su distribución de dosis como HDV están disponibles utilizando .
- ★ Nivel 3 , se utilizan para el desarrollo de nuevas técnicas y / o enfoques para los cuales los criterios de informe aún no están estandarizados por la ICRU (ICRU, 2010).

ICRU 91, recomienda fuertemente el uso de la información HDV en la evaluación de las distribuciones de dosis para SRT

Reporte - Niveles de Reporte

Nivel 2

DVHs calculated

PTV: $D_{50\%}$, $D_{\text{near-min}}$, $D_{\text{near-max}}$
GTV/CTV/ITV: $D_{50\%}$ must for Lung
OAR/PRV: Vol, D_{mean} , V_D , $D_{2\%}$
Dose Homogeneity and
Conformity and Gradient Index

Nivel 3

In addition:
Integral Dose
Biology based
evaluation metrics



$D_{\text{near-max}}$: $D_{2\%}$ para lesiones $\geq 2 \text{ cm}^3$

$D_{35\text{mm}^3}$ para lesiones de $< 2 \text{ cm}^3$

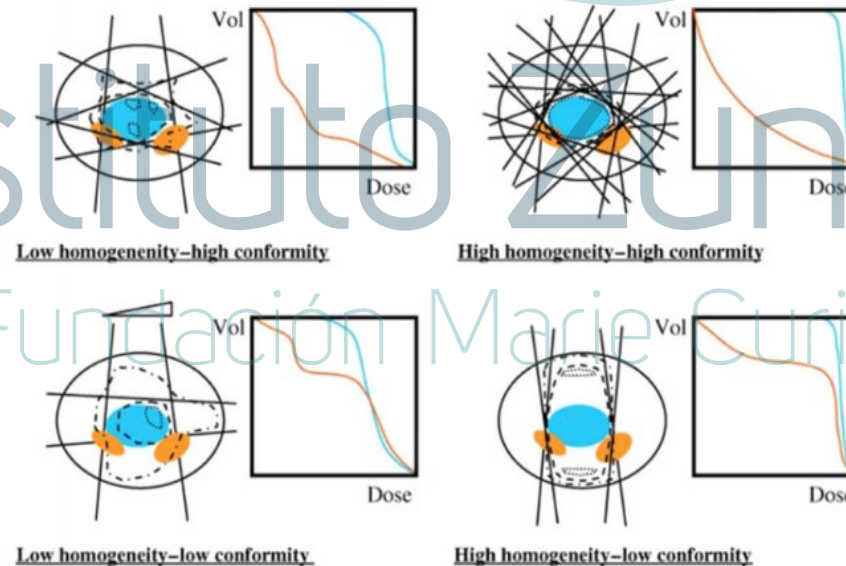
$D_{\text{near-min}}$: $D_{98\%}$ para lesiones $\geq 2 \text{ cm}^3$

$D_{V-35\text{mm}^3}$ para lesiones de $< 2 \text{ cm}^3$

Evaluación de la Calidad de la Dosis - Índice de Homogeneidad

- ★ Caracteriza la uniformidad de la distribución de dosis dentro del volumen target
 (En SRT la homogeneidad es característicamente baja)

Homogeneity Index (HI) : $D_{max} / D_{prescrita}$



Evaluación de la Calidad de la Dosis - Índice de Conformidad

★ Paddick Conformity Index (PCI)

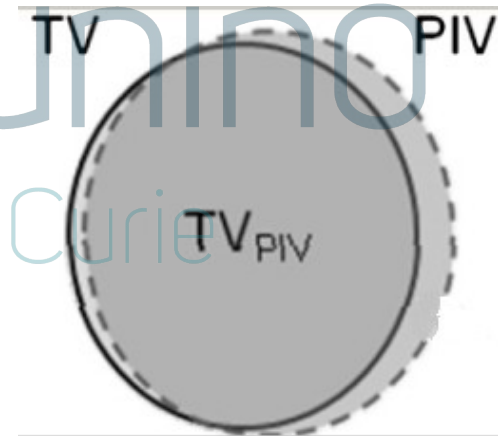
$$PCI = TV^2_{PIV} / (TV \times PIV)$$

- TV=target volume
- TV PIV= target volume within the prescription isodose volume

★

$$CI = (TV \times PIV) / TV^2_{PIV}$$

Instituto Zunino
 Fundación Marie Curie



Evaluación de la Calidad de la Dosis - Índice de Gradiente(GI)



$$GI = PIV_{half} / PIV$$

PIV_{half} , representa el volumen de isodosis de prescripción en la mitad de la isodosis de prescripción (por ejemplo, al 25%),

PIV , el volumen de isodosis de prescripción completa (por ejemplo, al 50%).

Instituto Zunino
Fundación Marie Curie

Auditorias Externas

Report of Spine Phantom Irradiation

Date of Report: August 13, 2015
Institution: Instituto Privado de Radioterapia S.A.
Physician: Daniel Venencia
Radiation Machine: Varian, Novalis TX (5470) – 6 MV
IMRT Technique: Hybrid ARC
Treatment Planning System: BrainLab iPlan (3DIMRT) – Pencil Beam
Date of Irradiation: June 4, 2015

Description of procedure:

An anthropomorphic thorax phantom incorporating a dosimetry system, lung-equivalent structures, and a spine structure was placed in the supine position in a CT scanner and imaged. The spine structure contained a target simulating a spine metastasis. TLD capsules located near the center of the target provided point dose information. Sheets of radiochromic film provided dose distributions in the axial and sagittal plane in the spine. The phantom included a heart structure containing one TLD capsule. A treatment plan with correction for tissue heterogeneity was performed. The phantom with the inserts was irradiated to approximately 6 Gy using an IMRT technique.

The dosimetric precision of the TLD is 3%, and the spatial precision of the film and densitometer system is 1 mm.

Summary Results:

Location	IRCC-H vs. Inst.	Criteria	Acceptable
PTV TLD sup. ant.	0.08	0.03 – 1.07	Yes
PTV TLD inf. ant.	0.08	0.03 – 1.07	Yes
PTV TLD sup. post.	0.08	0.03 – 1.07	Yes
PTV TLD inf. post.	0.08	0.03 – 1.07	Yes

Film Plane	Gamma Index*	Criteria	Acceptable
Axial	95%	≥85%	Yes
Sagittal	97%	≥85%	Yes

*Percentage of points meeting gamma-index criteria of 5% and 3 mm.

Your plan does meet the protocol criteria.

The phantom irradiation results above do meet the criteria established by the IRCC Houston in collaboration with the cooperative study groups. Had you been applying for credentialing to enter patients into certain protocols that allow you the use of IMRT, your institution would have been satisfied the phantom irradiation component of the credentialing process for spine radiosurgery protocols.

TLD and Film Analysis by: Trang Nguyen and Andrea Molinez, M.S.

Report Checked by:

David S. Followill
David S. Followill, PhD,
Chief, Section of Outbreach Physics

Report of IMRT Prostate Phantom Irradiation

Date of Report: May 9, 2016
Institution: Instituto Privado de Radioterapia S.A.
Physician: Daniel Venencia
Radiation Machine: Varian, Novalis TX (5470) – 6 MV
Collimator: MLC
IMRT Technique: Dynamic MLC
Treatment Planning System: BrainLab, iPlan (3DIMRT) – Pencil Beam
Date of Irradiation: March 22, 2016

Description of procedure:

An anthropomorphic pelvic phantom incorporating a cylindrical imaging insert was placed in the supine position in a CT scanner and imaged. The imaging insert contained structures representing a prostate, a rectum and a bladder. The imaging insert was replaced by a dosimetric insert containing TLD capsules located near the center of the prostate to provide point dose information and two sheets of GAFChromic™ Dosimetry Media to provide dose distribution in the coronal and sagittal planes. The phantom included left and right femoral head structures each containing one TLD capsule. The phantom with the insert was irradiated to approximately 6 Gy using an IMRT technique.

The dosimetric precision of the TLD is 3%, and the spatial precision of the film and densitometer system is 1 mm.

Summary of TLD and film results:

Location	IRCC-H vs. Inst.	Criteria	Acceptable
Center Prostate (Left)	0.09	0.03 – 1.07	Yes
Center Prostate (Right)	0.08	0.03 – 1.07	Yes

Film Plane	Gamma Index*	Criteria	Acceptable
Coronal	98%	≥85%	Yes
Sagittal	97%	≥85%	Yes

*Percentage of points meeting gamma-index criteria of 5% and 4 mm.

The phantom irradiation results listed in the table above do meet the criteria established by the IRCC Houston in collaboration with the cooperative study groups. Had you been applying for credentialing to enter patients into certain protocols that allow the use of IMRT, your institution would have satisfied the phantom irradiation component of the credentialing process.

TLD and Film Analysis by: Paola Alvarez, M.S. and Trang Nguyen

Report Checked by:

David S. Followill
David S. Followill, PhD,
Chief, Section of Outbreach Physics



Instituto Zunino
Fundación Marie Curie



Muchas gracias