

Tecnología Estereotáctica

Lucas CAUSSA
Radioncología

lcaussa@radioncologia-zunino.org



**INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACION MARIE CURIE**

**PROGRAMA DE EDUCACION CONTINUA
FUNDACION MARIE CURIE 2016-2017**

**Curso de Actualización en
Protección Radiológica**

**Córdoba, Argentina
7, 8 y 9 de Abril de 2016**

Tecnología Estereotáctica

SRS: Radiocirugía Estereotáctica

SBRT: Radioterapia Estereotáctica Corporal

SRT: Radioterapia Estereotáctica

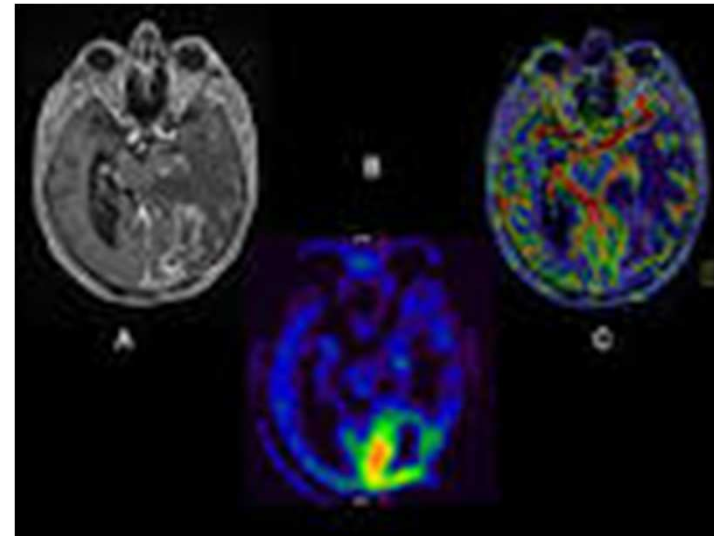
APBI: Irradiación Parcial de Mama



Innovaciones

imágenes:

espectroscopía, RM funcional, perfusión, difusión, metabólica, PET-CT



Técnicas quirúrgicas:

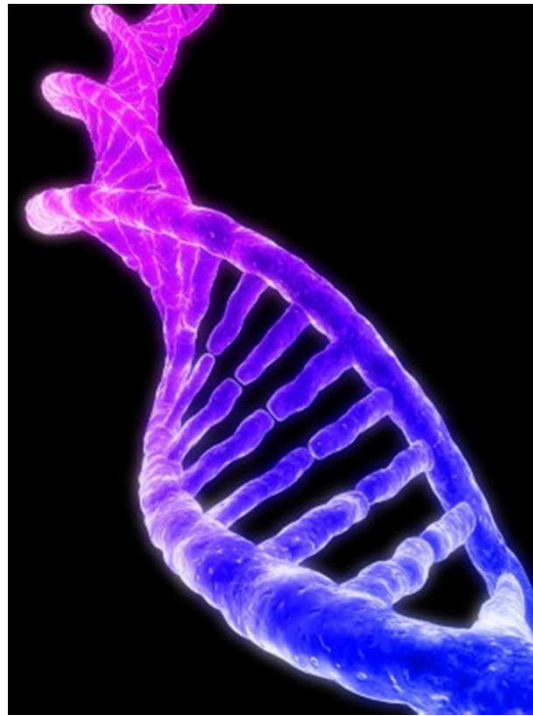
neuronavegación,
citorreducción,
estereotaxia



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Innovaciones

Biología molecular

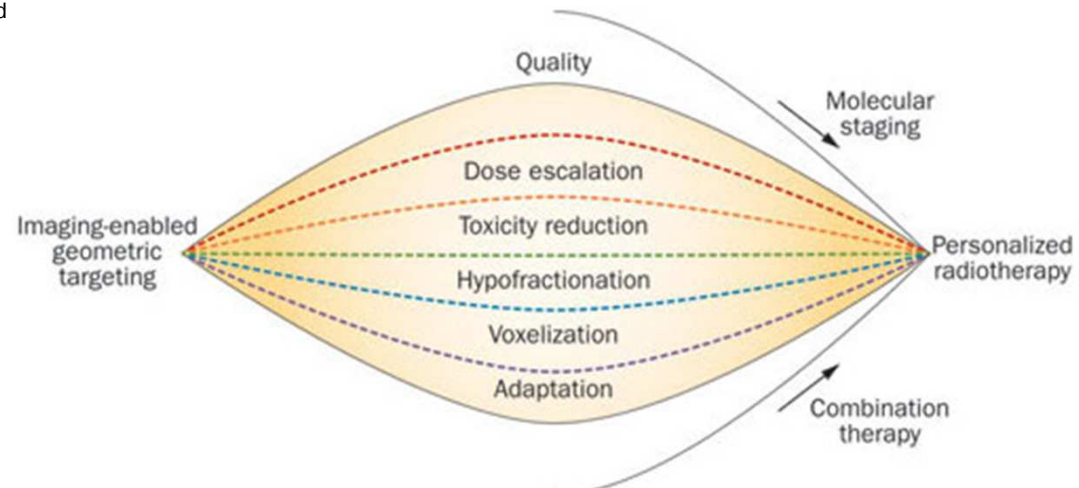


INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Innovaciones



1957 primer paciente tratado de retinoblastoma en el primer acelerador lineal de uso clínico del Hospital de Stanford



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Innovaciones

**Modalidades de Radioterapia:
IMRT, SRS, SBRT, APBI.**



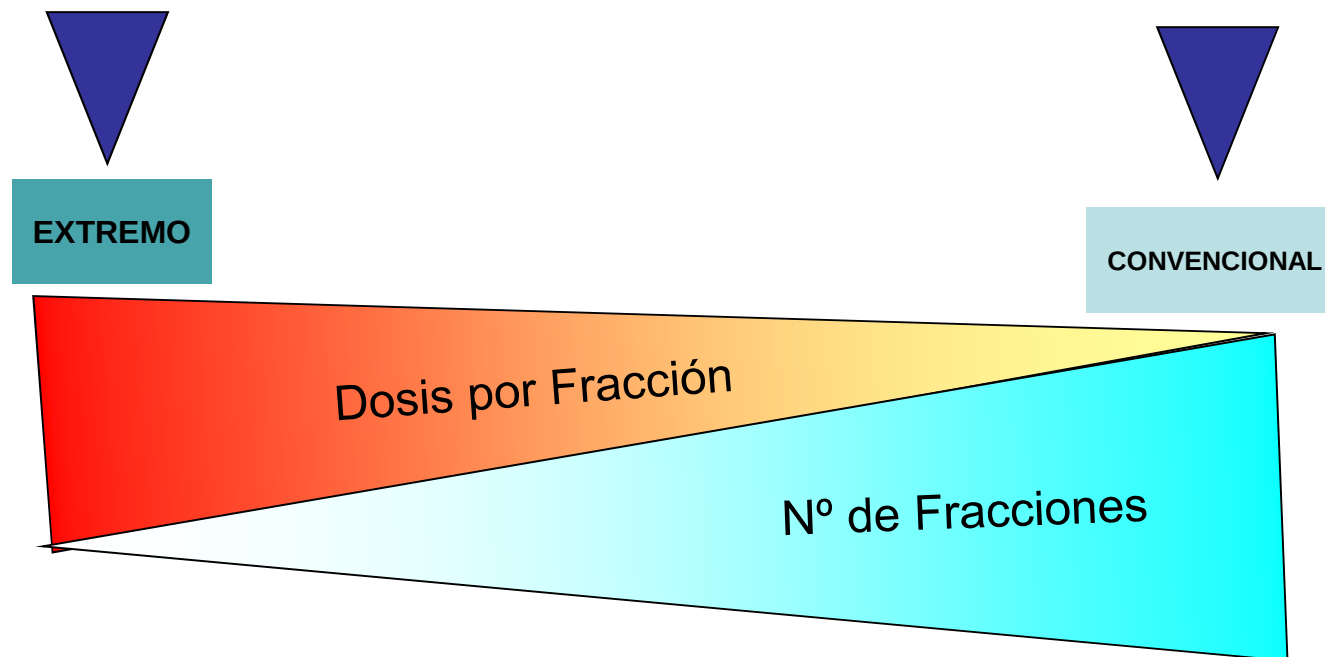
Reducción del tiempo de tratamiento

**Control tumoral....
Calidad de Vida....**

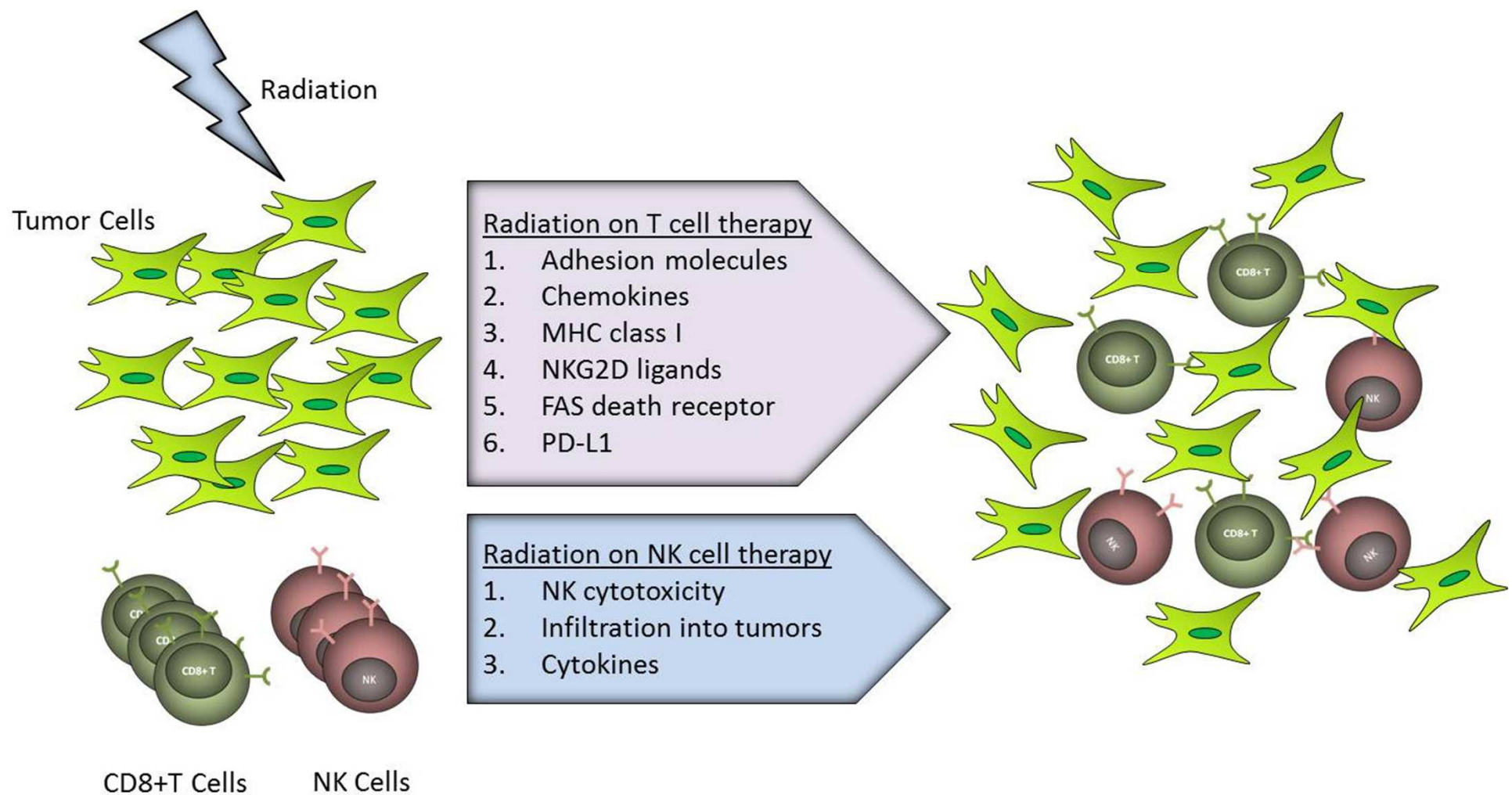


INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Fraccionamiento



Efecto Abscopal de la Radioterapia



Stereotactic Radiation Surgery

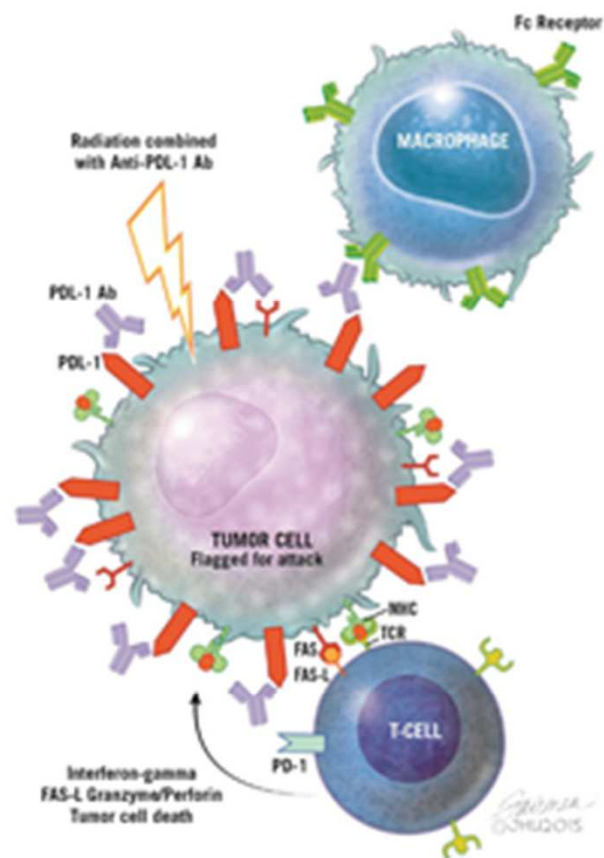
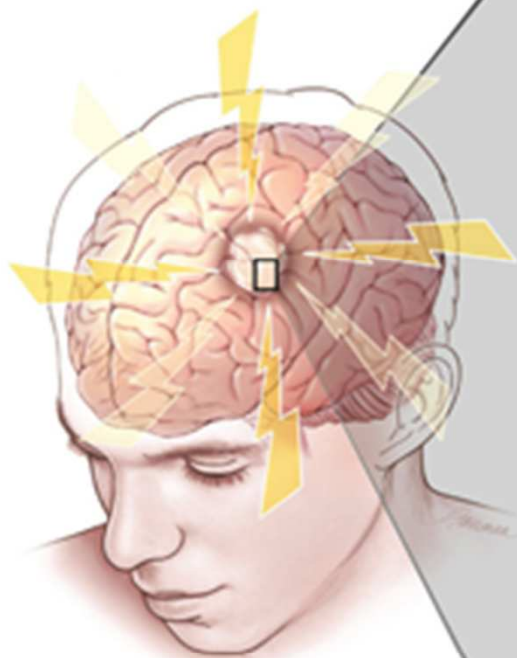
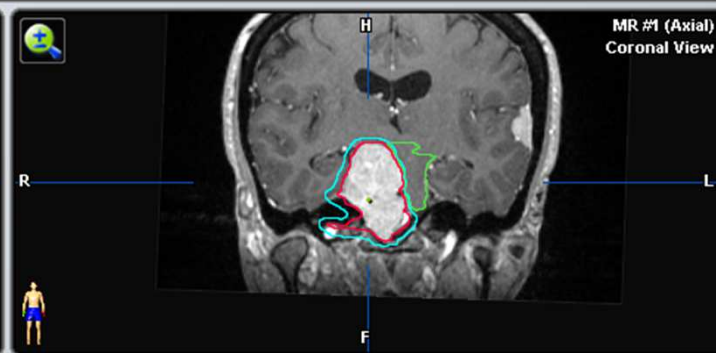
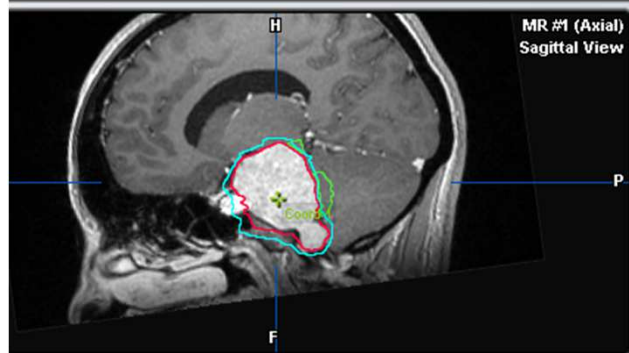
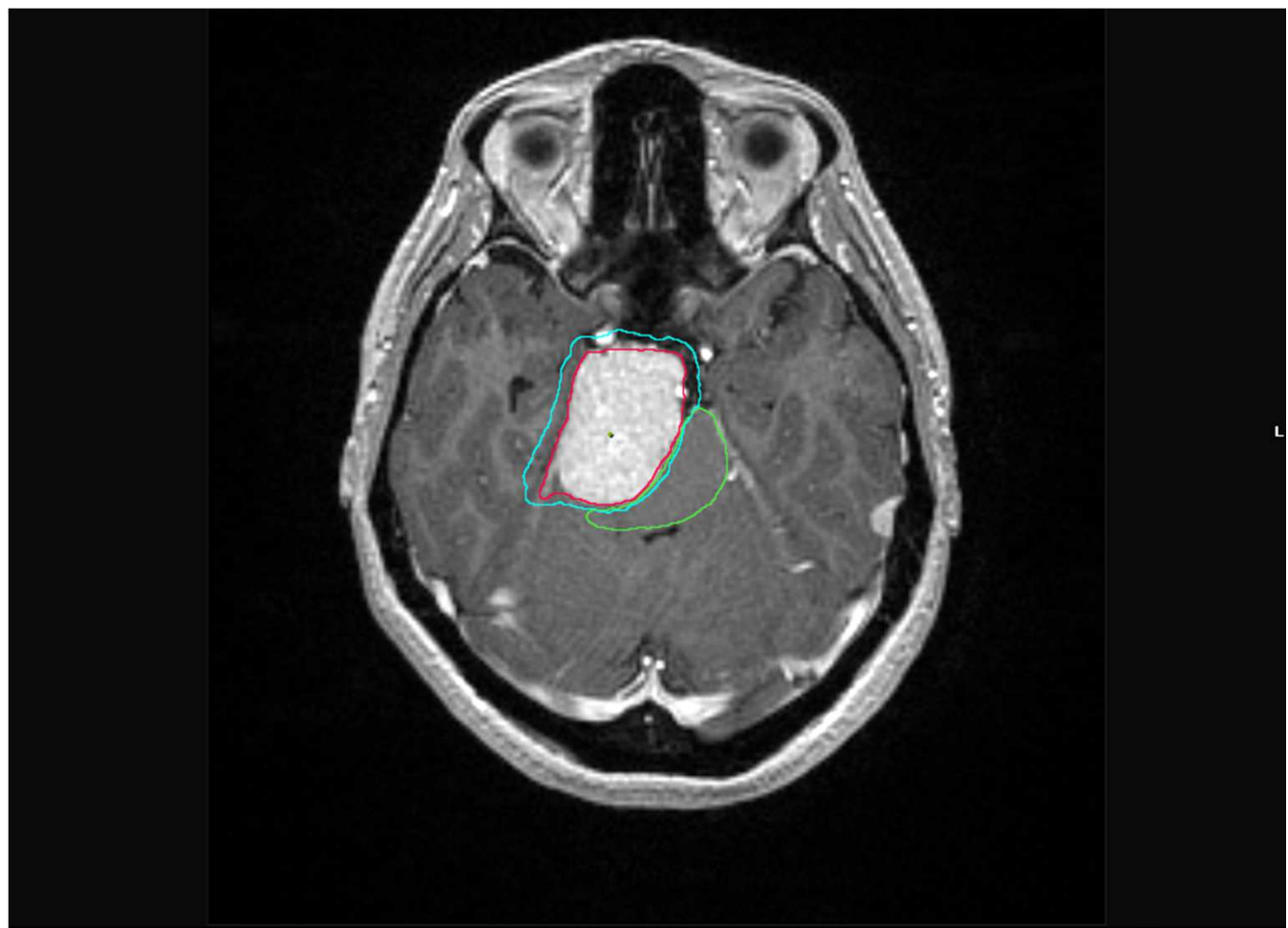
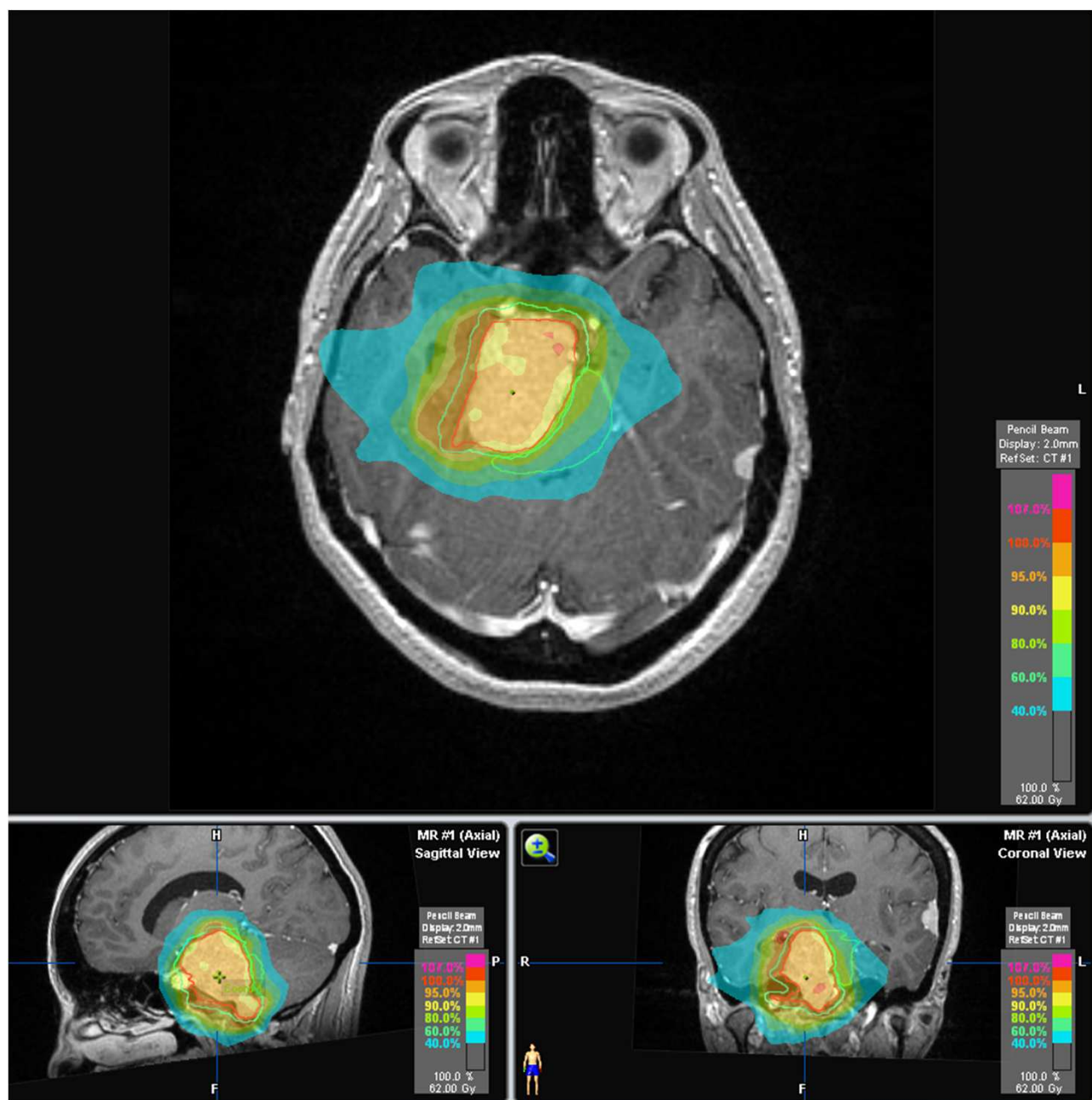
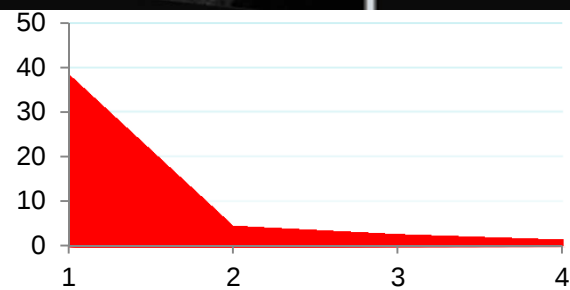
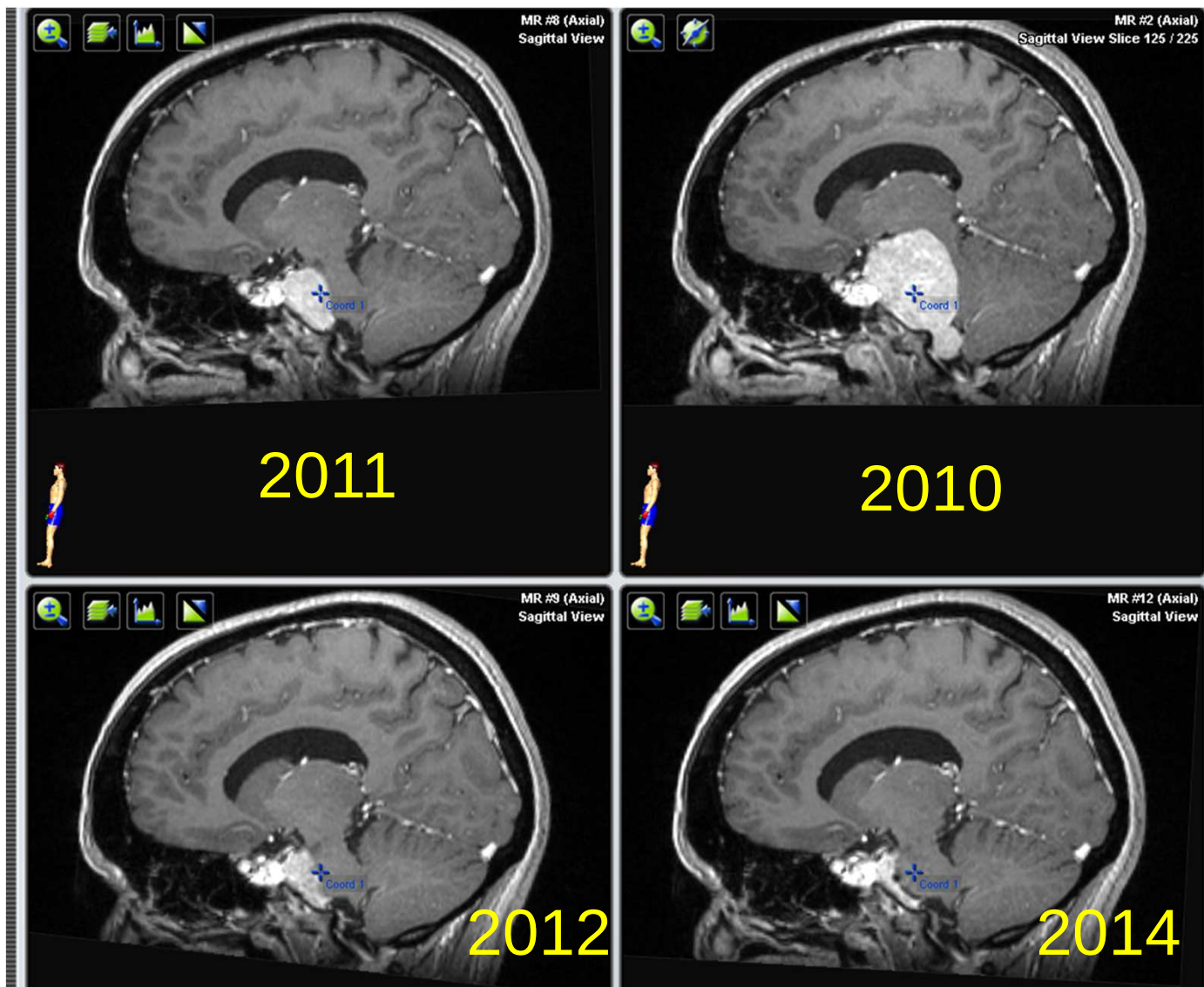


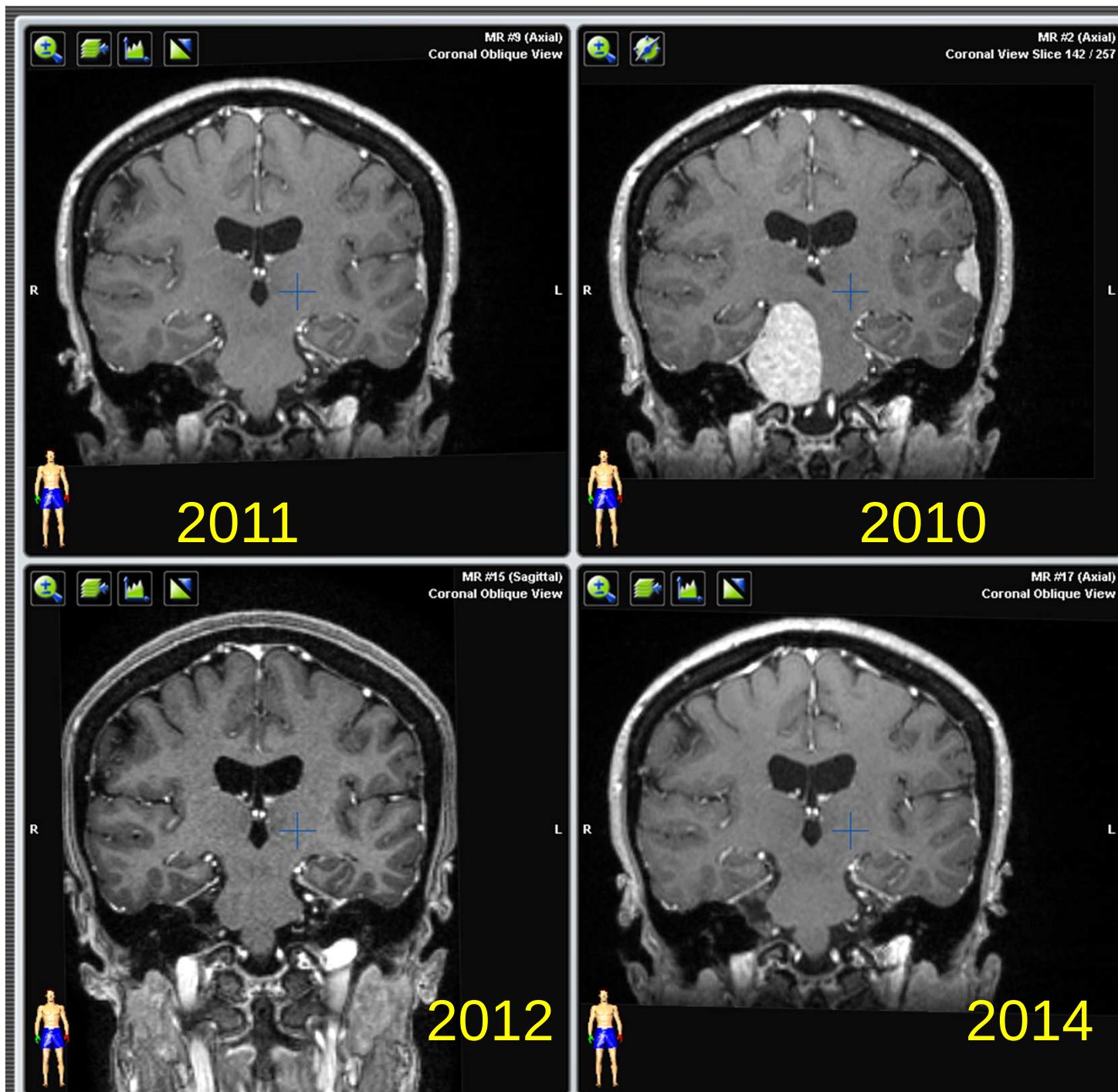
Figure 1: Potential Immune-Stimulatory Effects of Stereotactic Radiosurgery (SRS)—SRS may result in localized breakdown and/or permeability of the blood-brain barrier, enhancing drug delivery and immune cell infiltration. Radiation may also upregulate checkpoints, and thus checkpoint blockade may be key to harnessing the immune-stimulatory effects of radiation while mitigating any immune-suppressive effects of radiation.

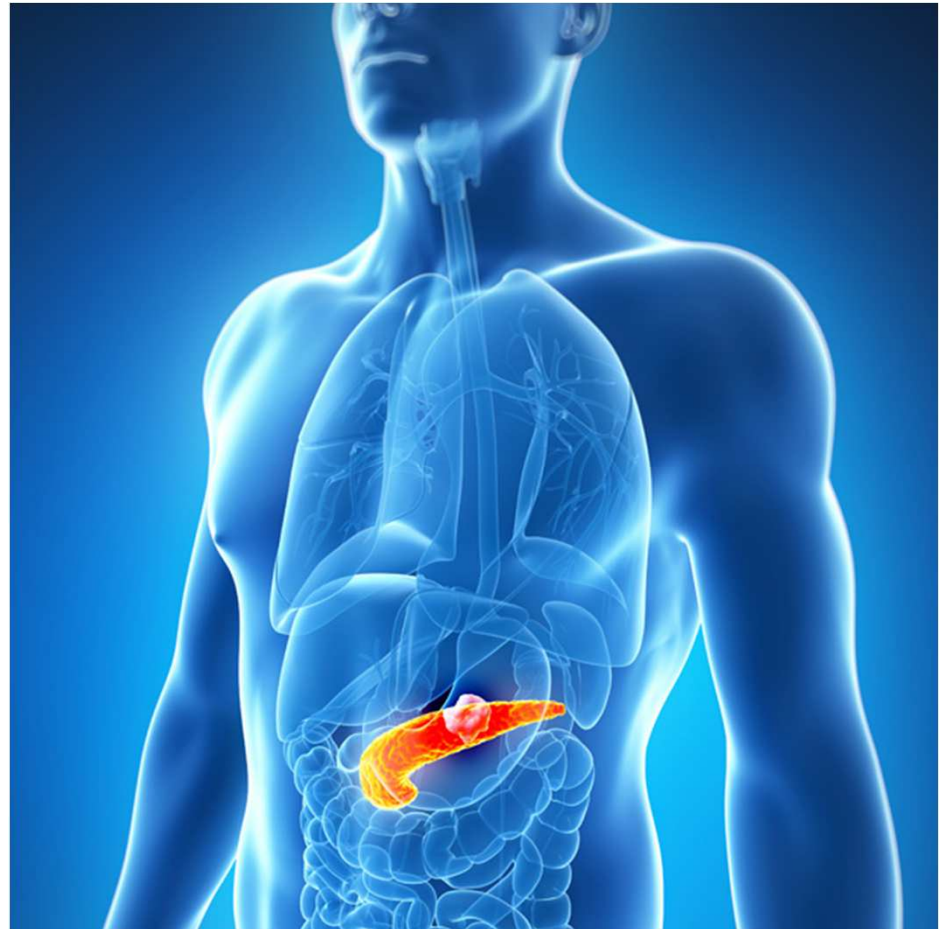












Stereotactic Body Radiation Therapy

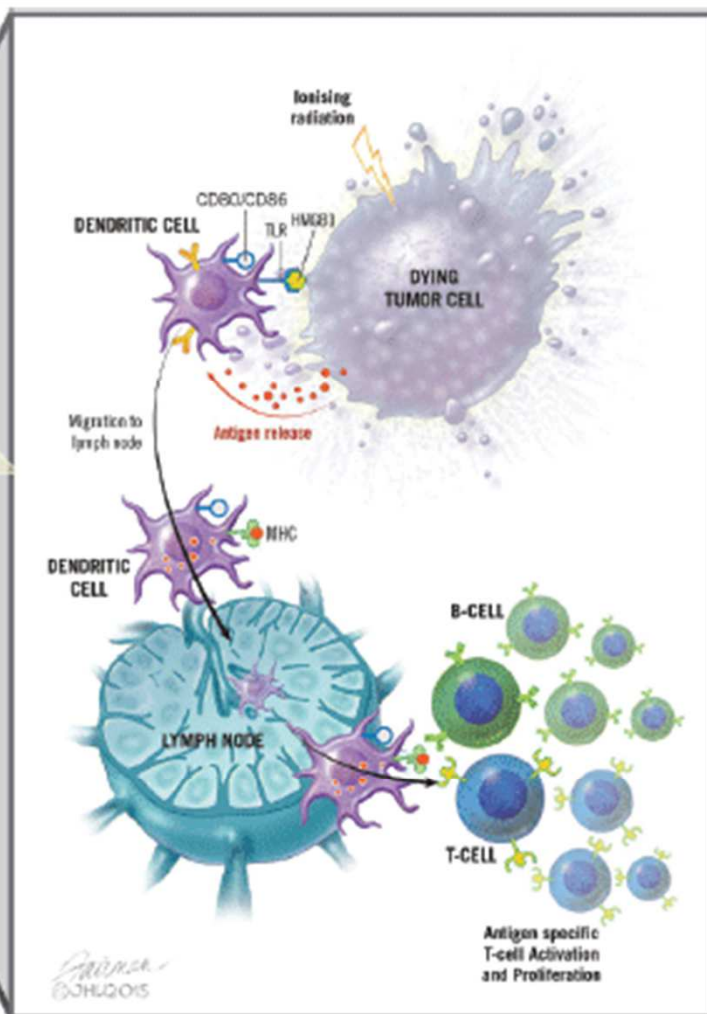
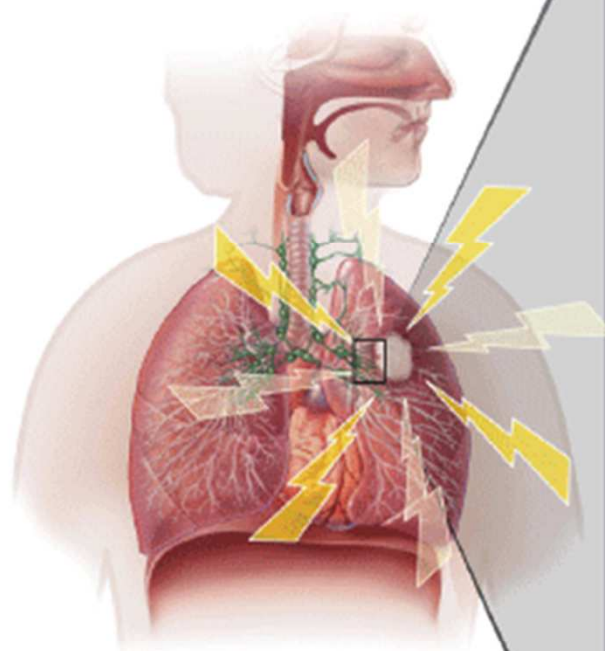


Figure 2: Potential Immune-Stimulatory Effects of SBRT for Lung Tumors—SBRT induces inflammatory cell death and activation of dendritic cell and antigen presentation in the draining lymph node, resulting in antigen-specific adaptive immune responses. SBRT = stereotactic body radiation therapy.

Tratamientos Estereotácticos

“PROGRAMA”

- Equipo de tratamiento
- Sistema de inmovilización
- Sistemas de calculo especial
- Estricto control de calidad
- Entrenamiento específico



Radiocirugía Estereotáctica (SRS)

Disciplina que utiliza radiaciones ionizantes externas para erradicar o inactivar determinados blancos sin la necesidad de hacer una incisión

Proceso de seguridad y control de calidad involucra un equipo multidisciplinario.

1-5 aplicaciones

Guía estereotáctica con marco fijo o máscara

J Neurosurg 106:1–5, 2007

Stereotactic radiosurgery—an organized neurosurgery-sanctioned definition

Radioterapia Estereotáctica: SRT

Es la **combinación** de la SRS con +5 fracciones

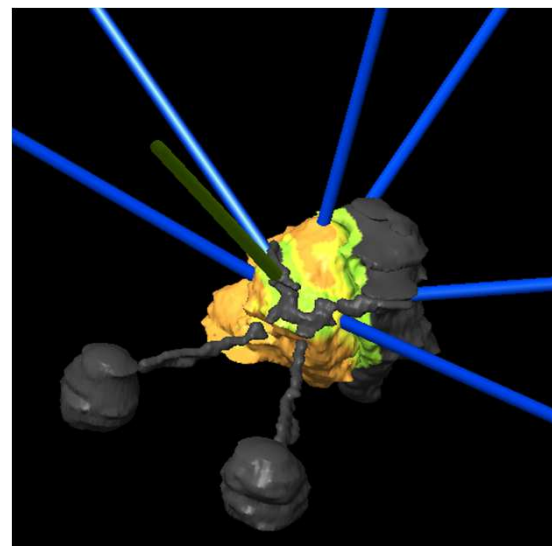
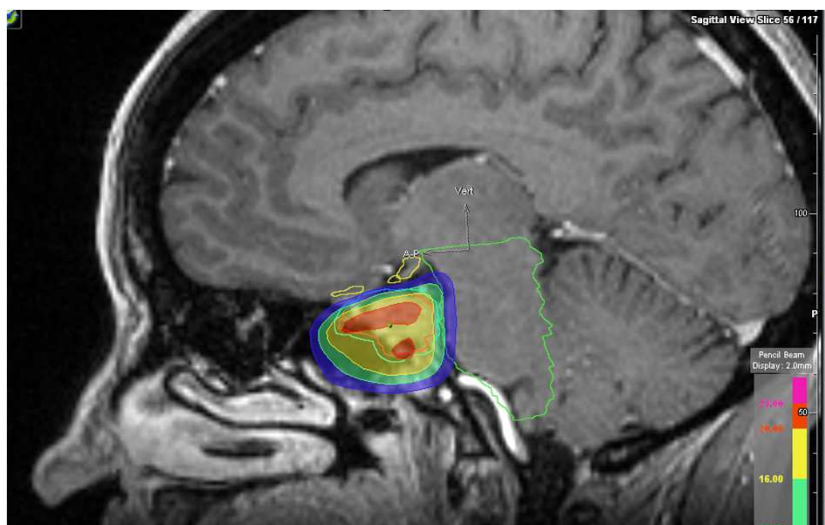
- **Precisión de la Estereotaxia.**
- **Ventajas biológicas del fraccionamiento.**

Elección en volúmenes próximos a órganos y áreas elocuentes: vía óptica, tronco cerebral .

Delannes, y cols. Fractionated radiotherapy of small inoperable lesions of the brain using a non-invasive stereotactic frame. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1991;21:749-755.

Intensidad Modulada

Se puede Modular la Intensidad del haz de irradiación dentro y en la periferia del volumen blanco para ambas técnicas.

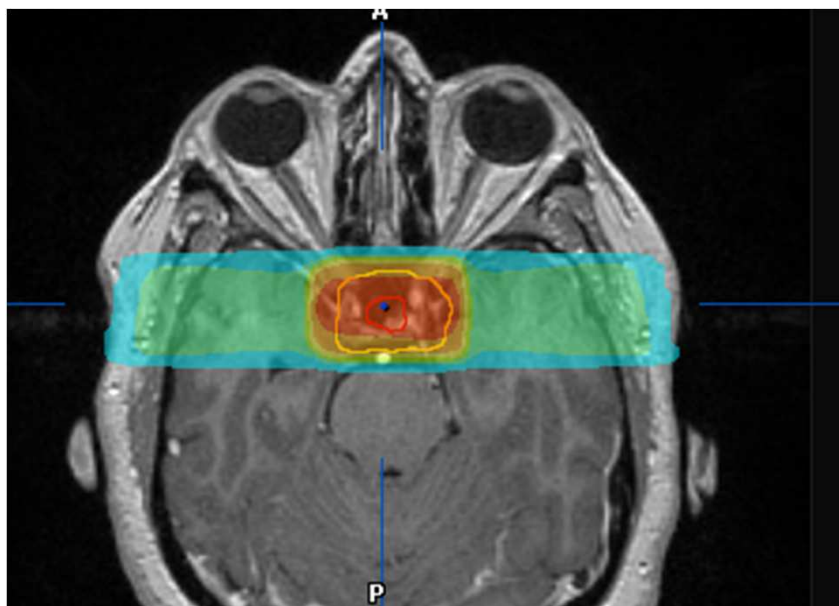


Benedict y col. Intensity-modulated stereotactic radiosurgery using dynamic micro-multileaf collimation. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2001;50:751-758.

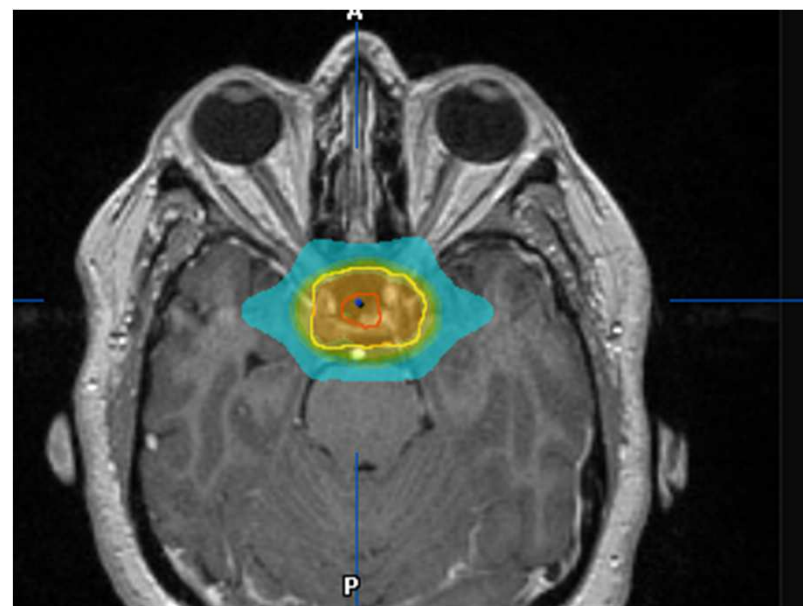
Wiggenraad y col. Stereotactic radiotherapy of intracranial tumors: a comparison of intensity-modulated radiotherapy and dynamic conformal arc. Int J Radiat Oncol Biol Phys 2009;74:1018-1026.

Ventajas de IMRT

3D



IMRT



SRS: Indicaciones



Metástasis cerebrales

Meningioma

Neurinoma del nervio acústico

Neurocitoma

Malformaciones arteriovenosas (MAV)

Tumores pituitarios

Astrocitoma de bajo grado

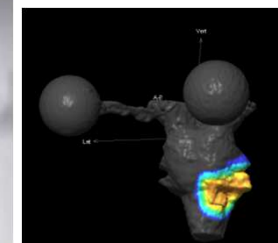
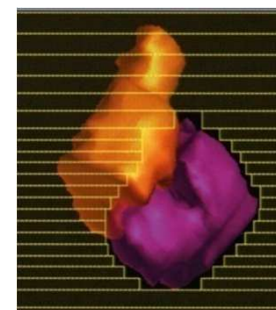
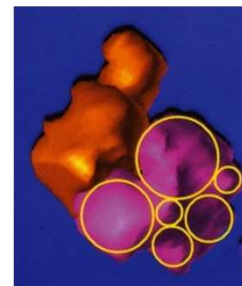
Craneofaringiomas

Cordomas

Tumores pediátricos

Trastornos funcionales

Equipos de Tratamiento



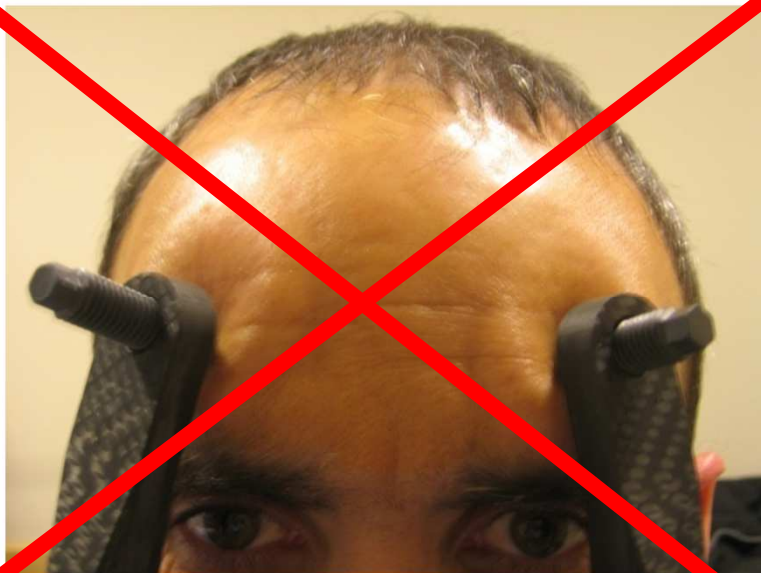
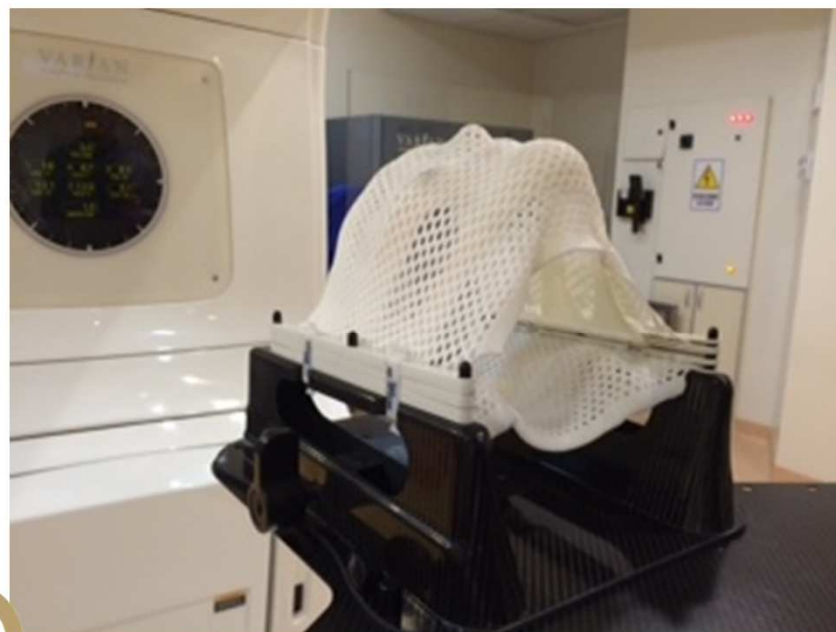
INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

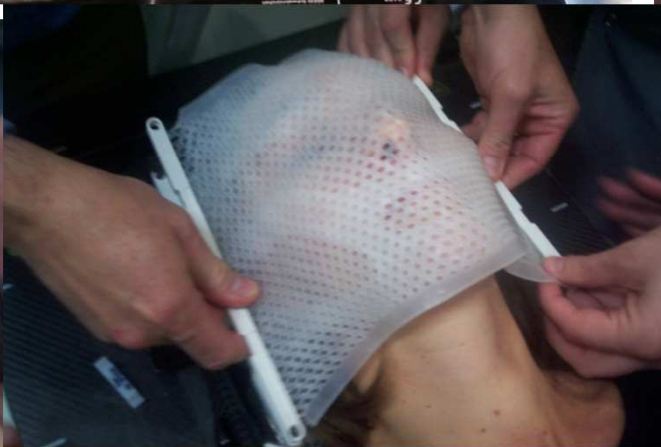
Inmovilización

1 fracción (marco/máscara)

+ 5 fr. (máscara)

Máscara: se puede volver a tratar múltiples veces, ej. metástasis





INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Adquisición de imágenes

Resonancia magnética en formato DICOM:

Cortes cada 1 mm

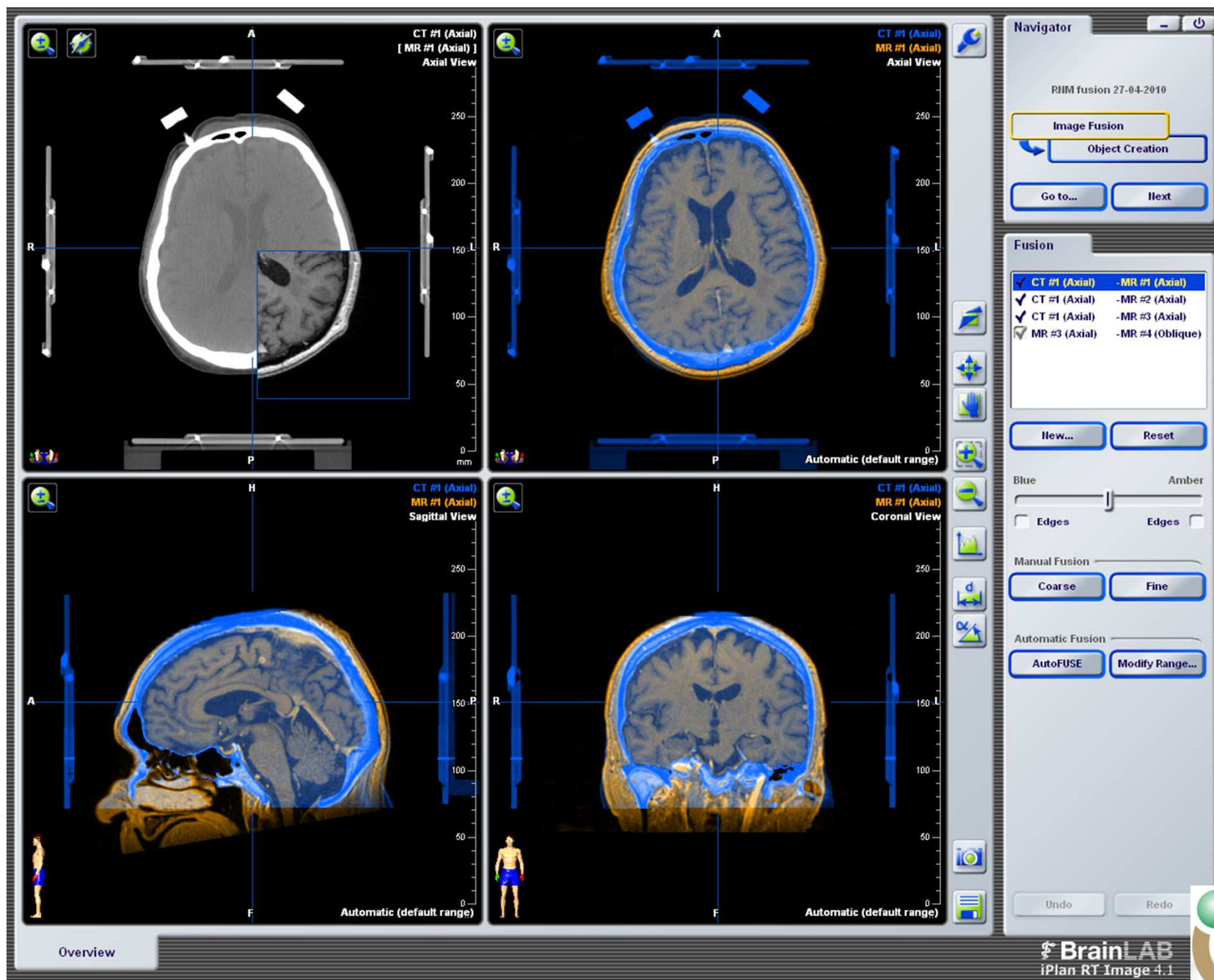
T1 con contraste

T2

Flair

Matriz cuadrada

Requiere la presencia del médico: verificar si la calidad de las imágenes son útiles y que secuencia nos permite ver e individualizar la lesión



Delineación de volúmenes

Radioncólogo

Neurocirujano

Neuro-radiólogo

GTV: tumor

PTV: margen

Órganos a riesgo y tejido sano

Objetivos de la Radioterapia Moderna

- 1. Intensificar la dosis: control tumoral**
- 2. Disminuir toxicidad en tejidos sanos**
- 3. Mejor calidad de vida**

Glioblastoma

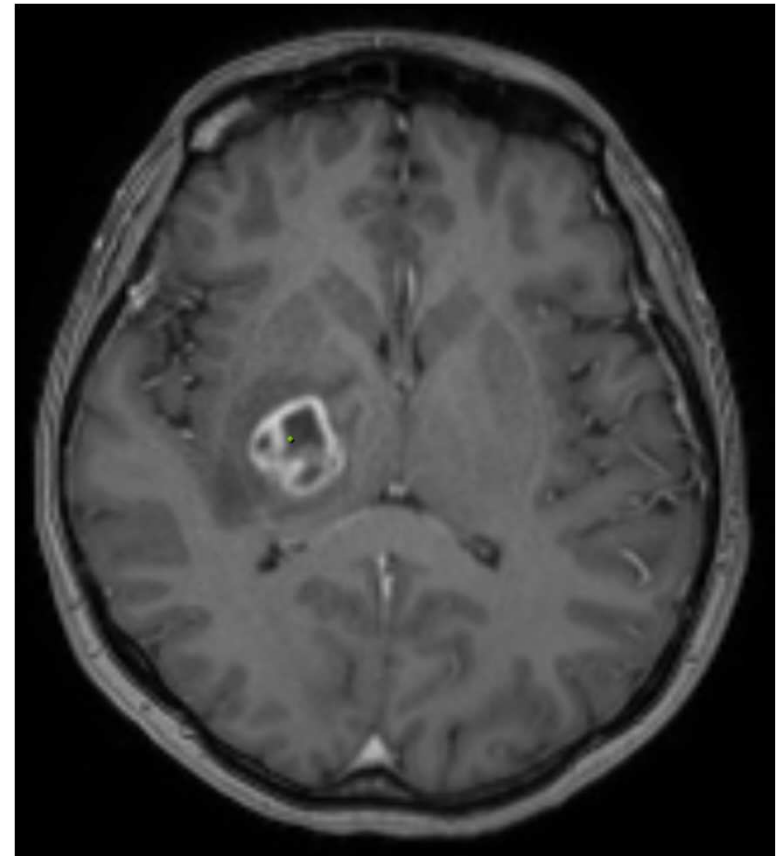
- **75% de los gliomas de alto grado**
- **5% de los tumores multicéntricos**
- **Deterioro neurológico**

Factores Pronósticos:

Edad

Cirugía

KPS

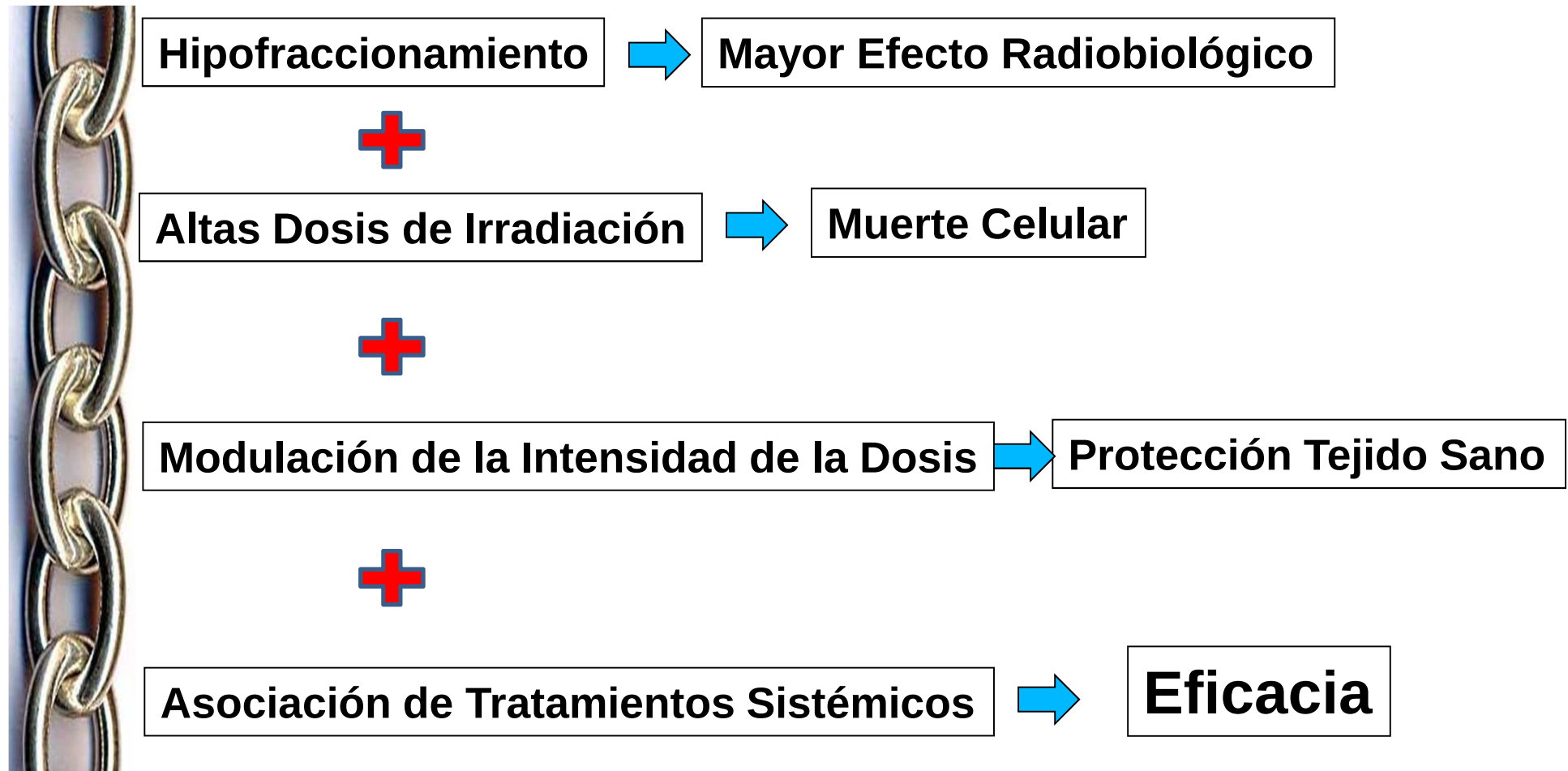


Recursive Partitioning Analysis: RPA

Factores Pronósticos	Clase I-II	Clase III-IV	Clase V-VI
KPS	>70	>70	<70
Histología	AA	AA-GBM	GBM
Edad (años)	<50	<50	>50
Estado Mental	SA	Alterado	Anormal
Sobrevida Media (meses)	40-60	11-18	5-9

Curran WJ Jr, et al. Recursive partitioning analysis of prognostic factors in three Radiation Therapy Oncology Group malignant glioma trials. *J Natl Cancer Inst*1993;85:704–710.

Hypofractionated radiotherapy for glioblastoma: strategy for poor-risk patients or hope for the future?



Radioterapia Hipofraccionada + TMZ

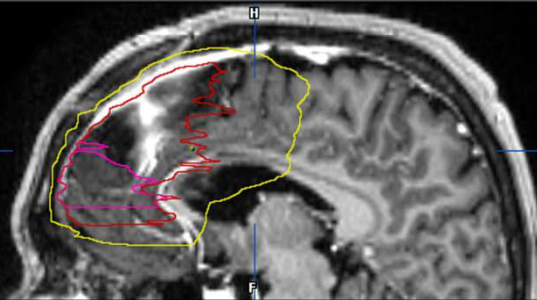
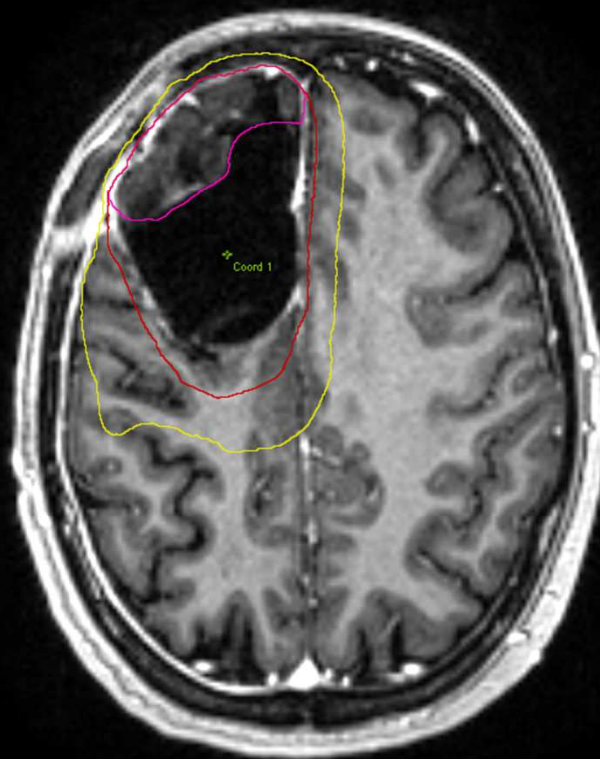
Autor	Estudio	Pts	SG meses
Chen	prospectivo	19	16
Penet Raymond	retrospectivo	35	14
Terasaki	prospectivo	26	16
Morganti	prospectivo	19	20

Total de Pacientes	99
SG meses	17

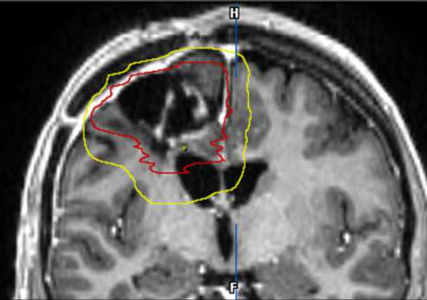




MR #2 (A
Slice 38



MR #2 (Axial)
Sagittal View



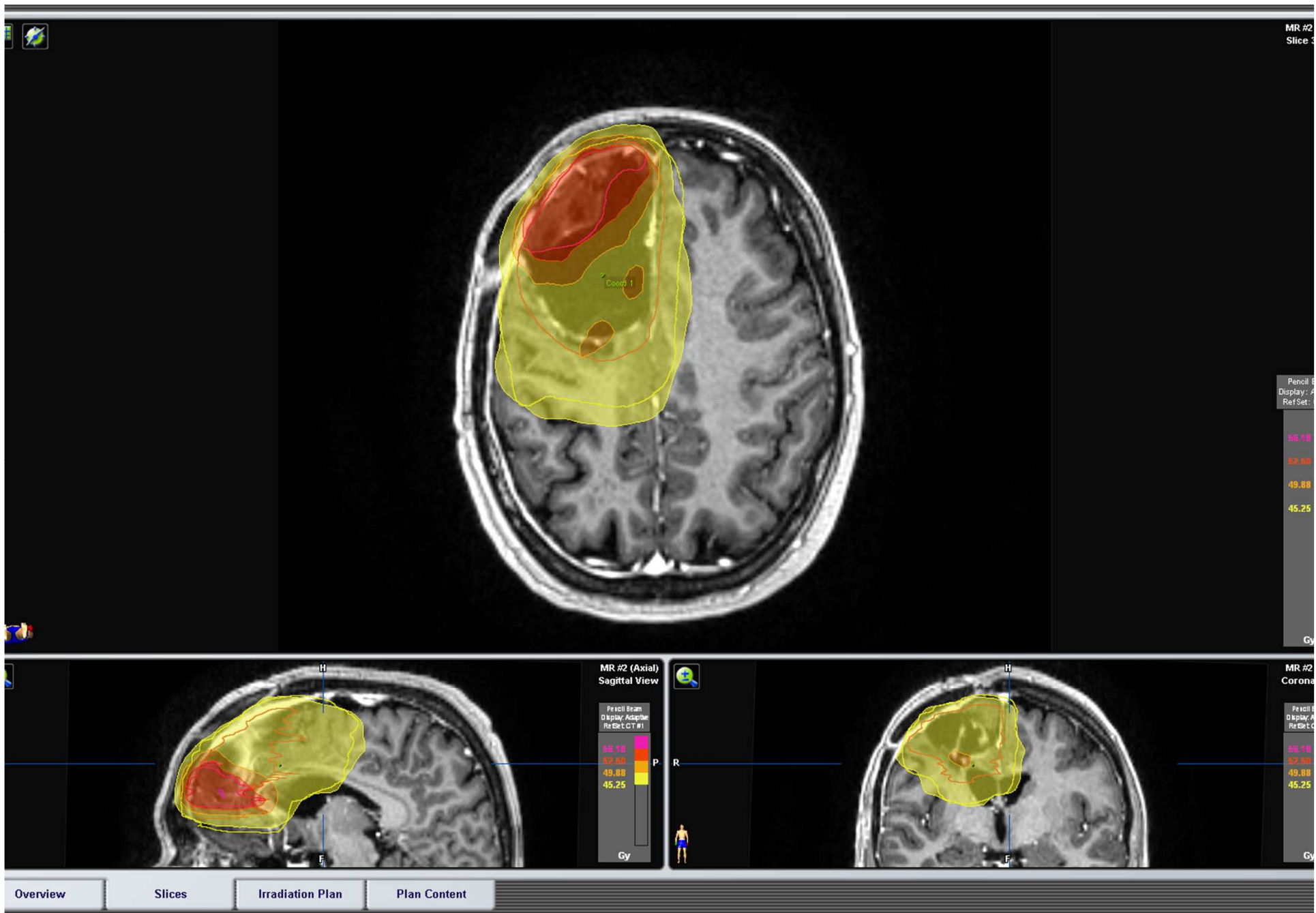
MR #2 (A
Coronal V

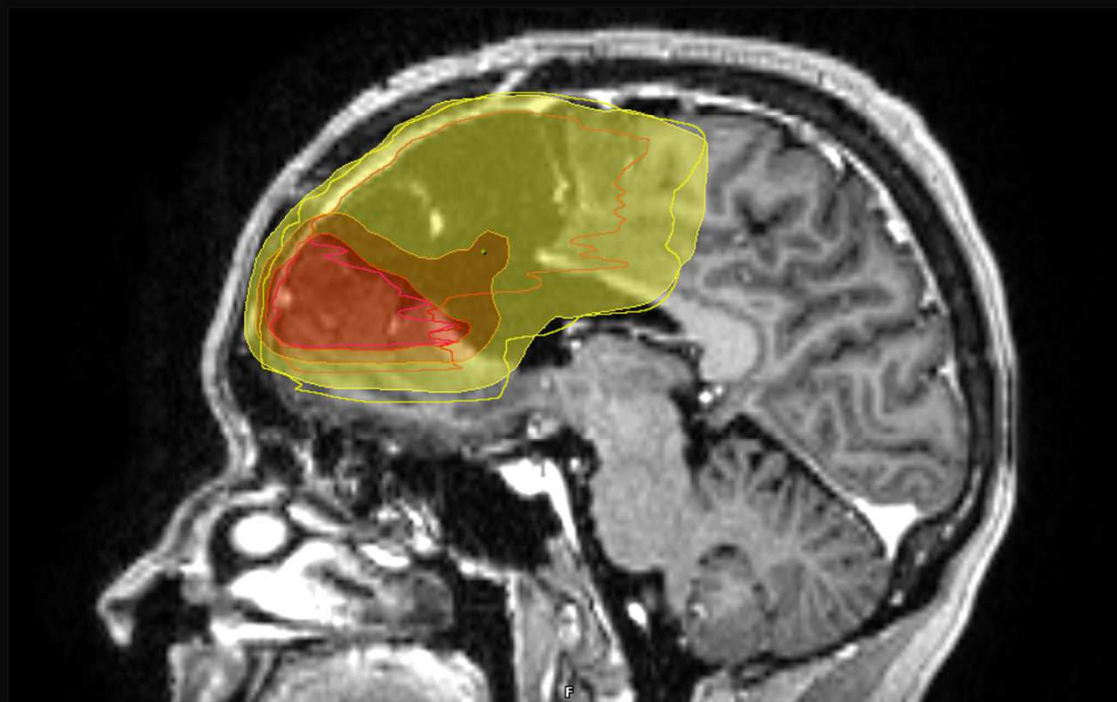
Overview

Slices

Irradiation Plan

Plan Content

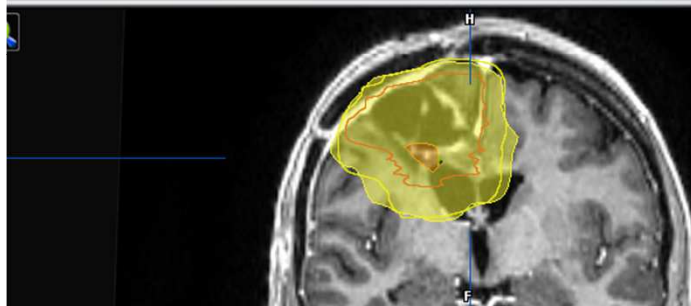




Pencil Beam
Display: Ada
RefSet: CT

58.18
52.50
49.88
45.25

Gy



MR #2 (Axial)
Coronal View

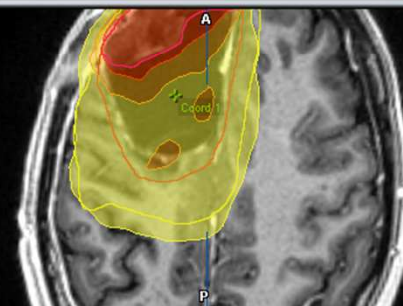
Pencil Beam
Display: Adap
RefSet: CT #1

58.18
52.50
49.88
45.25

Gy



L R



MR #2 (A)
Axial View

Pencil Beam
Display: Adap
RefSet: CT #1

58.18
52.50
49.88
45.25

Gy

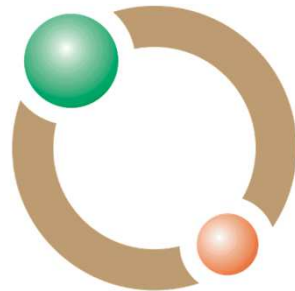
Overview

Slices

Irradiation Plan

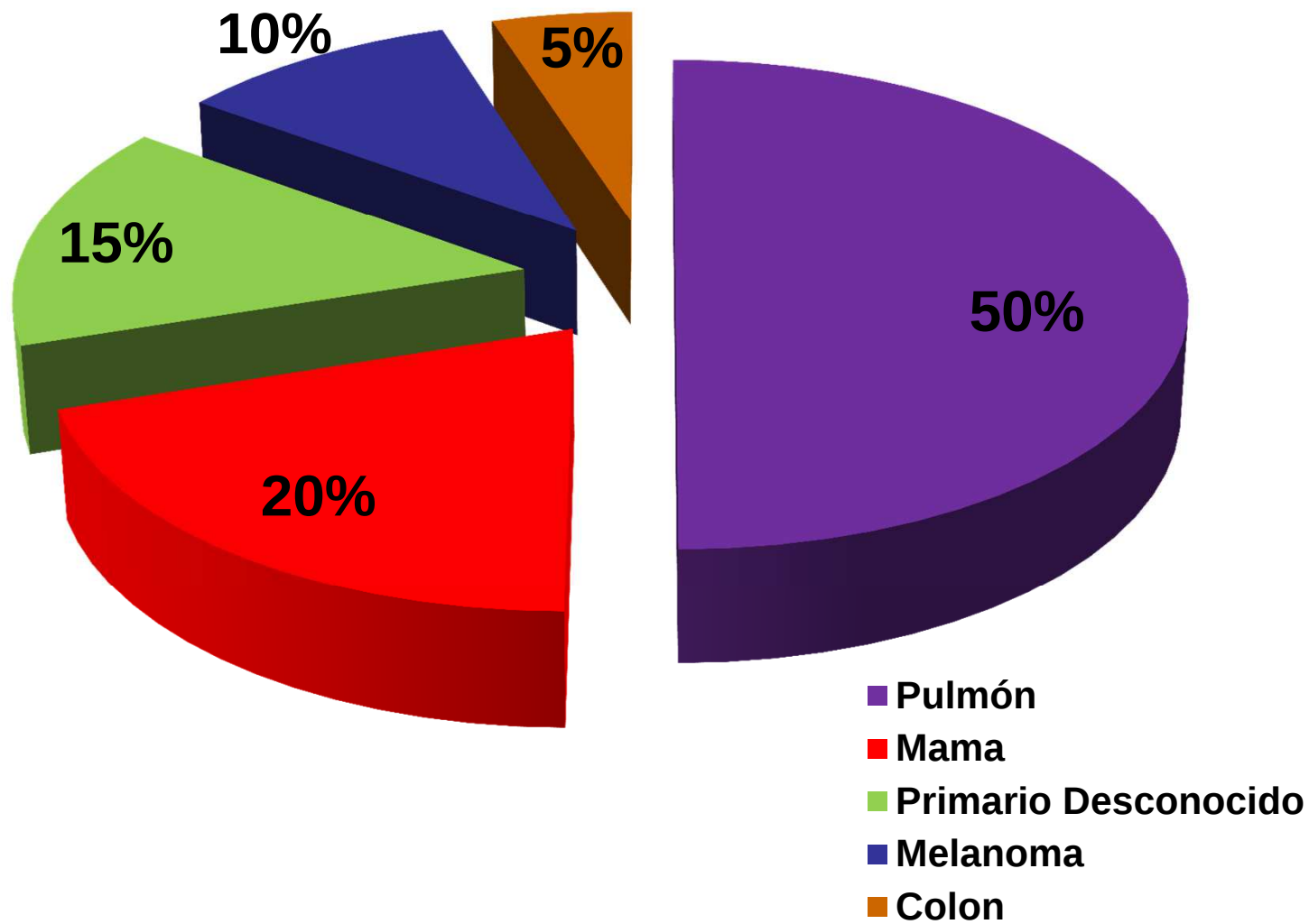
Plan Content

Metástasis Cerebrales



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

$\geq 170\ 000$ incidencia anual

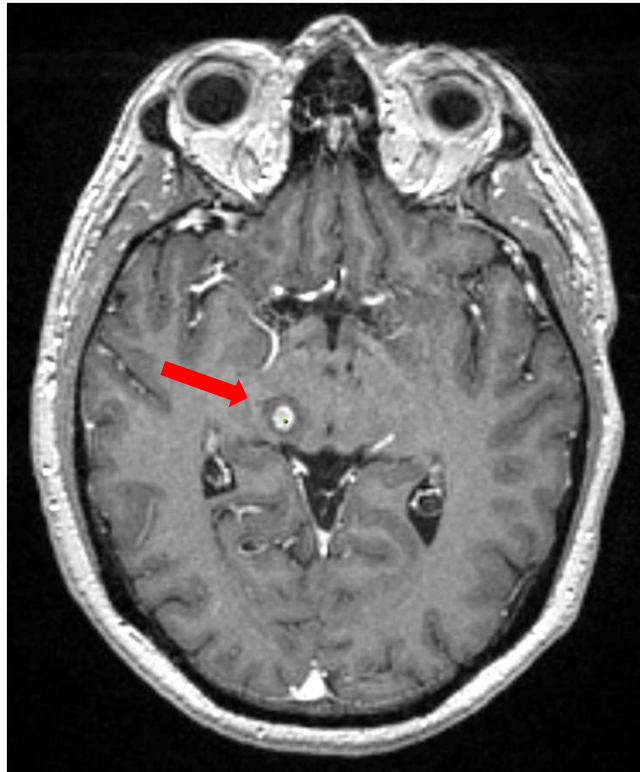


Equipo multidisciplinario

Oncólogo Clínico

Cuidados Paliativos

Neurocirujano



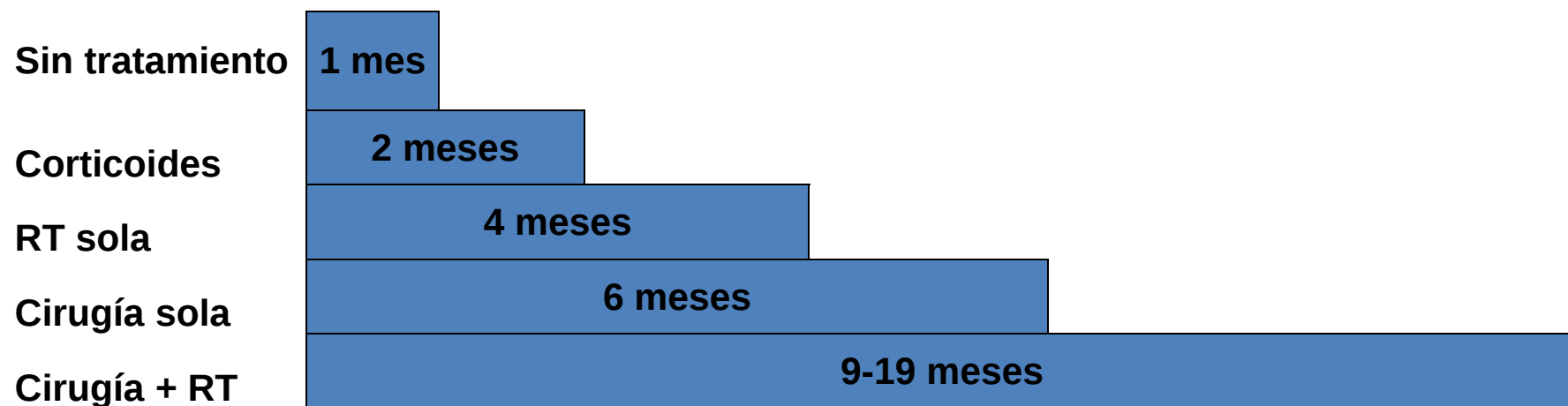
Neuro-radiólogo

Radioncólogo



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

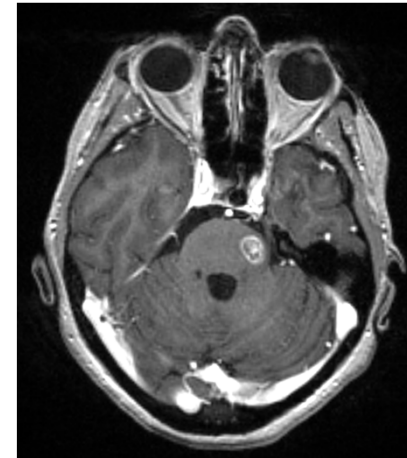
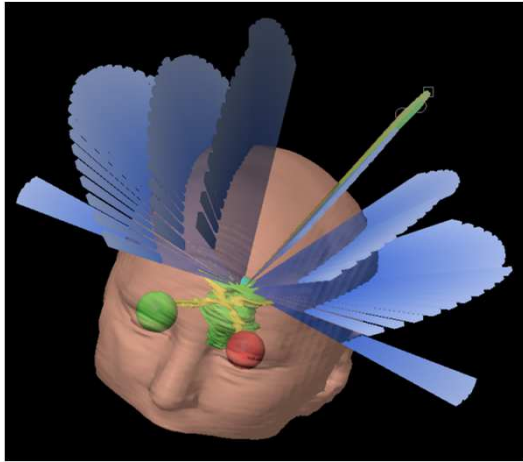
Sobrevida media



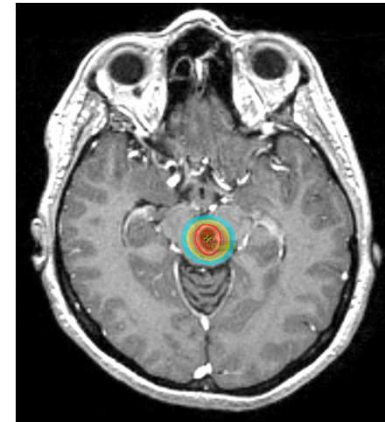
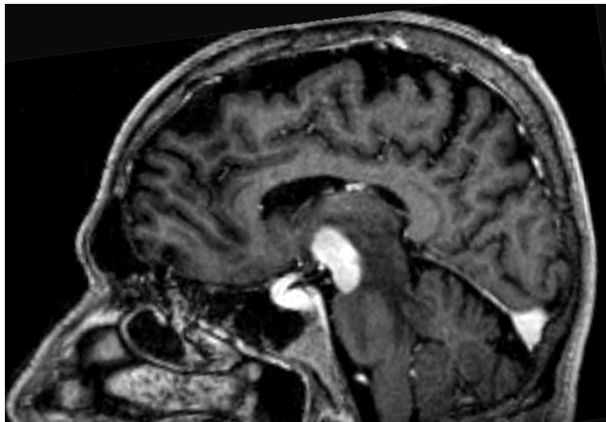
Recursive Partitioning Analysis: RPA

Factores Pronósticos	Clase I	Clase II	Clase III
KPS	>70	>70	<70
Primario	controlado	no controlado	
Edad	<65	>65	
Enfermedad sistémica	no	si	
Sobrevida Media (meses)	7.1	4.2	2.3
Incidencia	20%	65%	15%

Gaspar L, et al., Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1997;37:745-51



Metástasis Única



RADIOCIRUGÍA

Recursive Partitioning Analysis: RPA			
Factores Pronósticos	Clase I	Clase II	Clase III
KPS	>70	>70	<70
Primario	controlado	no controlado	
Edad	<65	>65	
Enfermedad sistémica	no	si	
Sobrevida Media (meses)	7.1	4.2	2.3
Incidencia	20%	65%	15%



RADIOCIRUGÍA

Trabajos	Equipo	Nº / histología	CL (%)
Andrews 2004	GK/LINAC	167 / mixto	82
Shehata 2004	GK	468 / mixto	97
Gerosa 2002	GK	1307 / mixto	93
Vesagas 2003	GK	174 / mixto	85
Jawahar 2004	GK	44 / pulmón	72
Sheehan 2002	GK	627 / pulmón	96
Combs 2004	LINAC	103 / mama	NS
Muacevic 2004	GK	197 / mama	94
Selek 2004	LINAC	153 / melanoma	49
Noel 2002	LINAC	61 / melanoma	84
Herfarth 2003	LINAC	122 / melanoma	81
Muacevic 2004	GK	376 / RCC	94
Noel 2004	LINAC	65 / RCC	93
Sheehan 2003	GK	146 / RCC	96



Neurocognition in patients with brain metastases treated with radiosurgery or radiosurgery plus whole-brain irradiation: a randomised controlled trial

Eric L Chang, Jeffrey S Wefel, Kenneth R Hess, Pamela K Allen, Frederick F Lang, David G Kornguth, Rebecca B Arbuckle, J Michael Swint, Almon S Shiu, Moshe H Maor, Christina A Meyers

WBRT + SRS vs SRS sola.

1º Funciones de aprendizaje y memoria

2º Control local y sobrevida



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Deterioro memoria

52% SRS + WBRT vs 24% SRS sola

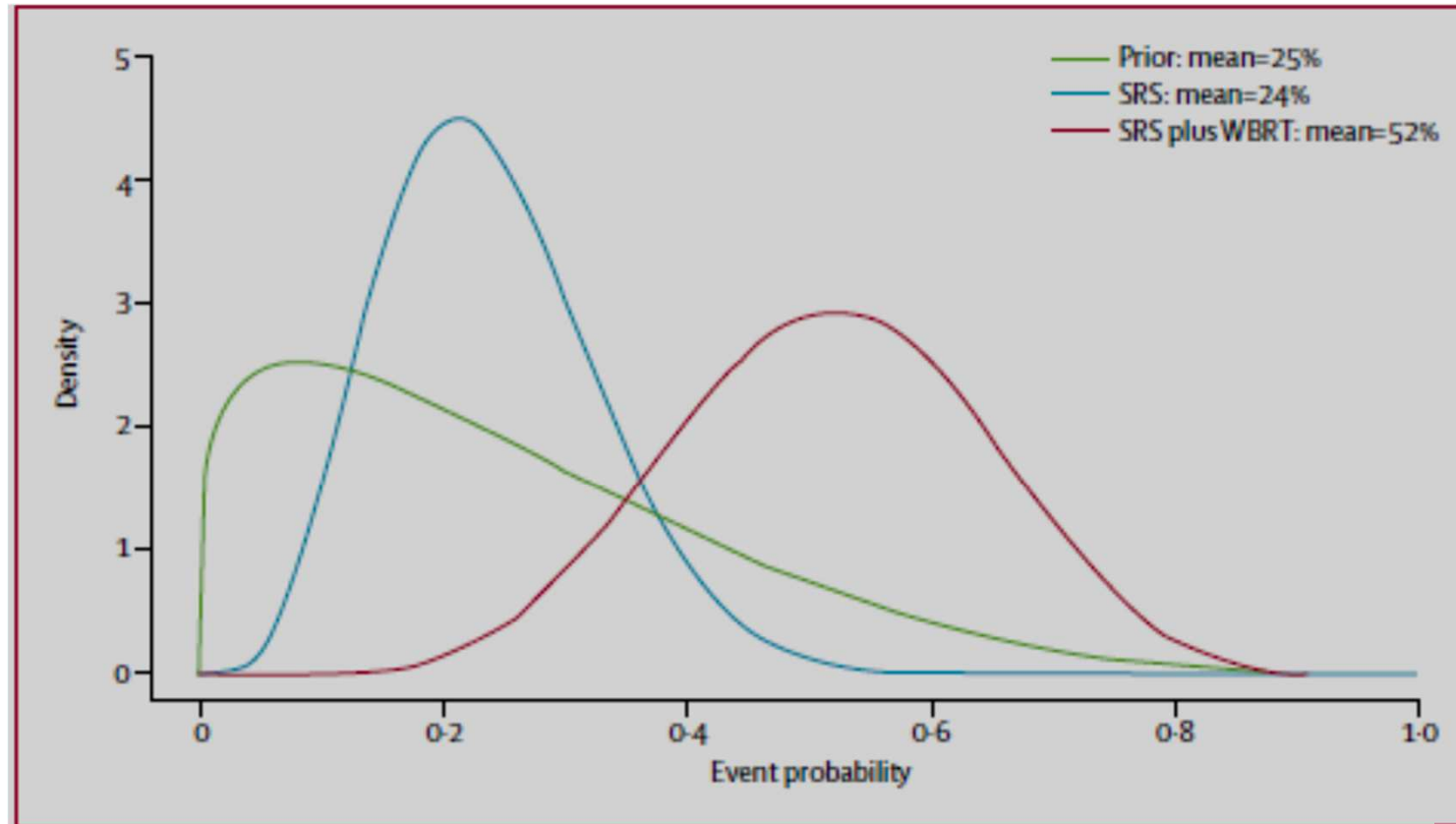


Figure 2: Prior and posterior distributions of probability of cognitive decline (5 points or greater fall from baseline) assessed by HVL-R (total recall)

SRS=stereotactic radiosurgery. WBRT=whole-brain radiotherapy.



SRS en lecho quirúrgico



SRS en lecho quirúrgico

Trabajos			
Autor	N	Márgenes (mm)	CL (%) a 1 año
Soltys (08´)	67	0	79
Korlovikz (09´)	52	2	82
Do (09´)	30	1 - 3	82
Iwai (08´)	21	0	76
Stanford (09´´)	120	0 - 2	90





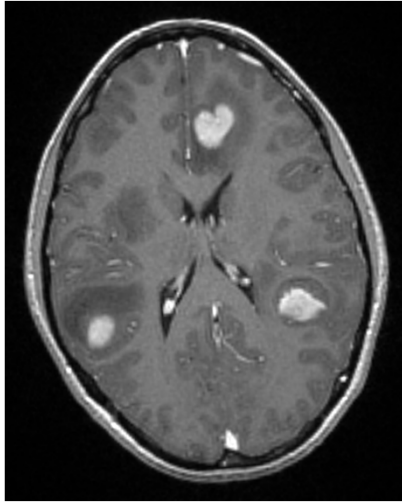
Special Article

Radiotherapeutic and surgical management for newly diagnosed brain metastasis(es): An American Society for Radiation Oncology evidence-based guideline

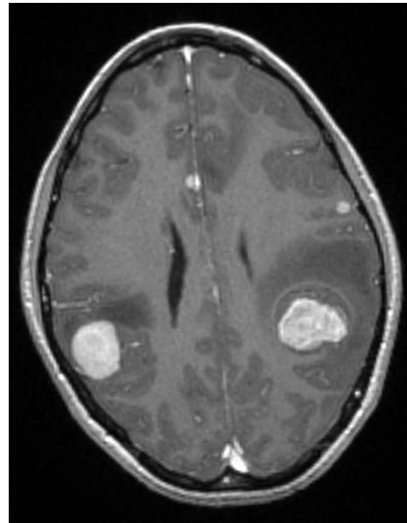
May N. Tsao MD^{a,*}, Dirk Rades MD^b, Andrew Wirth MD^c, Simon S. Lo MD^d, Brita L. Danielson MD^e, Laurie E. Gaspar MD, MBA^f, Paul W. Sperduto MD, MPP^g, Michael A. Vogelbaum MD, PhD^h, Jeffrey D. Radawski MDⁱ, Jian Z. Wang PhDⁿ, Michael T. Gillin PhD^j, Najeeb Mohideen MD^k, Carol A. Hahn MD^l, Eric L. Chang MD^m

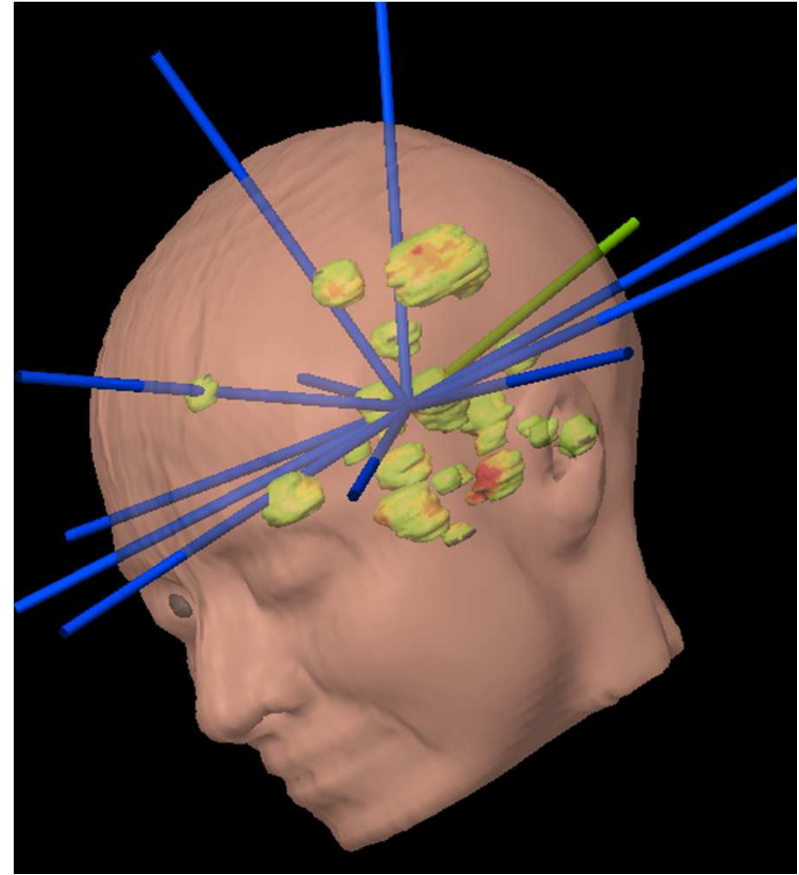
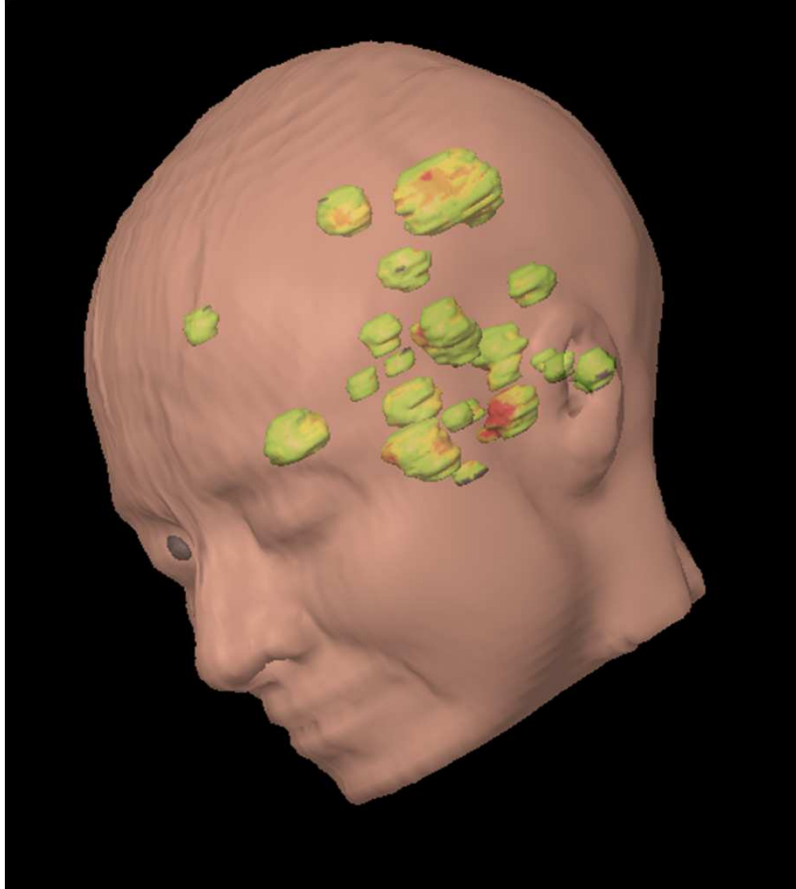
Niveles de Evidencia	
Nivel I	Trabajo diseñado controlado randomizado
Nivel II	Trabajo diseñado controlado no randomizado
Nivel III	Trabajos de múltiples series con o sin intervención

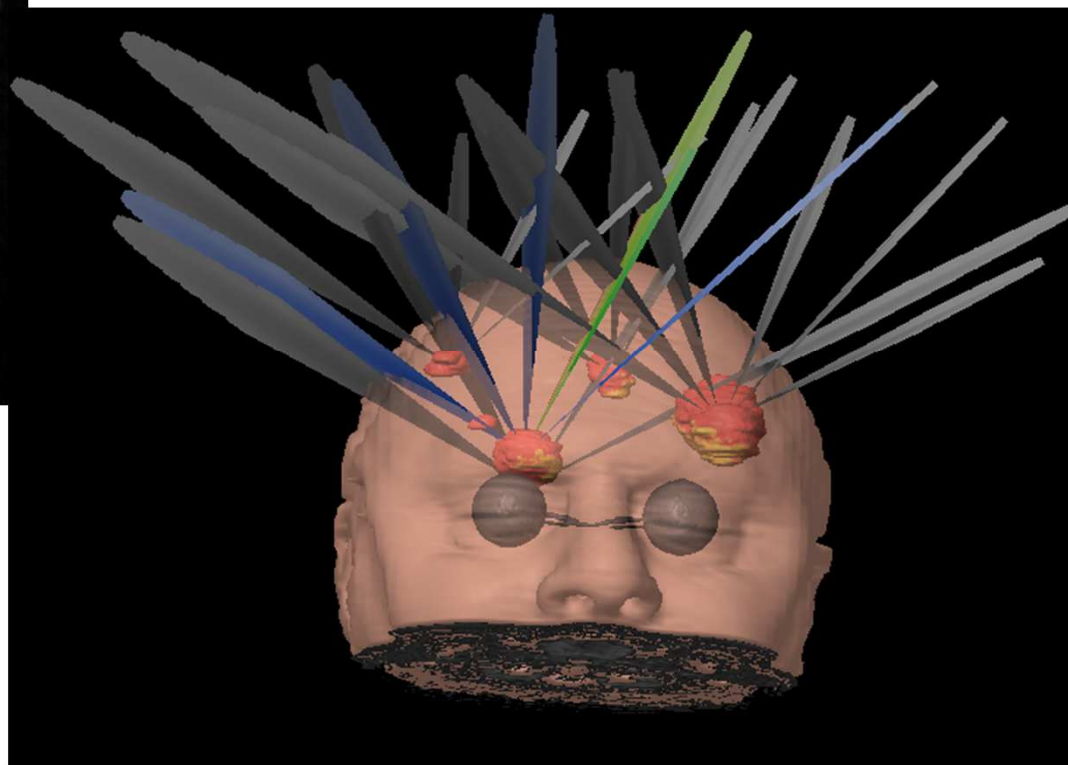
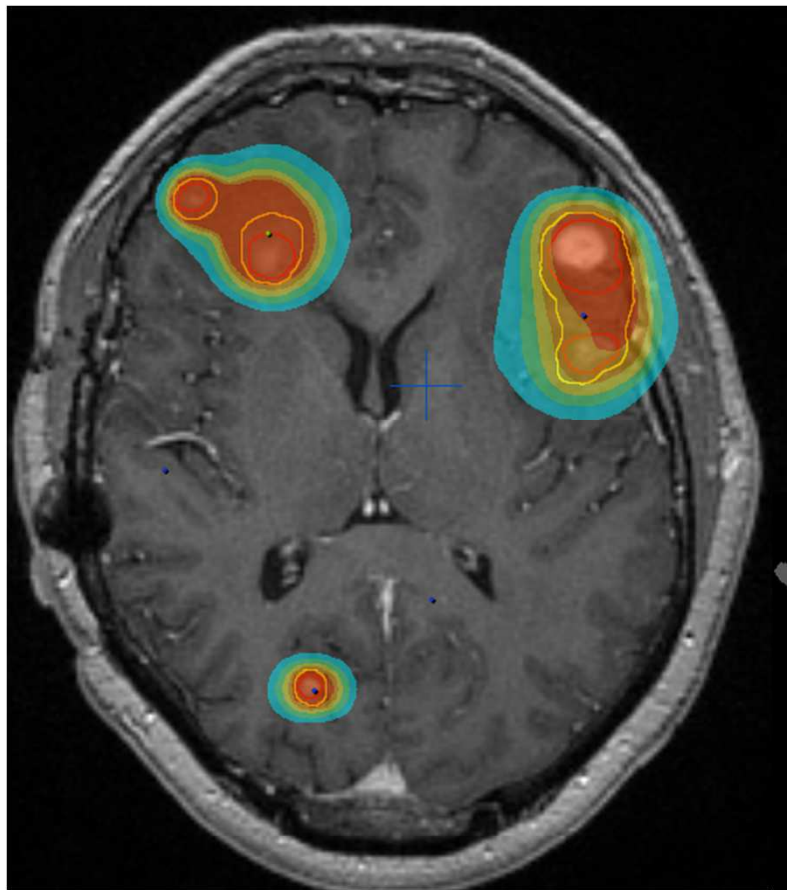
Manejo Inicial de las Metástasis Únicas						
Categoría	Cirugía	Tratamiento y Nivel de Evidencia	Beneficio Clínico			
			SV	CL	Control Encefálico	Función Neurocognitiva
Buen Pronóstico SV > 3 meses	Quirúrgica	Lesiones <3-4 cm diámetro				
		Cirugía + WBRT: Nivel 1	X	X	X	
		Radiocirugía + WBRT Nivel 1	X	X	X	
		Radiocirugía sola: Nivel 1	X	X		X
		Cirugía + Radiocirugía al lecho +/- WBRT: Nivel 3		X	X	
		Lesiones >3-4cm				
		Cirugía + WBRT: Nivel 1	X	X	X	
		Cirugía + WBRT+- boost SRS: Nivel 3		X	X	
	No quirúrgica	Lesiones <3-4 cm diámetro				
		Radiocirugía + WBRT: Nivel 1	X	X	X	
		Radiocirugía sola: Nivel 1		X		X
		Lesiones >3-4cm				
		WBRT y considerar biopsia Nivel 3	X	X	X	
Mal pronóstico con SV <3 meses		WBRT: Nivel 3		X	X	
		Cuidados paliativos sin RT: Nivel 3				



Metástasis Múltiples







Manejo Inicial de Múltiples Metástasis				
Categoría Pronóstica	Terapéuticas y Evidencia			
		Control Local	Control Encefálico	Función Neurocognitiva
Buen pronóstico: SV >3 meses	Radiocirugía + WBRT: Nivel 1	x	x	
	Radiocirugía sola: Nivel 1	x		x
	WBRT: Nivel 1	x	x	
	Lesiones efecto de masa			
	Cirugía + WBRT: Nivel 3	x	x	
	Lesiones >3-4cm			
	WBRT: Nivel 3	x	x	
Mal pronóstico con SV <3 meses	Cuidados paliativos: Nivel 3			

RECIDIVA – PROGRESION

Nivel de evidencia III

Reporte de series

PS 1-2

Intervalo de 4 meses

Re-irradiación con SRS			
Autor	Pts	Evento	SV media
Akyurek (07´)	15	Recidiva / Progresión	14 meses
Chen (00´)	45	Recidiva / Progresión	7 meses
Combs (04´)	39	Recidiva / Progresión	19 meses
Davey (07)	35	Recidiva / Progresión	4 meses
Hoffman (01)	53	Recidiva / Progresión	10 meses
Noel (03´)	36	Recidiva / Progresión	8 meses

Tumores de Base de Cráneo

Meningioma

Neurinoma del 8ºpc

Adenoma de hipófisis

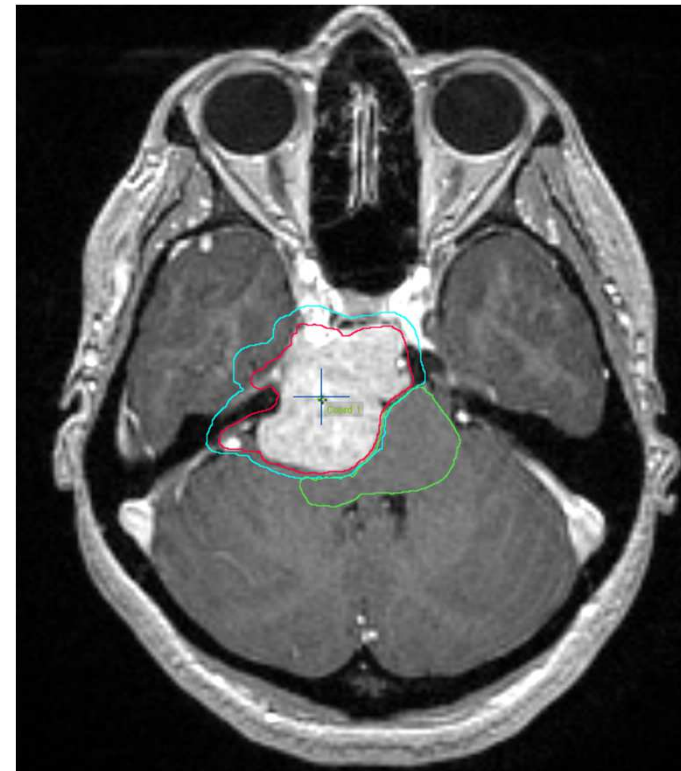
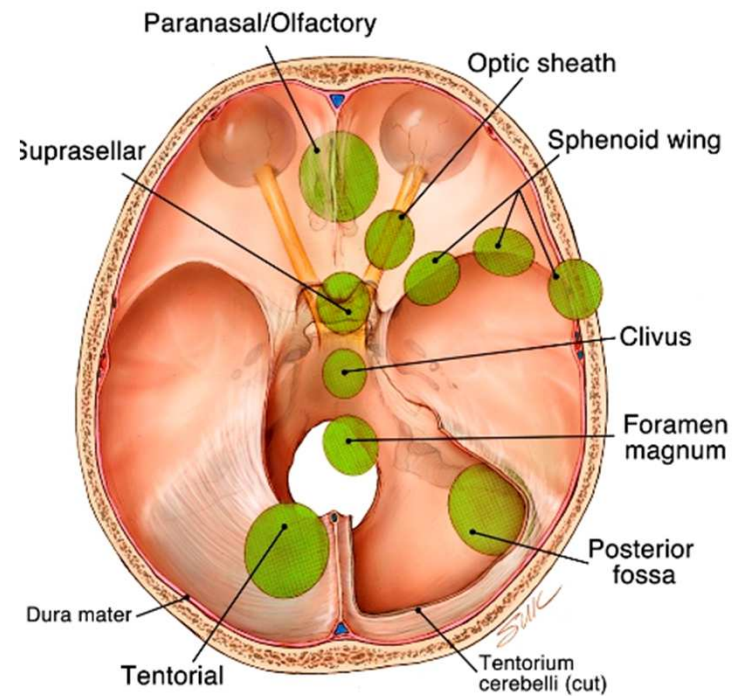
Cordoma

Craneofaringioma

Estesioneuroblastoma

Tumor del glomus

Meningioma de Base de Cráneo



Meningioma de Base de Cráneo

Indicaciones de SRS

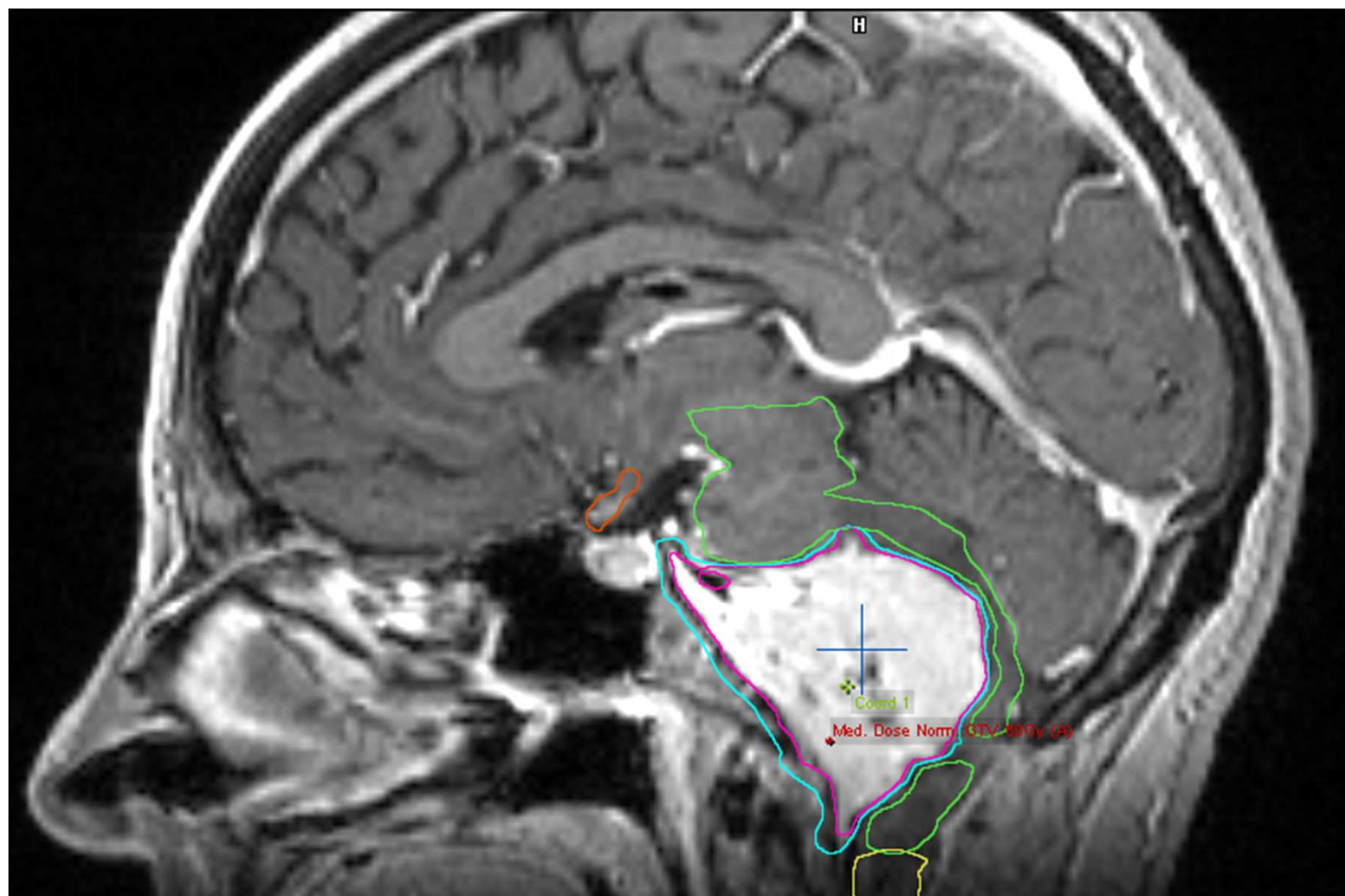
Tumores irresecables sintomáticos

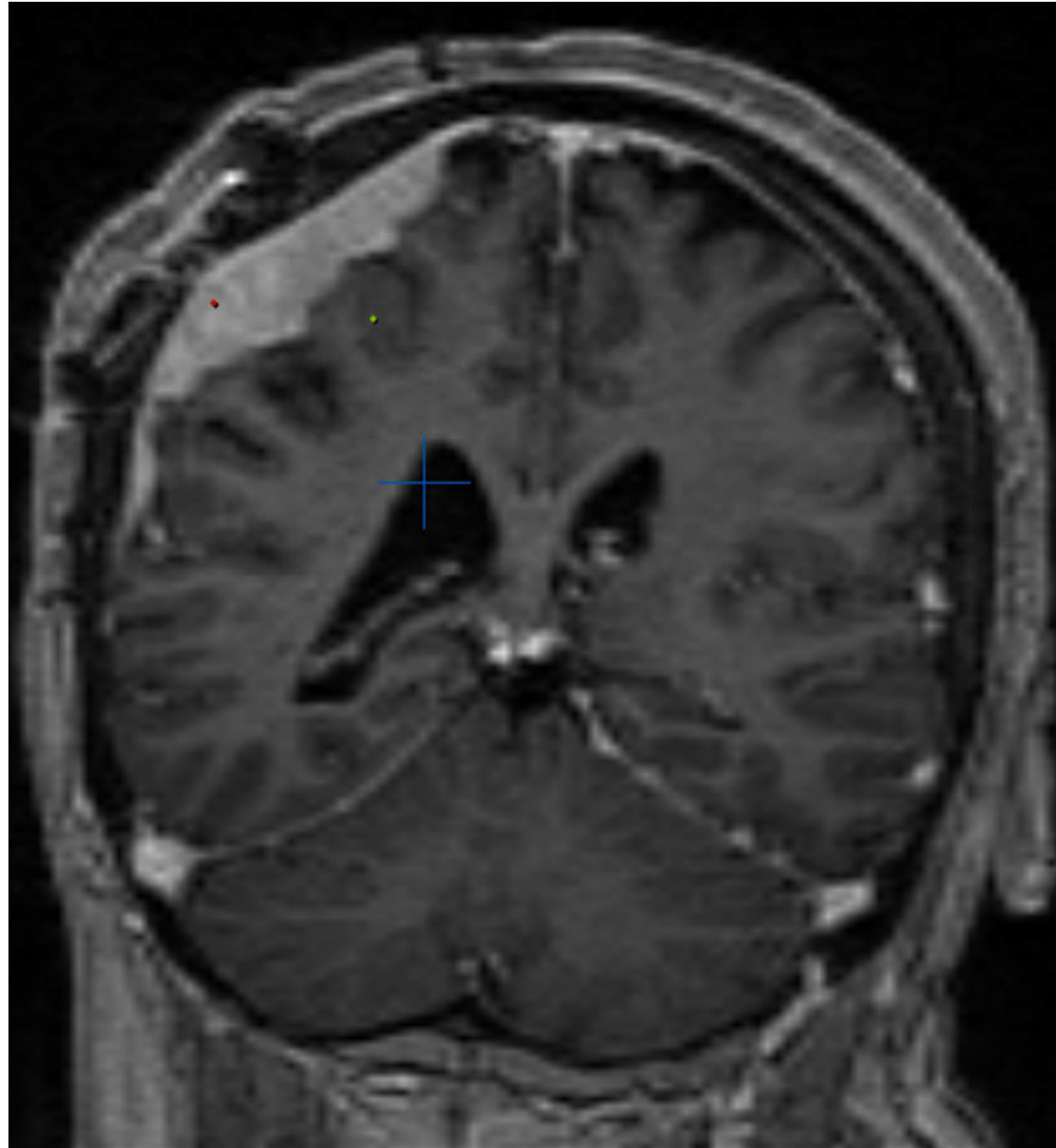
Resecados parcialmente / Recidiva

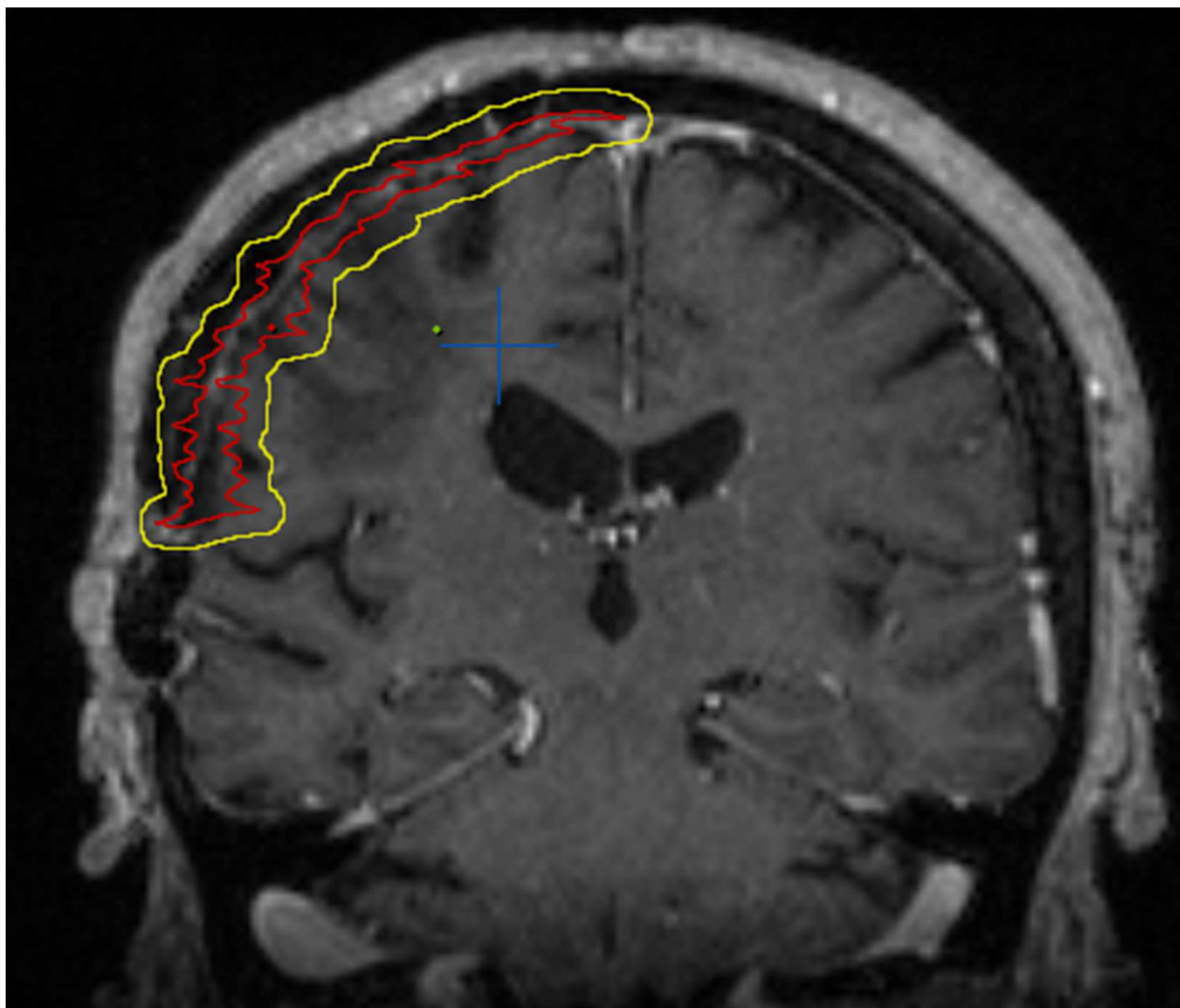
Factores biológicos: grado y Ki67 >3%

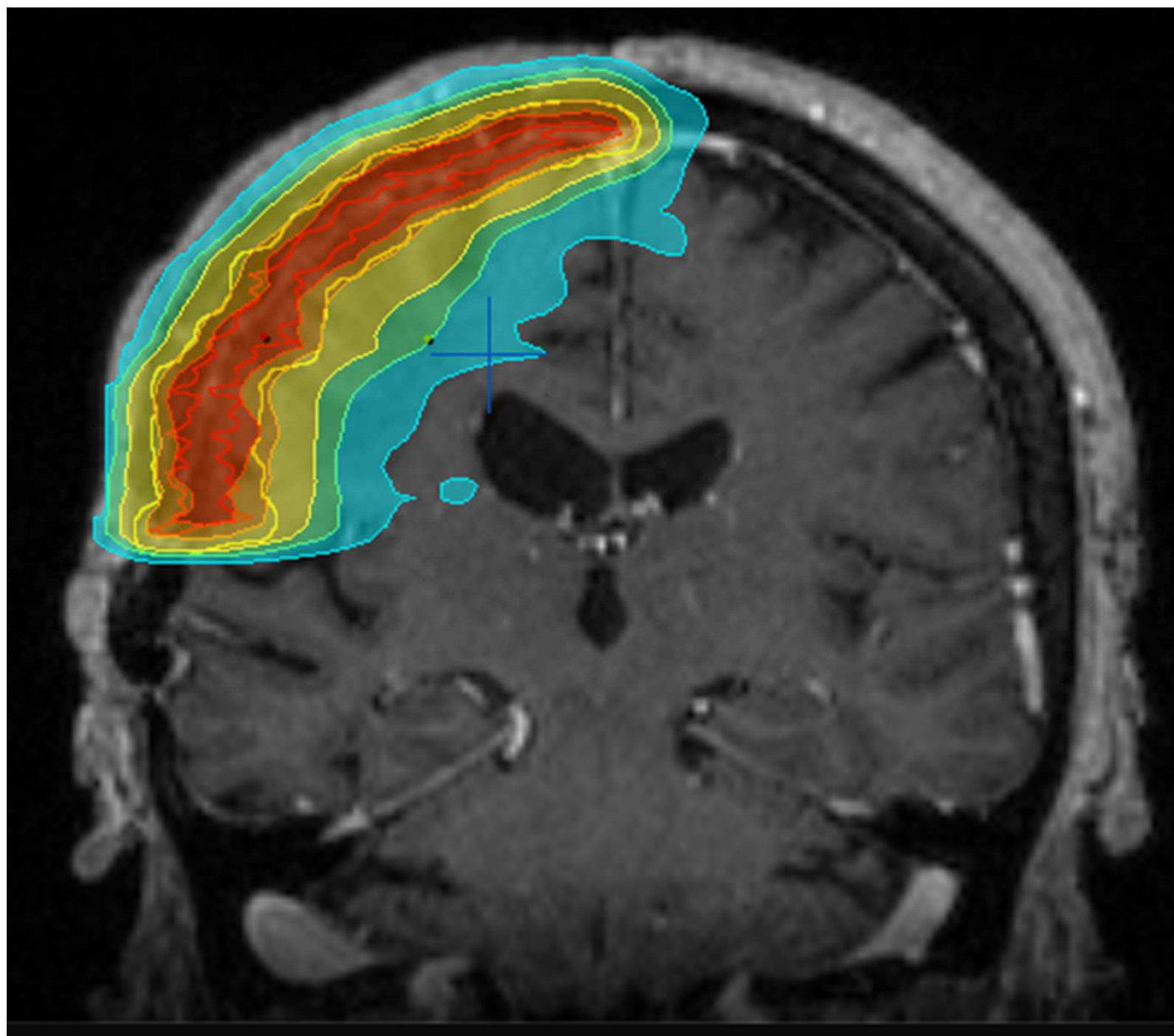
SRS en Meningiomas

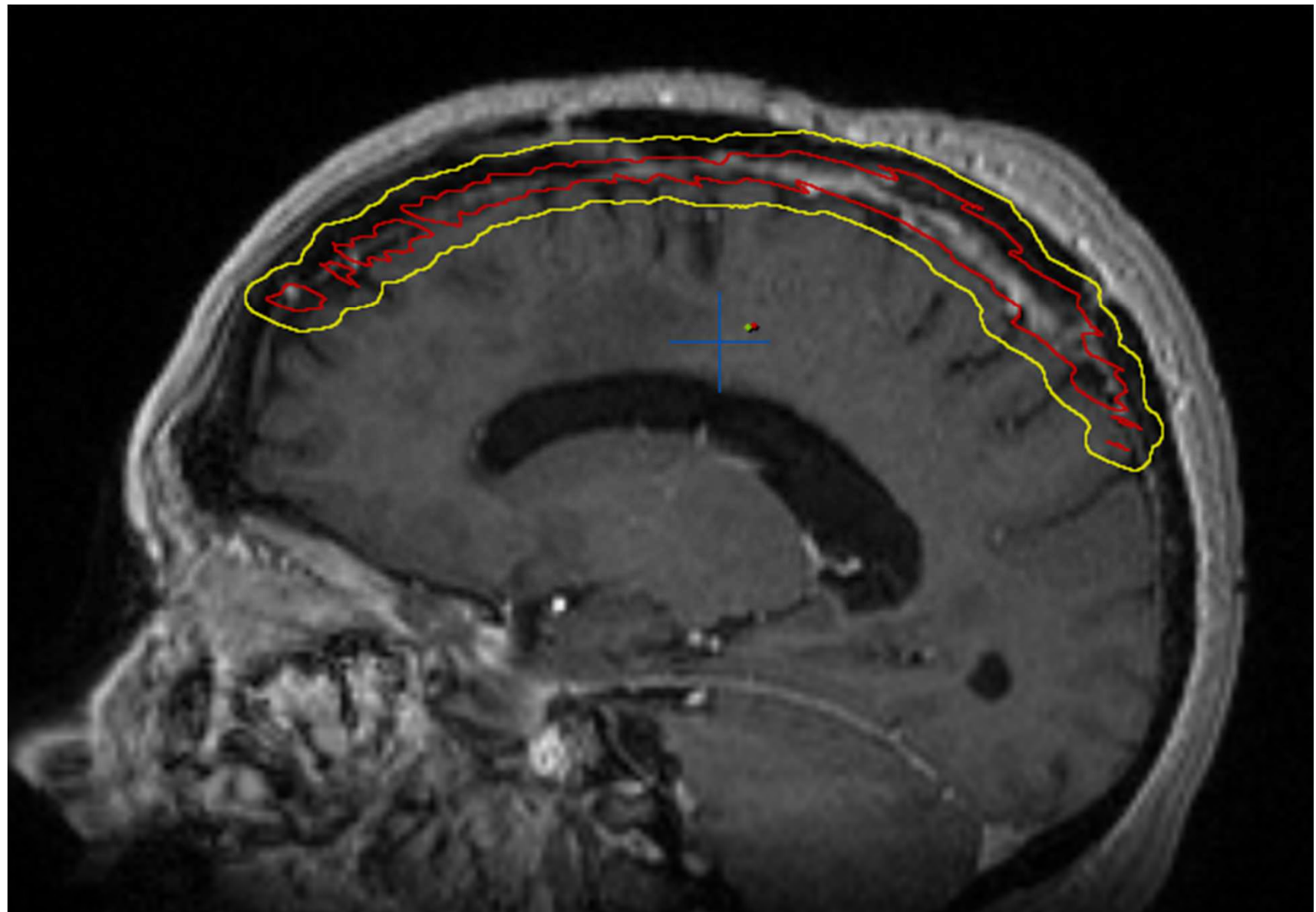
Estudio	Nº pts	Tratamiento	Dosis Total / Fracción	Seguimiento (meses)	CL	Complicaciones
Pollock	49	GK SRS	16Gy/1fx	58	80%	10%
Lee	159	GK SRS	13Gy/1fx	35	93%	7%
Flammery	168	GK SRS	13Gy/1fx	72	90%	8%
Starke	152	GK SRS	14Gy/1fx	84	80%	9%
Iwai	108	GK SRS	12Gy/1fx	86	93%	6%
Spiegelmann	102	LINAC	13/1Fx	67	98%	5%
Brin	73	CK SRT	6-27Gy/1-3fx	16	95%	0
Adler	27	CK SRT	20Gy/5fx	49	94%	2%
Mahadevan	26	LINAC	25-30Gy/5fx	22	100	2%
Tuniz	21	CK SRT	24Gy/2-5fx	31	100%	0
Gorman	38	LINAC	37.5Gy/15fx	47	100%	2%
Trippa	35	LINAC	45Gy/15fx	29	92%	0

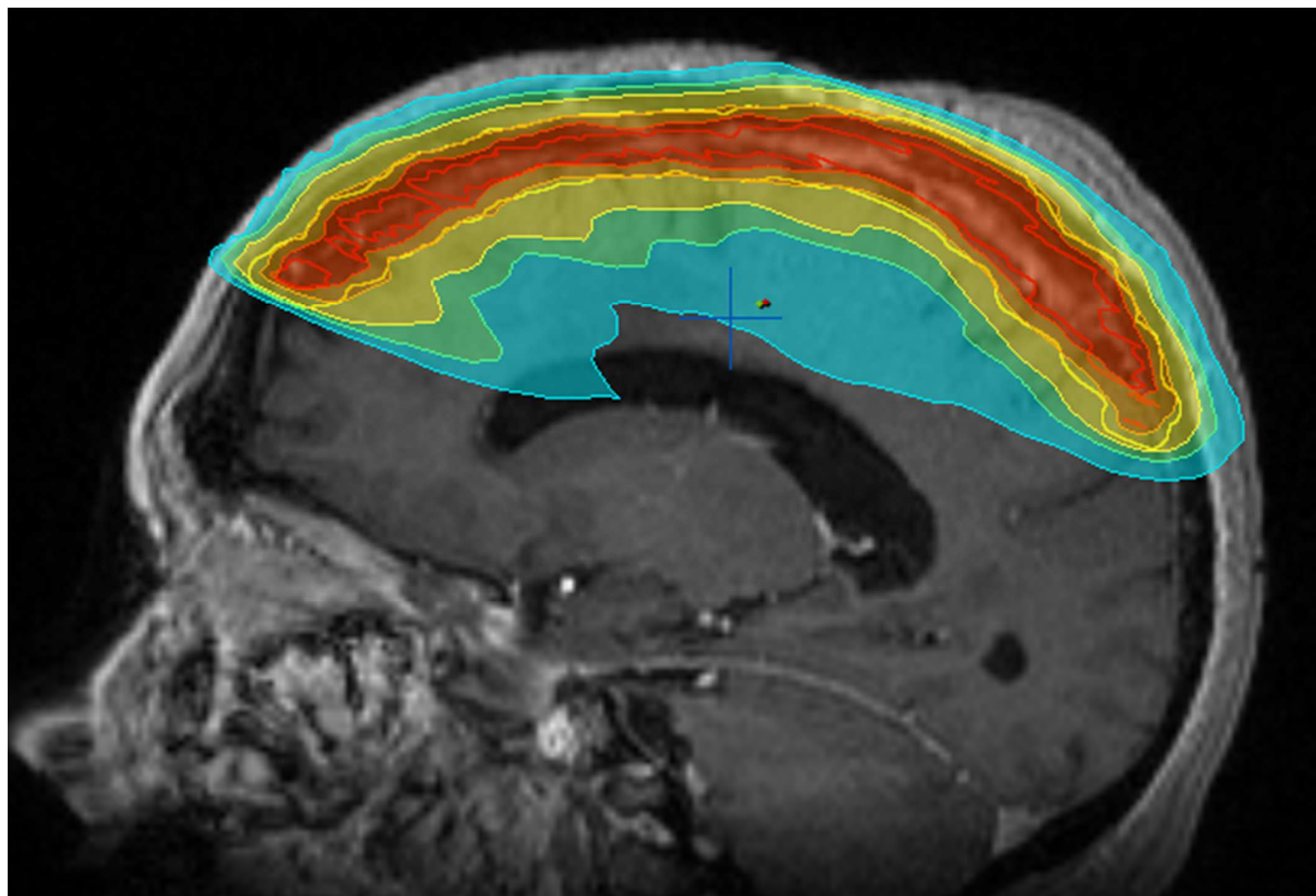


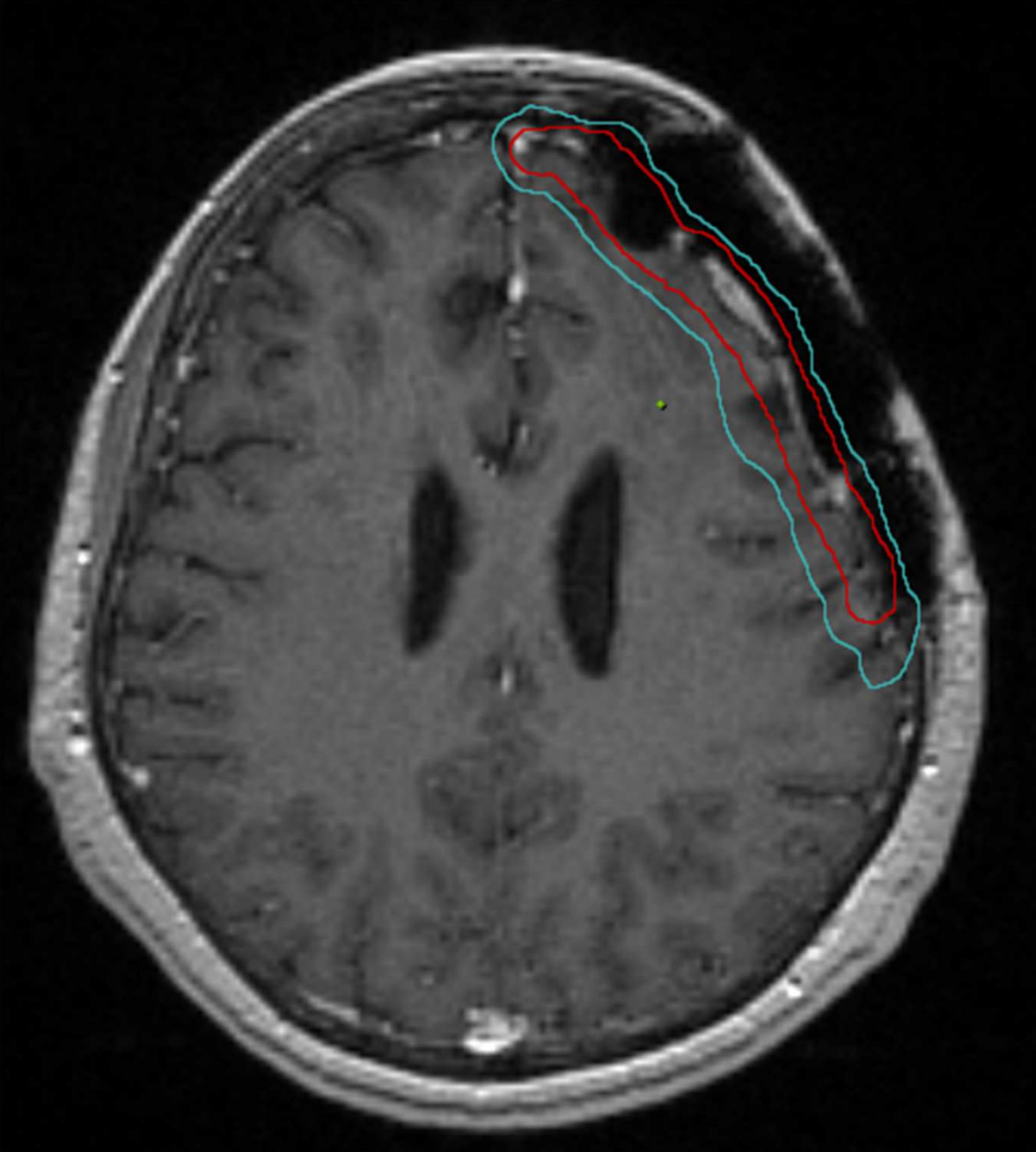


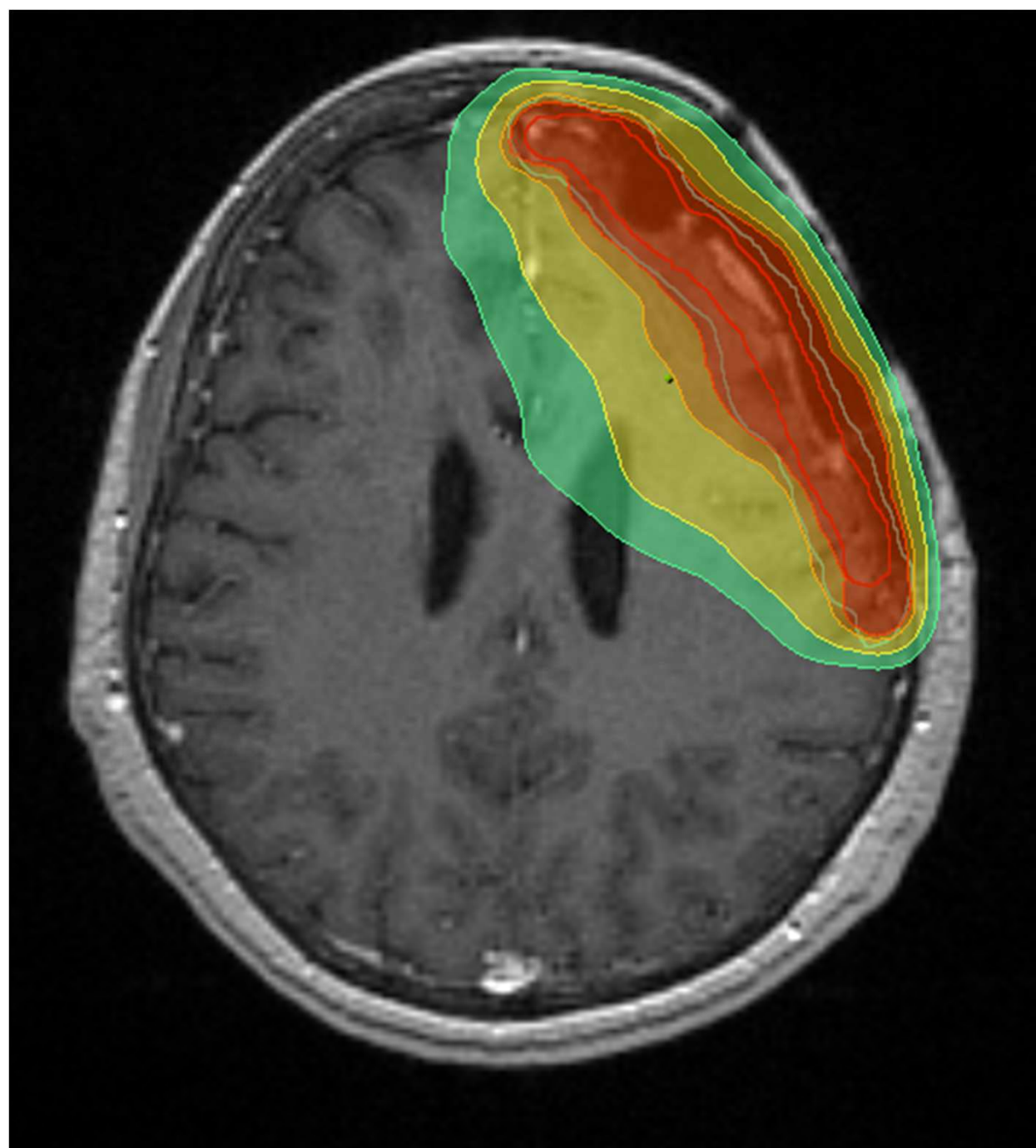




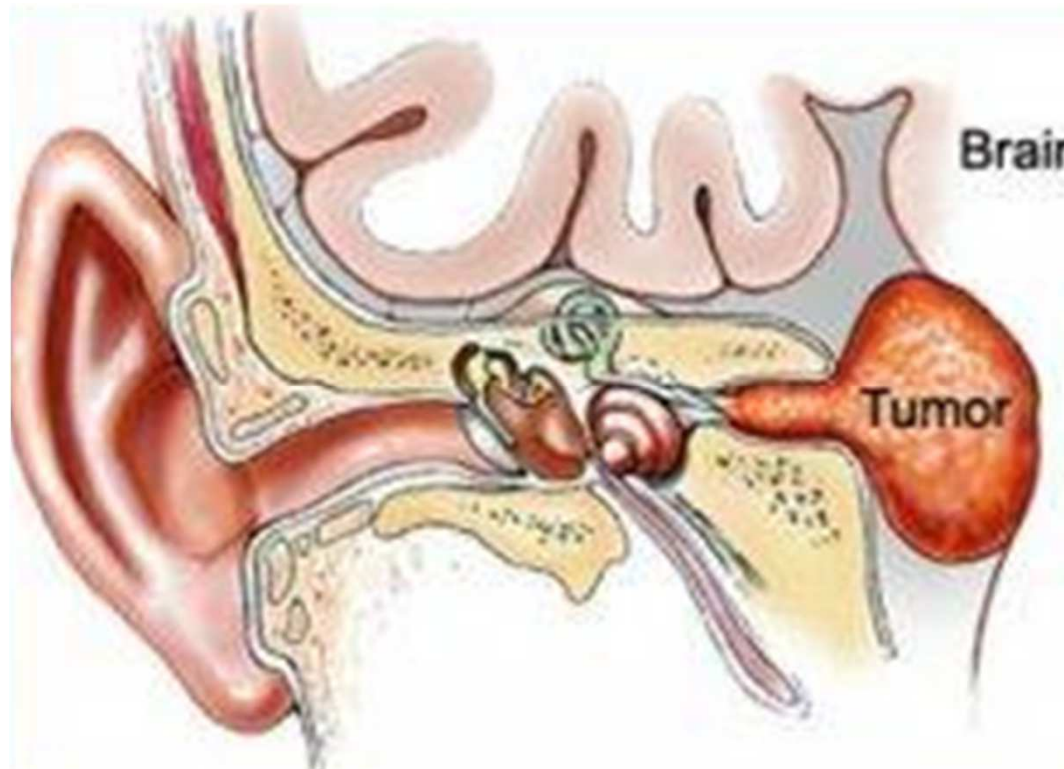






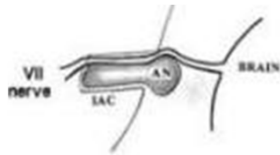


Neurinoma del 8ºpc / Schwannoma

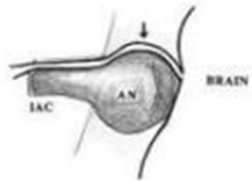


Neurinoma del 8ºpc / Schwannoma

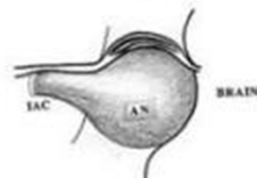
Indicaciones de SRS



Koss 1, Intracanaliculares Sintomáticos



Koss 2, comprometen cisterna



Koss 3, próximos al tronco cerebral

Koss 4 inoperables

Resección parcial / Recidiva

Neurinoma del 8ºpc / Schwannoma Vestibular

Dosis prescripta

1 fracción de 12-13Gy

Objetivos

Control Tumoral

**Preservación de
Audición**

Resultados

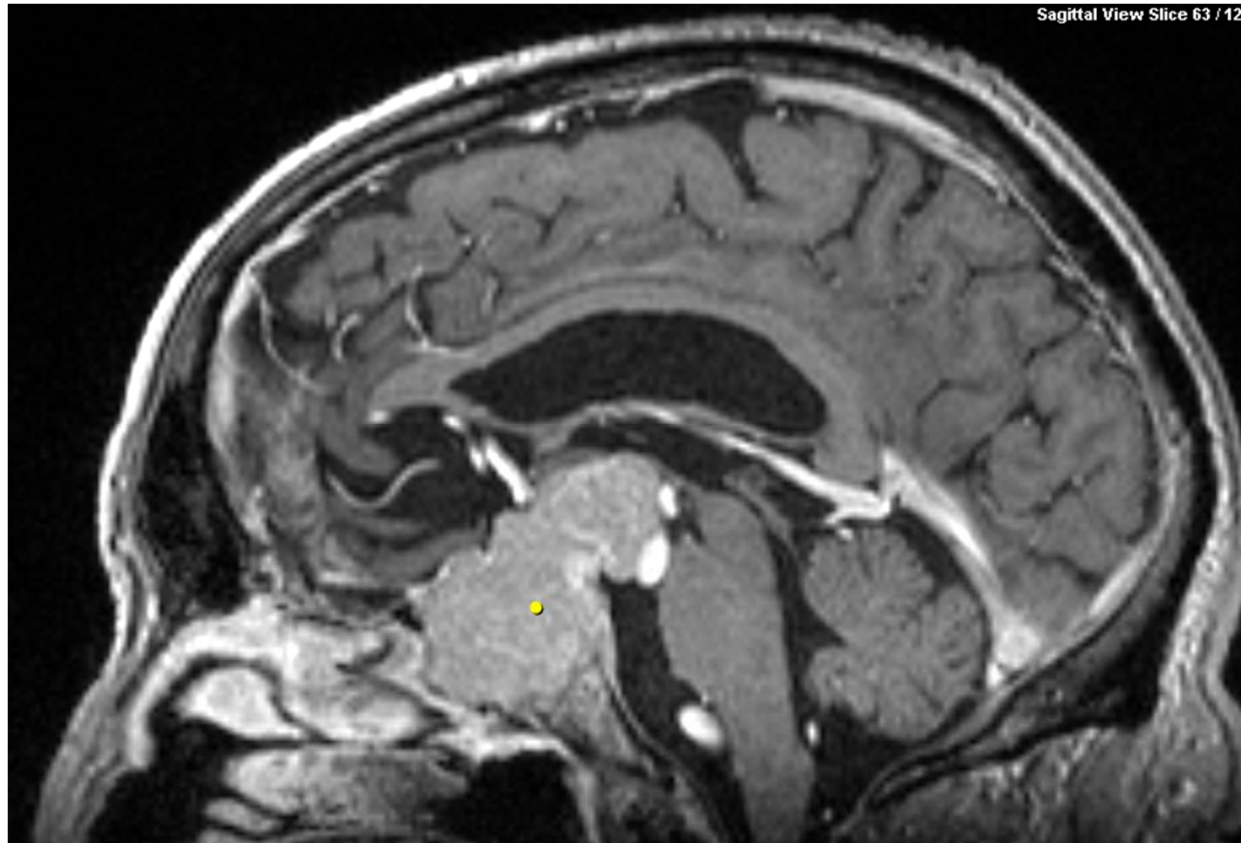
5-10 años CL 95-98%

Control Local con SRS

Institución	Dosis/Fracción	Pacientes	%CL a 5 años
Johns Hopkins	25Gy/5fx	340	67
VU U	20-35Gy/5fx	80	100
Yamagachu	15-20Gy/1-3fx	38	94
Stanford	18-21Gy/3fx	370	96
Multi Japon	22-27Gy/5fx	30	89
Belga	11-14Gy/1fx	78	95

Williams IJRBOP 54:500-4 (2000)
Kapoor IJROBP 82:647-53 (2011)
Meyer IJROBP 56:1390-6 (2003)
Chang Neurosurg 56:1254-63 (2005)

TUMORES DE HIPOFISIS





Radiosurgery Practice Guideline Initiative

No Funcionante

Funcionante

	GH	ACTH	PRL
Cirugía	Cirugía	Cirugía	Farmaco
SRS	SRS	SRS	Cirugia
2° Cirugía	Farmaco	Farmaco	SRS
2° SRS	Farmaco	Cirugia	

STEREOTACTIC CONFORMAL RADIOTHERAPY IN PATIENTS WITH GROWTH HORMONE-SECRETING PITUITARY ADENOMA

1989-2001: 25 pts
20 pts FSRT: 52.2 Gy
5 pts SRS: 15 Gy

FU: 60 meses
Control tumoral 100%
Control endocrinológico: 92%

Respuesta funcional

	SFRT	SRS
GH	26 meses	12 meses
IGF-I	25 meses	21 meses

Toxicidad <5%: hipoestesia trigeminal, déficit hormonal
Ningún 2º cáncer

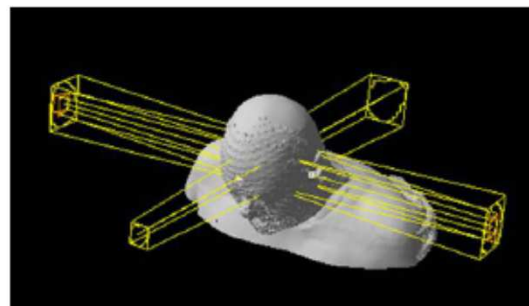


**DECREASING TEMPORAL LOBE DOSE WITH FIVE-FIELD INTENSITY-MODULATED
RADIOTHERAPY FOR TREATMENT OF PITUITARY MACROADENOMAS**

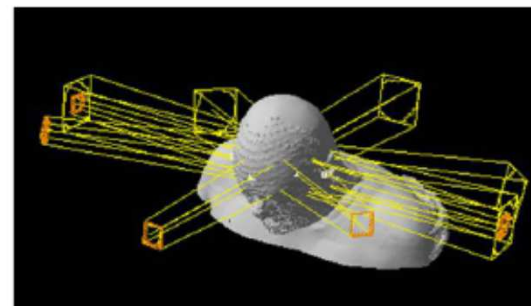
**3DCRT vs IMRT
2002-2007
15 pts macroadenoma**

V25Gy (volumen con >25 Gy)

29% vs 13 %



(a) Three-field (3DCRT, 3F IMRT)



(b) Five-field (5F IMRT)

% de temporal que recibe 25Gy (V25)

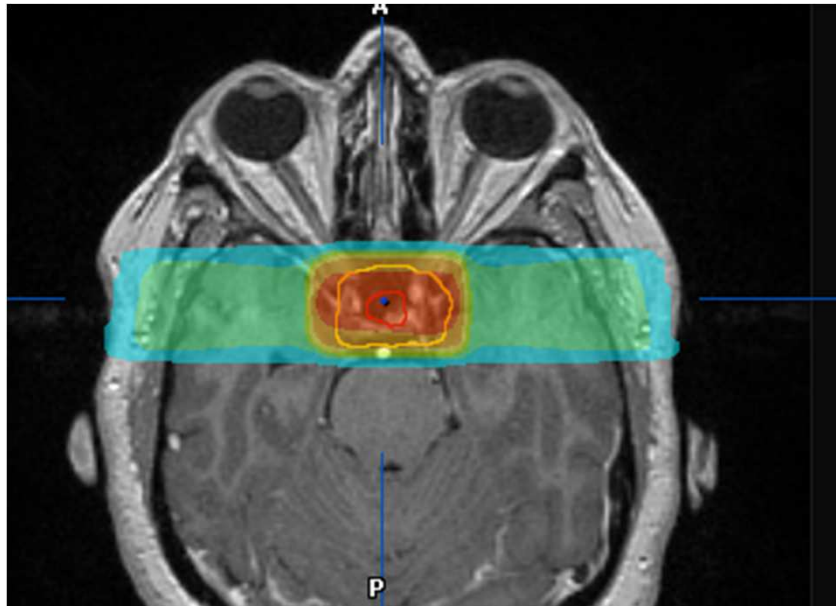
Análisis comparativo: 3D vs IMRT

Lóbulos temporales

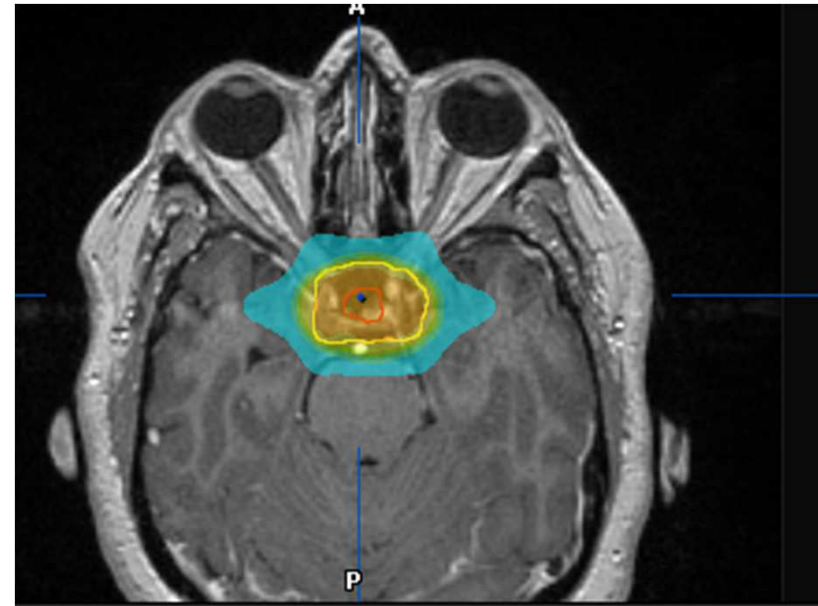
5 pacientes

50 Gy / 25 fracciones

3D



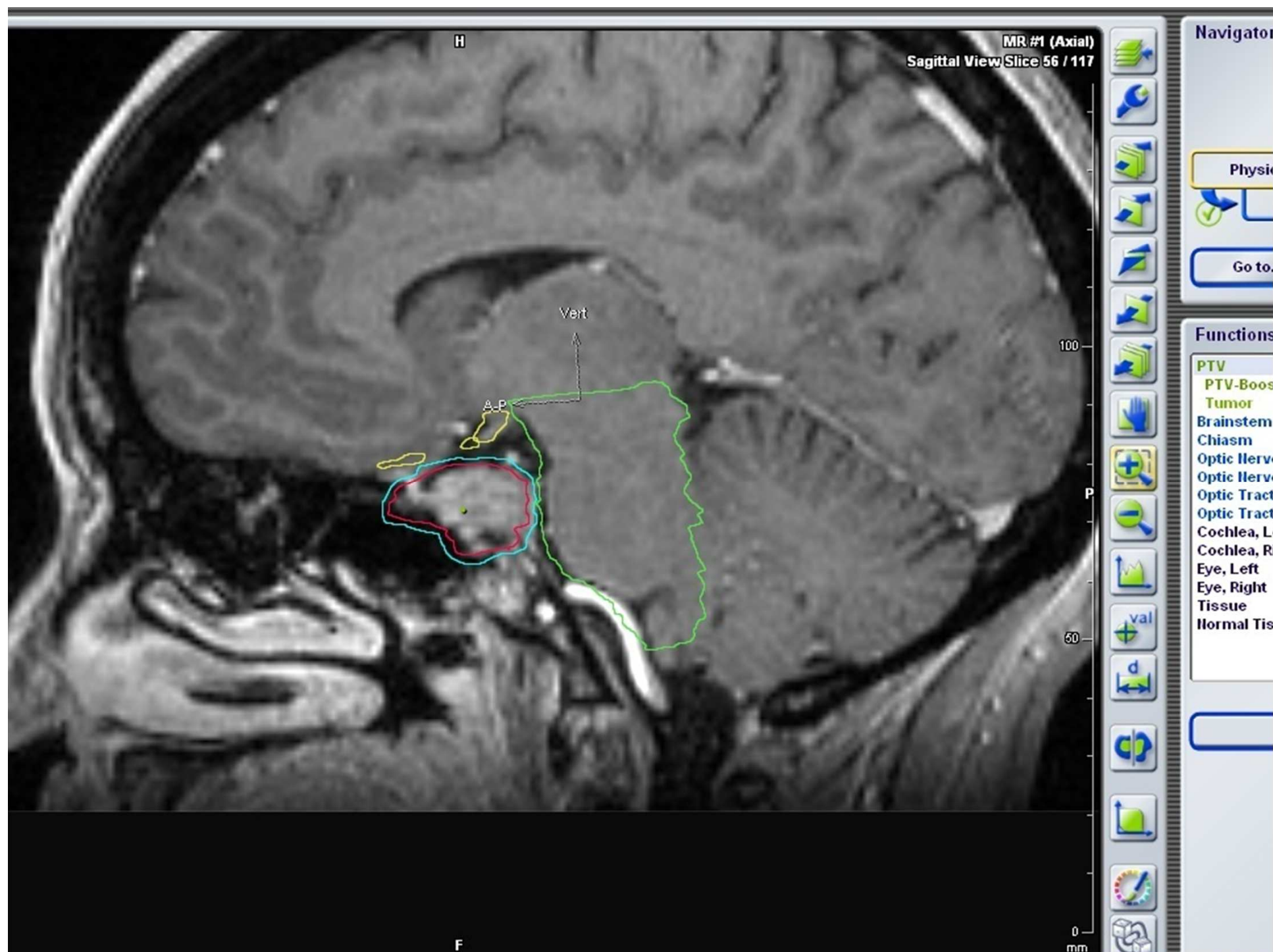
IMRT

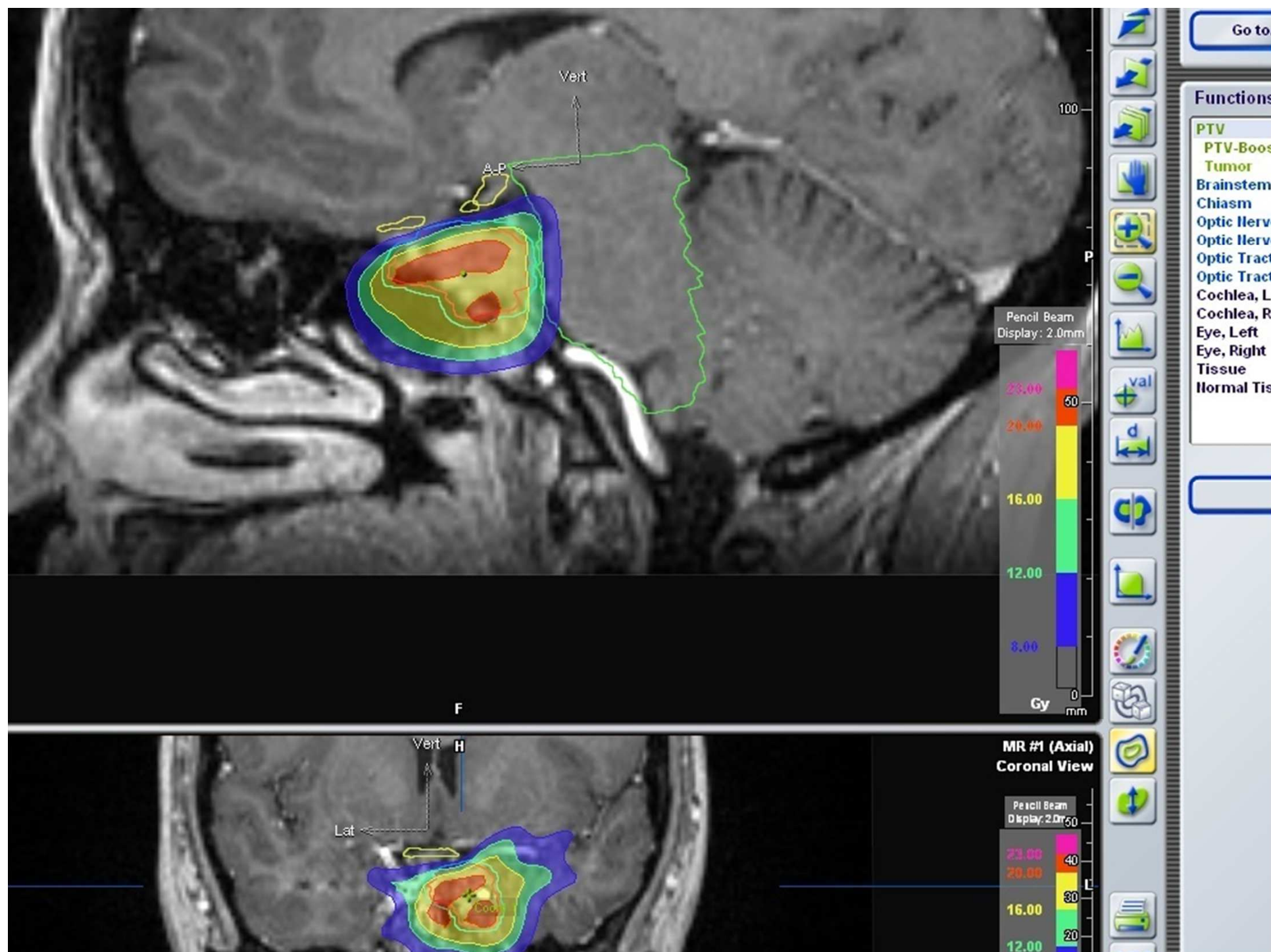


% de temporal que recibe 25Gy (V25)

	Temporal derecho		<i>p</i>
	3D	IMRT	
Mediana	32%	5%	<0,01
Rango	14,9-49,6	3,17-14,8	

	Temporal izquierdo		<i>p</i>
	3D	IMRT	
Mediana	32,1%	3,2%	<0,01
Rango	14-42,8	2,13-20,83	





2º Tumor Cerebral

Riesgo acumulativo

10 y 20 años: **2% y 2.4%**

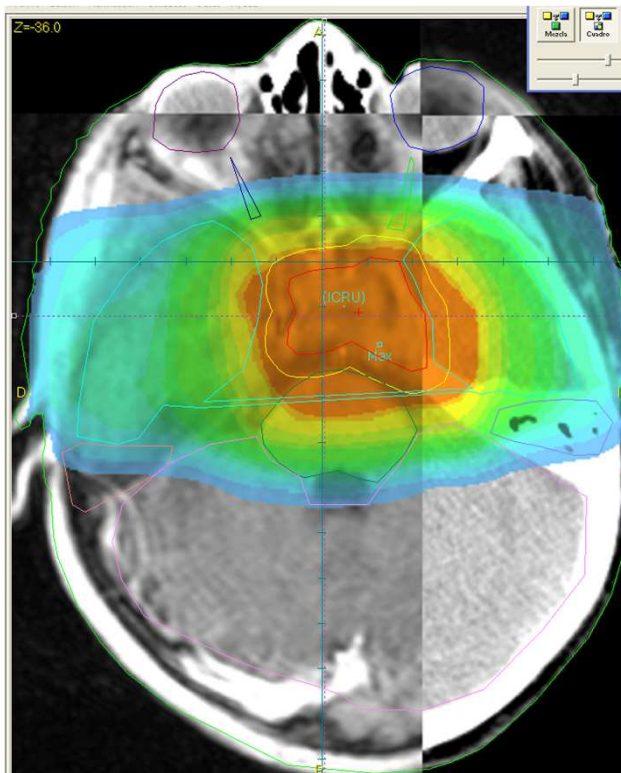
J Clin Endocrinol Metab 90: 2, 800-4, 2005



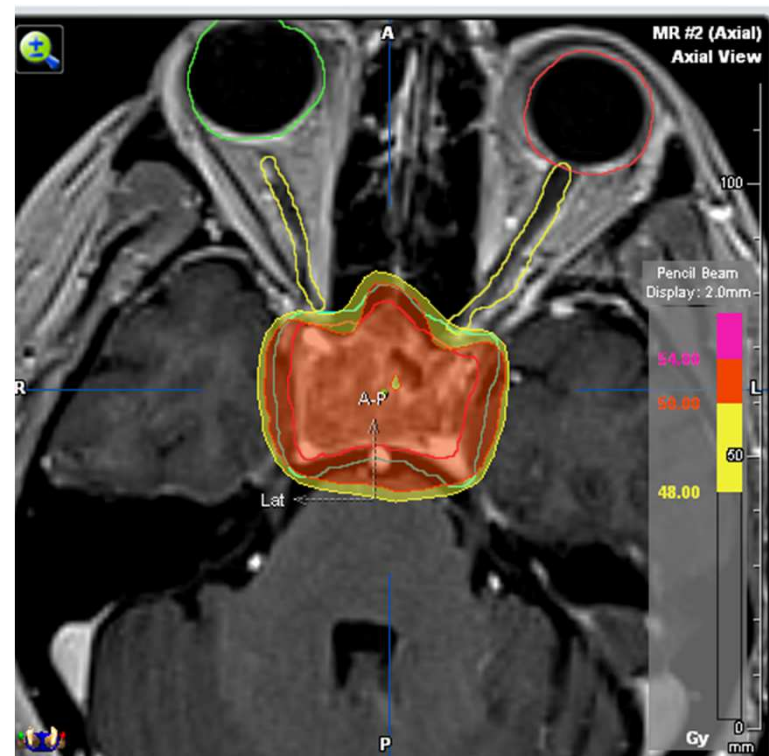
INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Técnica

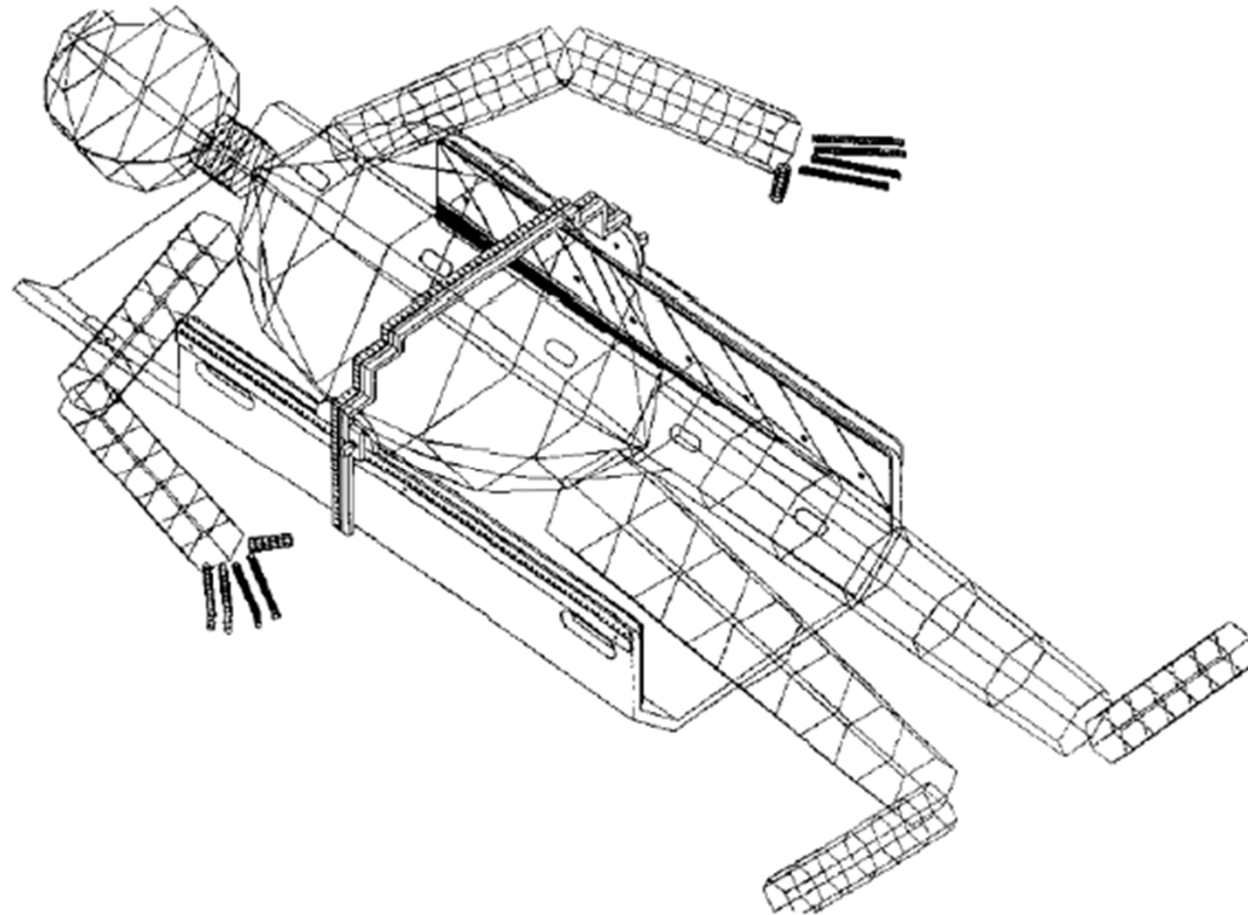
3DCRT



SRS+IMRT



SBRT: Radioterapia Esterotáctica Corporal



Lax y col, Acta Oncol 1994

SBRT: conceptos

Es el uso de radioterapia externa en la que se da una alta dosis de irradiación en ≤ 5 fracciones, para el tratamiento ABLATIVO de localizaciones corporales extracraneales.

Alta precisión y seguridad

Localización reproducible

Protección de tejido sano

SBRT: Radioterapia Esterotáctica Corporal

.....Evolución de SRS

SRS  SBRT

SBRT: conceptos

- **SBRT termino utilizado para manejar altas dosis de radiación guiada por imágenes con intención ablativa del tumor**
- **IGRT es una componente esencial de SBRT**
- **SBRT es un “PROGRAMA” que requiere:**
 - **Equipo de tratamiento (MLC – mMLC)**
 - **Sistema de inmovilización**
 - **Sistemas de calculo especial (Monte Carlo)**
 - **Entrenamiento especifico**

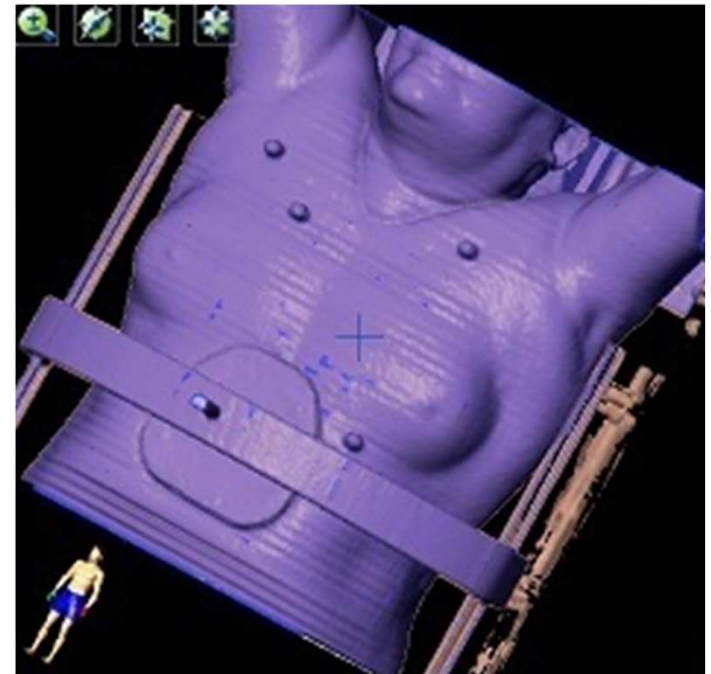
SBRT: tratamiento con IGRT

- **IGRT** consiste en el uso de imágenes para guiar el tratamiento diario de Radioterapia, tomando en consideración:
 - Incertezas de posicionamiento (SM)
 - Movimientos anatómicos (IM)
- **IGRT** (global) incluye el uso de diferentes modalidades de imágenes para la determinación de datos específicos del paciente

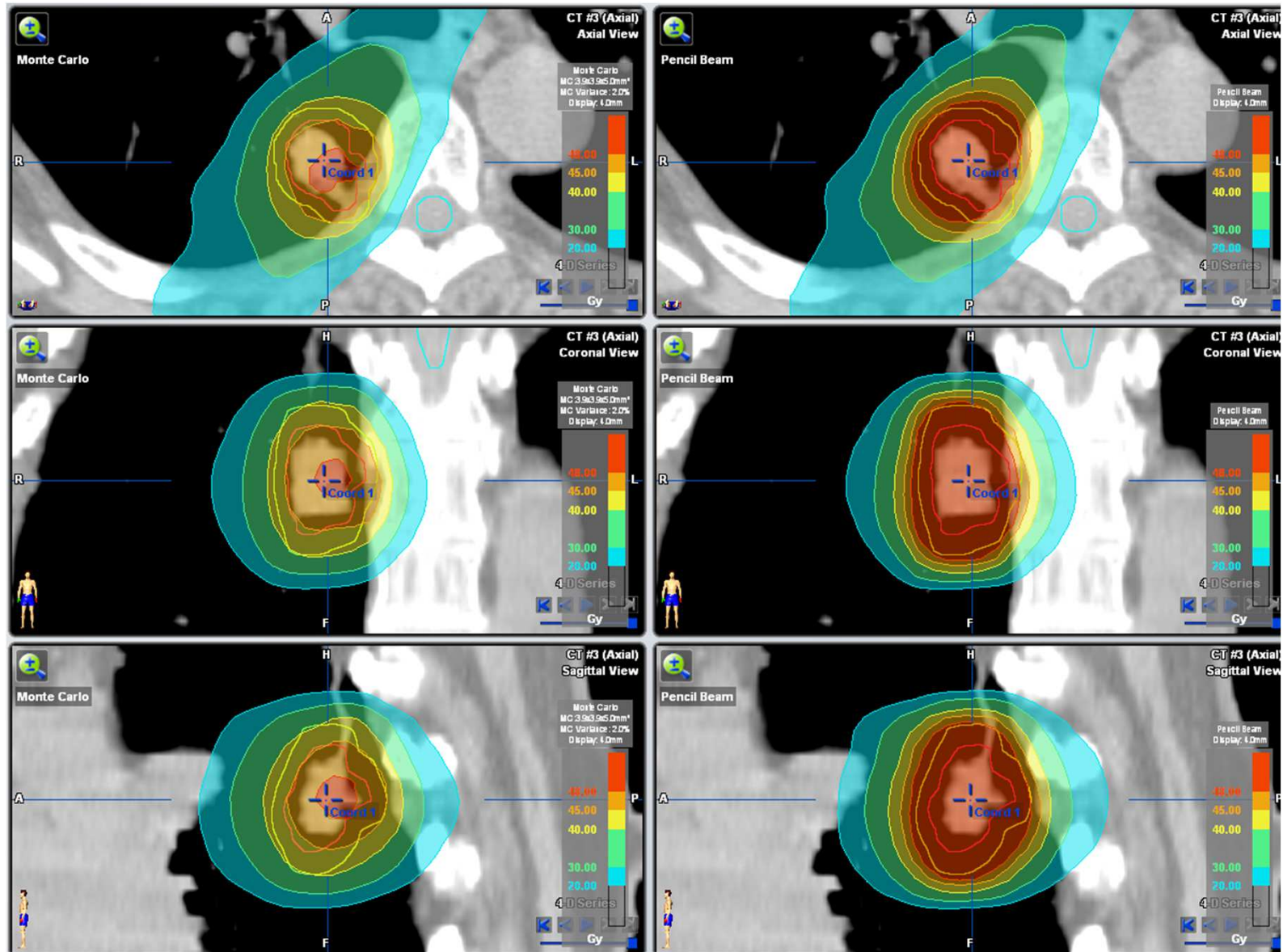
SBRT: equipos de tratamiento



SBRT: inmovilización



SBRT: sistema de planificación



SU-E-T-454: Dosimetric Comparison between Pencil Beam and Monte Carlo Algorithms for SBRT Lung Treatment Using IPlan V4.1 TPS and CIRS Thorax Phantom

M Castrillon Fernandez, C Venencia, E Garrigó, and L Caussa

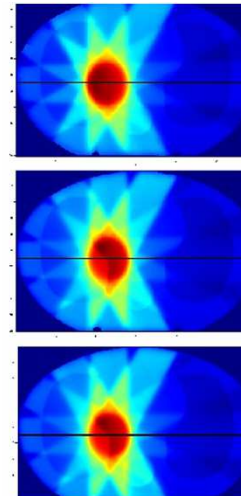
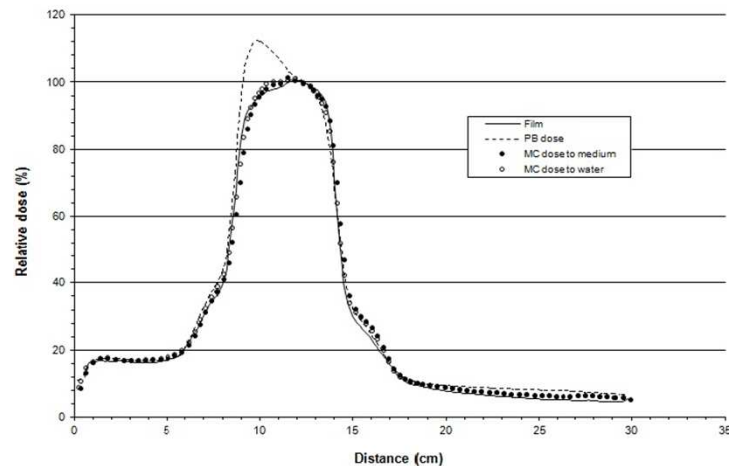
Instituto de Radioterapia - Fundacion Marie Curie, Cordoba, Argentina

Variación de dosis en la cámara de medición

Pencil beam : 8.5%

Variación de dosis en el volumen blanco

Pencil beam: 16%



SBRT: personal capacitado

Stereotactic Body Radiation Therapy: The Report of AAPM Task Group 101

....la complejidad de SBRT requiere personal entrenado

SBRT: personal capacitado

Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. 60, No. 4, pp. 1026–1032, 2004
Copyright © 2004 American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO) and American College of Radiology (ACR)
Printed in the USA. All rights reserved
0360-3016/04/\$—see front matter

ASTRO REPORT

AMERICAN SOCIETY FOR THERAPEUTIC RADIOLOGY AND ONCOLOGY*
AND AMERICAN COLLEGE OF RADIOLOGY PRACTICE GUIDELINE FOR
THE PERFORMANCE OF STEREOTACTIC BODY RADIATION THERAPY

Certificación de auditoría
Médico Radioncólogo
Físico Médico
Técnico

SBRT: personal capacitado

Quality and Safety Considerations in Stereotactic Radiosurgery and Stereotactic Body Radiation Therapy

Practical Radiation Oncology (2011)

Timothy D. Solberg, Ph.D.¹, James M. Balter, Ph.D.², Stanley H. Benedict, Ph.D.³, Benedick A. Fraass, Ph.D.², Brian Kavanagh, M.D.⁴, Curtis Miyamoto, M.D.⁵, Todd Pawlicki, Ph.D.⁶, Louis Potters, M.D.⁷, Yoshiya Yamada, M.D.⁸

Médico Radioncólogo

Capacitación en SBRT

Indica SBRT

Simulación: posicionamiento y adquisición de imágenes

Delimita los volúmenes a tratar y órganos a riesgo

Interacción con físico médico para la dosimetría

Presencia el día del tratamiento

SBRT: indicaciones



INDICACIONES

The background of the slide is a reproduction of Leonardo da Vinci's Vitruvian Man drawing. The figure is inscribed within a circle and a square. Overlaid on the drawing are several blue rectangular boxes containing text. The boxes are positioned as follows: 'INDICACIONES' at the top center; 'Pulmón' on the left side, overlapping the upper arm; 'Metástasis ósea' on the right side, overlapping the upper arm; 'Hígado' on the left side, overlapping the lower arm; 'Próstata' in the center, overlapping the pelvic region; 'ORL' on the right side, overlapping the lower arm; and 'Páncreas' on the left side, overlapping the lower arm.

Pulmón

Metástasis ósea

Hígado

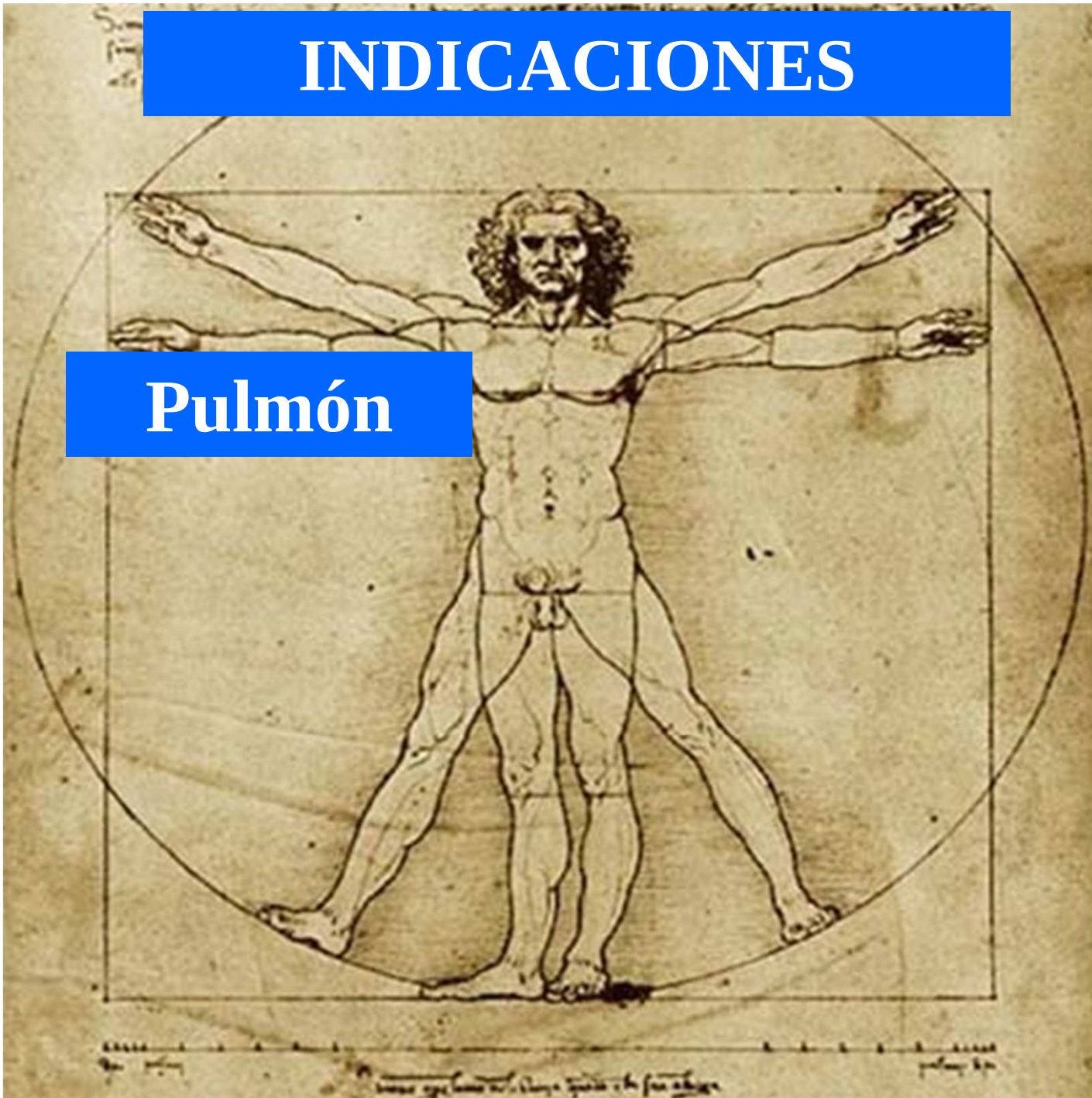
Próstata

ORL

Páncreas

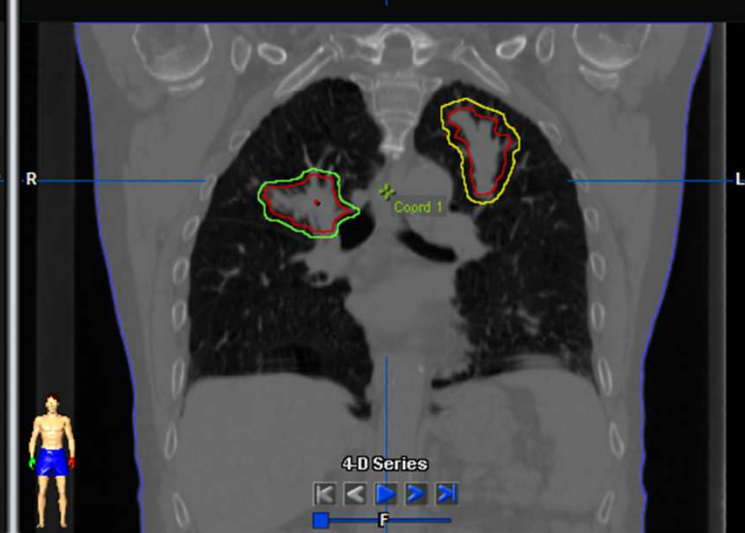
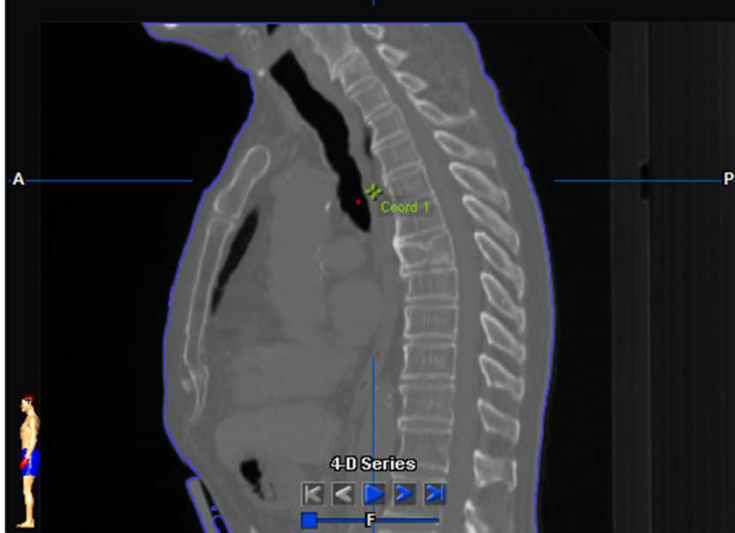
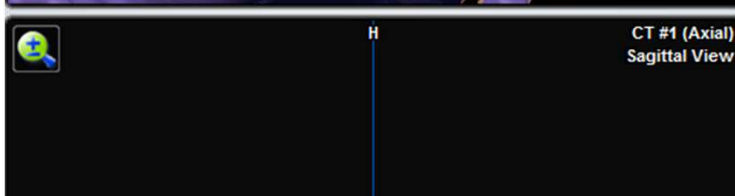
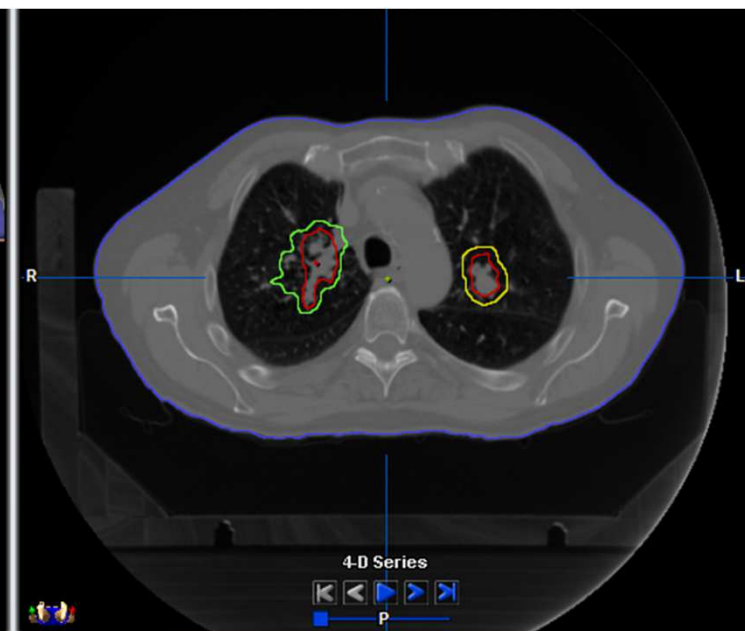
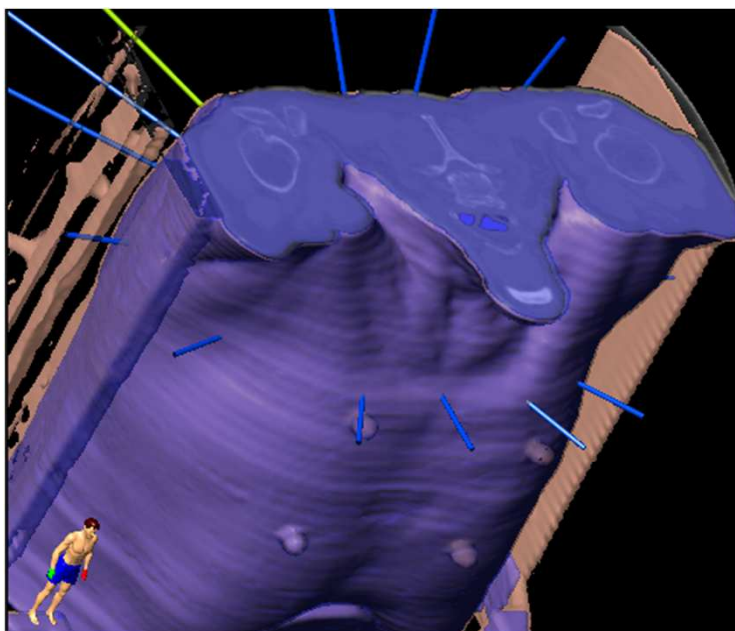
INDICACIONES

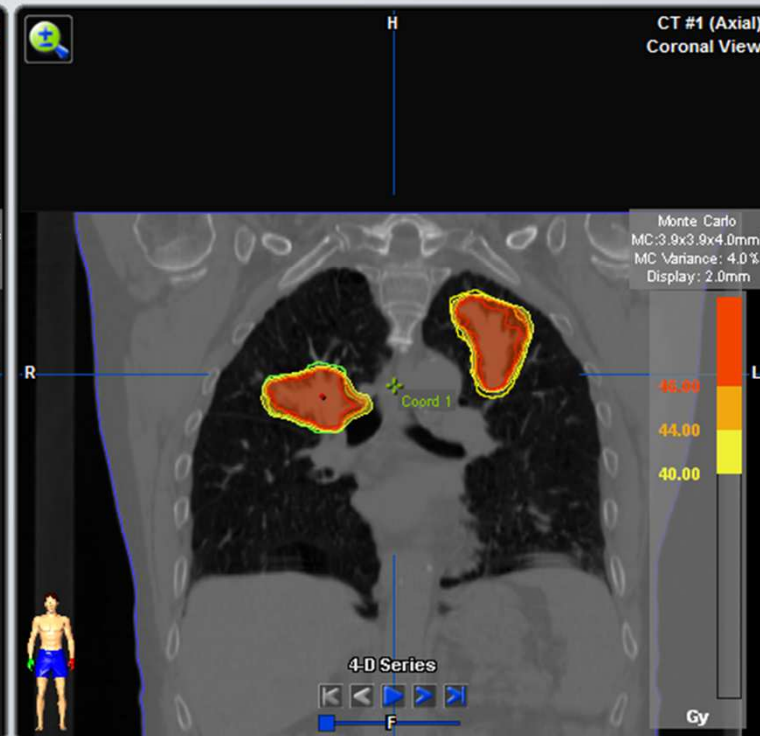
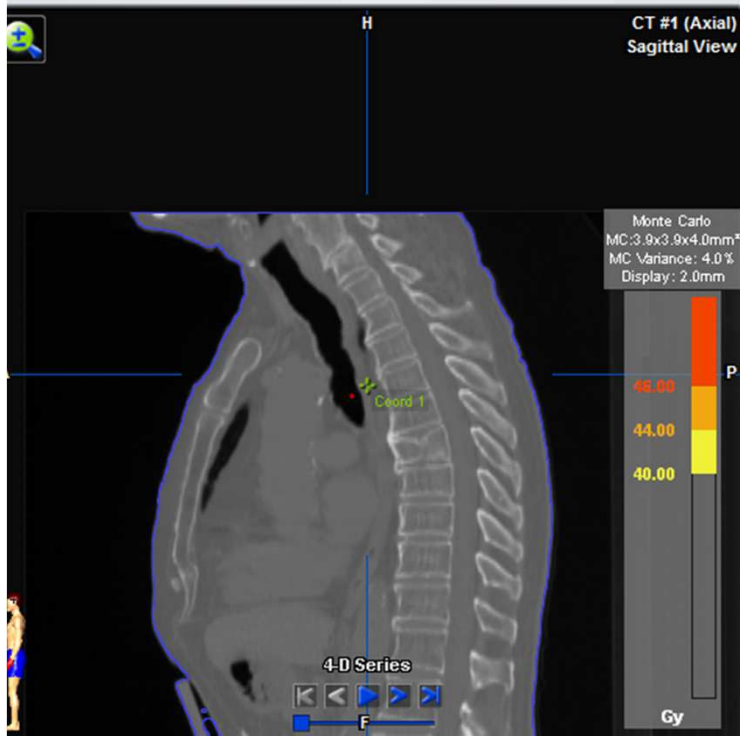
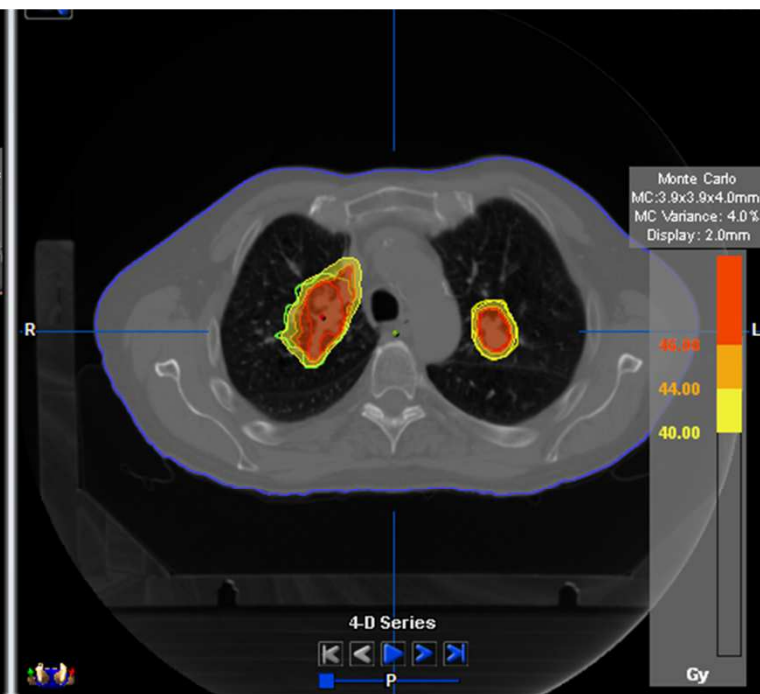
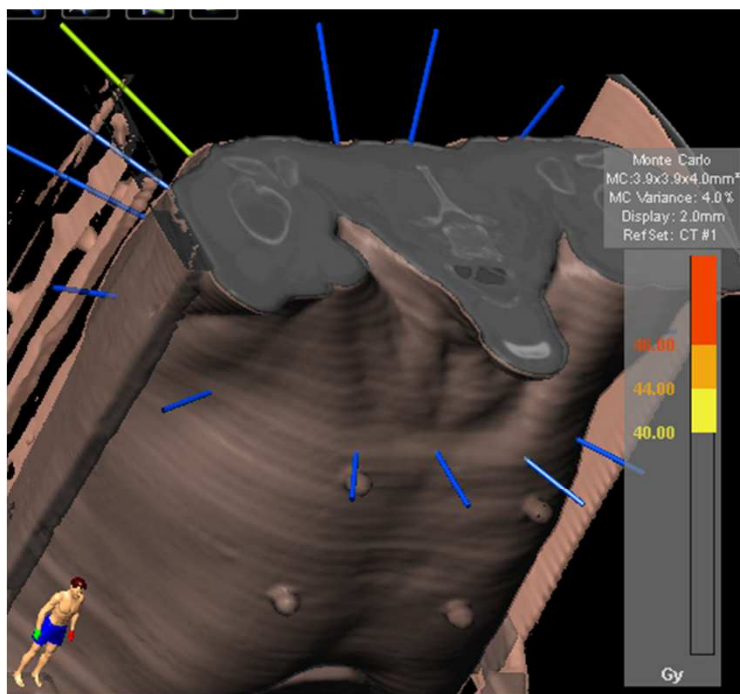
Pulmón

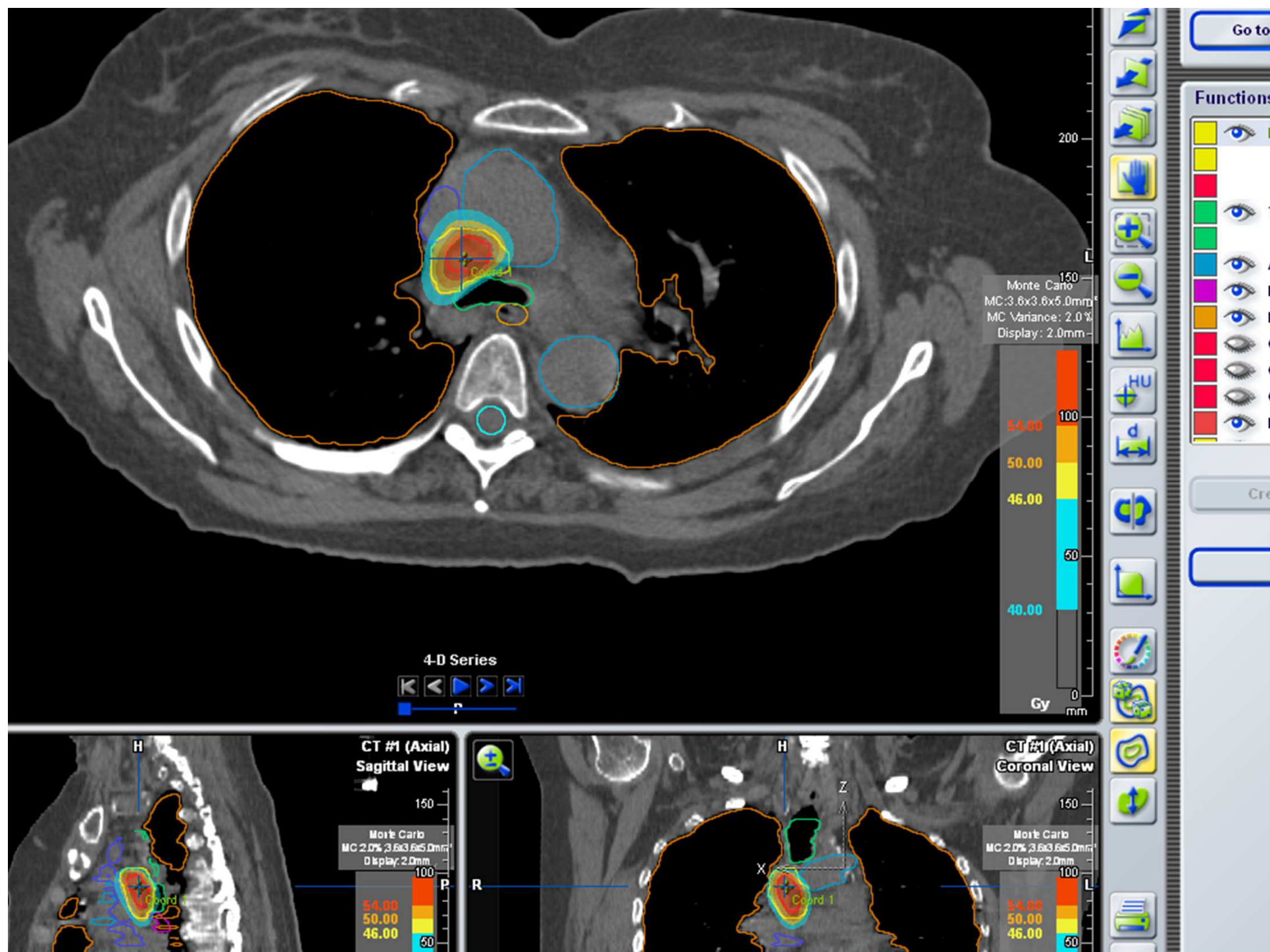


SBRT en NSCLC

Autor (año)	Nº pacientes	TNM	Dosis	Resultados
Timmerman y col. (2013)	26	T1-3 N0M0 operable	18Gyx3fracciones	2 años: CL 92%, SG 84%
Nagata y col. (2012)	100	T1 N0M0 inoperable	12Gy x 4 fracciones	3 años: SG 60%
Ricardi y col. (2010)	62	T1-2 N0M0 inoperable	15Gy x 3 fracciones	3 años: CL 88%, SG 57%
Timmerman y col. (2010)	55	T1-2 N0M0 inoperable	18Gyx3fracciones	3 años: CL 98%, SG 56%
Nagata y col. (2010)	64	T1 N0M0 operable	12Gy x 4 fracciones	3 años: SG 76%
Fakiris y col (2009)	70	T1-2 N0M0 inoperable	20Gy x 3 fracciones	3 años: CL 88%, SG 43%
Baumann y col. (2009)	57	T1-2 N0M0 inoperable	15Gy x 3 fracciones	3 años: CL 92%, SG 60%
Nagata y col. (2005)	45	T1-2 N0M0 inoperable	12Gy x 4 fracciones	3 años: SG 80%







INDICACIONES

Hígado



HEPATOCARCINOMA



15-30% son resecables

Tratamientos no quirúrgicos con poca duración de respuesta

- Quimioterapia sistémica
 - Poca respuesta, con toxicidad
- Radiofrecuencia
- Crioablación
- Quimioembolización
- Etanol
- RT



Phase I Study of Individualized Stereotactic Body Radiotherapy for Hepatocellular Carcinoma and Intrahepatic Cholangiocarcinoma

Regina V. Tse, Maria Hawkins, Gina Lockwood, John J. Kim, Bernard Cummings, Jennifer Knox, Morris Sherman, and Laura A. Dawson

41 pts

Hepatocarcinoma y colangiocarcinoma no quirúrgicos

Buena función hepática

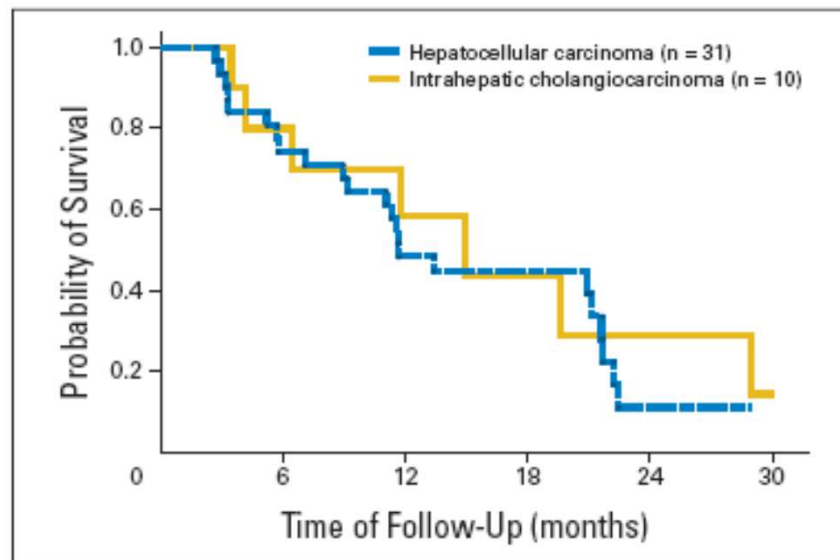
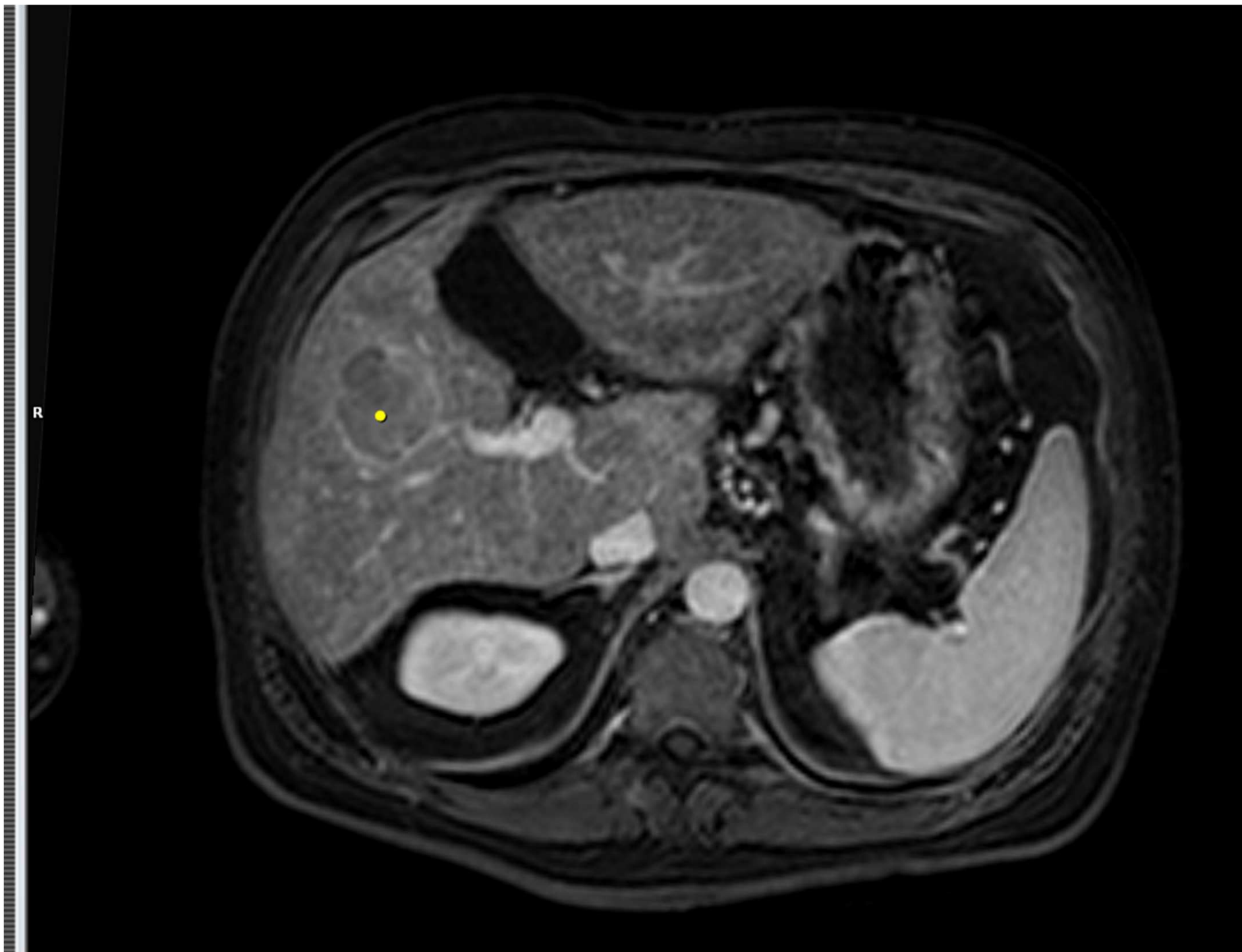


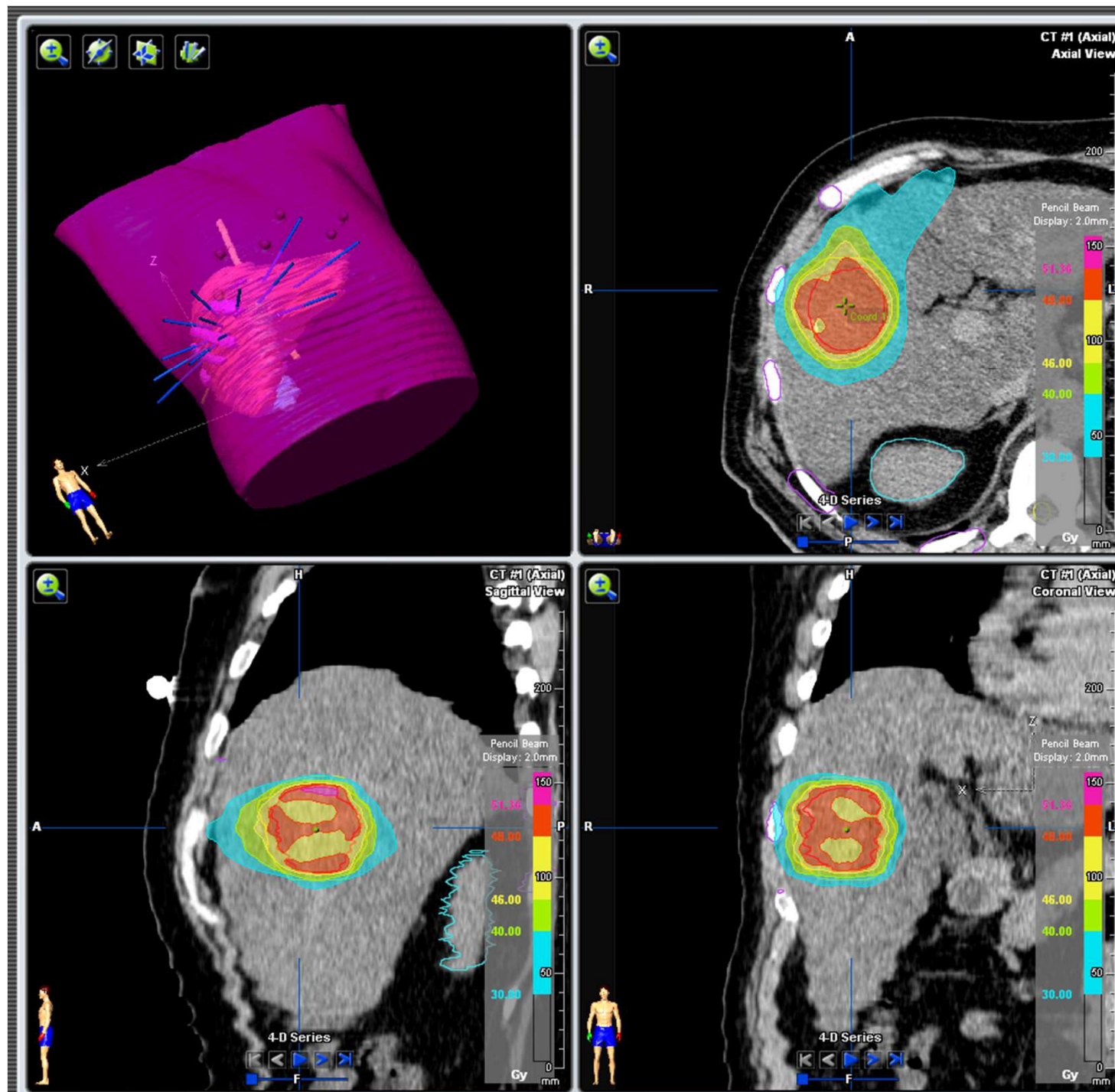
Fig 2. Overall survival by disease type.

Control local a 1 año: 65%



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE







SBRT: metástasis óseas

Re-irradiación: CL 94% 6-15 meses

Exclusiva: oligometástasis (<5 sitios), KPS, tu radioresistentes y paraespinal

Postquirúrgica: 1º cirugía en compresión medular, SBRT CL 89% 7-16 meses

Sahgal IJROBP 2011
Patchell Lancet 2005



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

SBRT: factores pronósticos

	RPA		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
T' desde el dx	>30 meses	>30 meses	<30 meses
KPS	>70	<70	<70
Sobrevida media	21.1 meses	8.7 meses	2.4 meses

Chao IJROBP 2011

SBRT: esquemas

Única fracción 195 lesiones
16,3Gy

Múltiples fracciones: 153 lesiones
20,6Gy/3fx
23,8Gy/4fx
24,5Gy/5fx

	1 fracción	3-5 fracciones	p=
Control del dolor (1año)	100%	88%	0.003
Control local	70%	96%	0.001
Toxicidad	igual	igual	
Re-irradiación	13%	1%	<0.001
SG	46%	63%	0.002

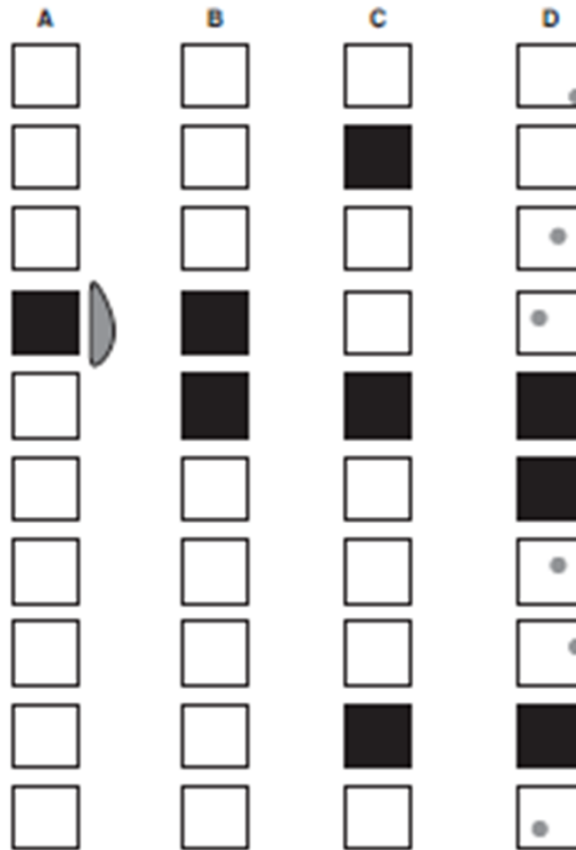
SBRT: actualidad

Contemporary treatment with radiosurgery for spine metastasis and spinal cord compression in 2015

- Aspectos Radiobiologicos: apoptosis células a altas dosis
- IGRT
- Inmovilización
- Definición de volúmenes

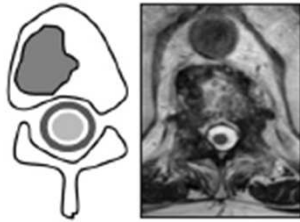


¿Cuántos niveles se pueden tratar?

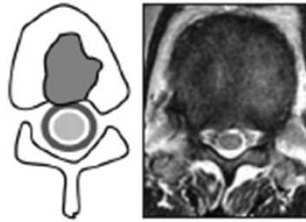


Grados de compresión medular...

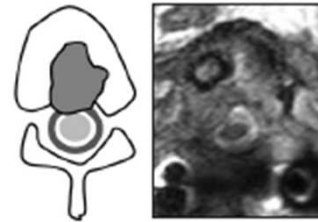
Grado 0



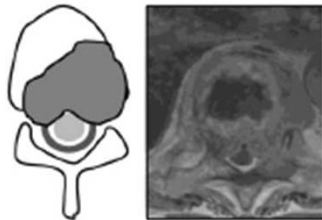
Grado 1



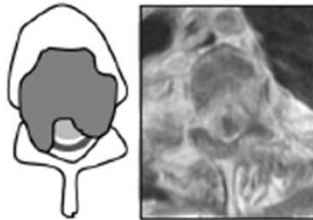
Grado 2



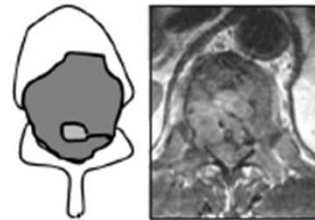
Grado 3



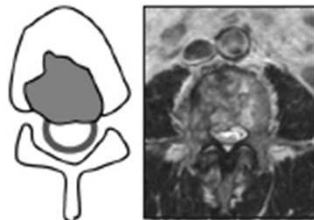
Grado 4



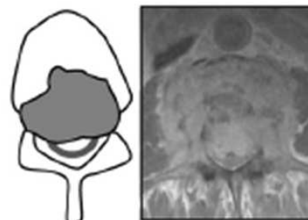
Grado 5



Grado 2 <50%



Grado 4 >50%



	Patchell fase III		Ryu fase II
	Cirugia + EBRT	EBRT sola	SRS
Respuesta Global Ambulatoria	84% (42/50)	57% (29/51)	81% (50/62)
Control en pts sin déficits	94% (32/34)	74% (26/35)	88% (31/35)
Control en pts con déficits	62% (10/16)	19% (3/16)	59% (19/27)

Patchell RA, Tibbs PA, Regine WF, et al. Direct decompressive surgical resection in the treatment of spinal cord compression caused by metastatic cancer: a randomised trial. Lancet 2005; 366:643-8.

Ryu S, Rock J, Jain R, et al. Radiosurgical decompression of metastatic epidural compression. Cancer 2010;116:2250-7.



A

CT #1 (Ax)
Slice 70 / 1

R

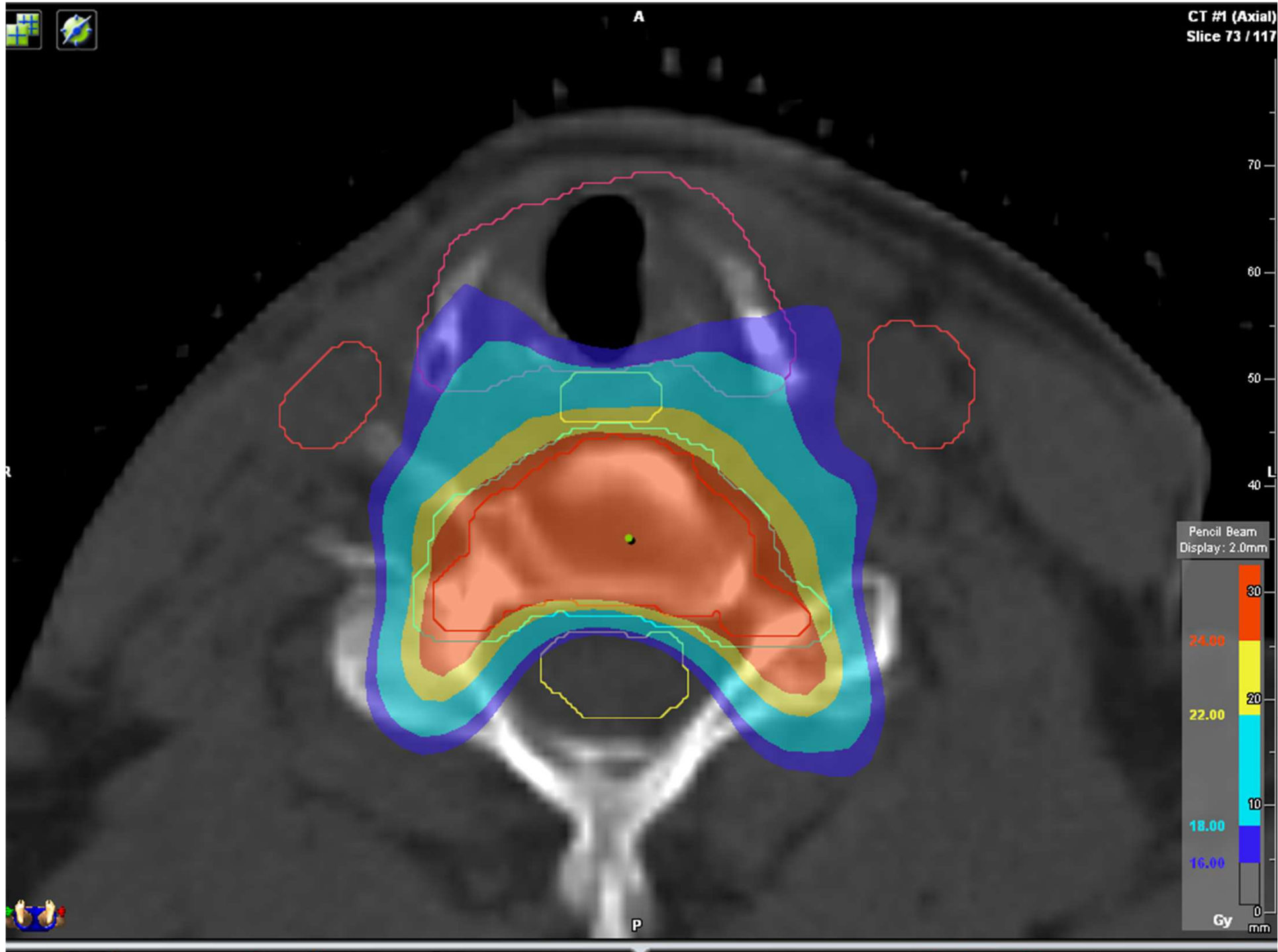


P



A

CT #1 (Axial)
Slice 73 / 117



Pencil Beam
Display: 2.0mm



P

SBRT: metástasis óseas

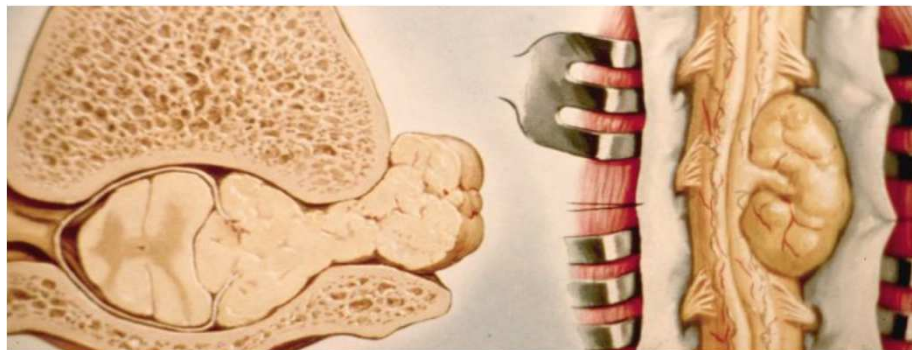
	RPA		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
T' desde el dx	>30 meses	>30 meses	<30 meses
KPS	>70	<70	<70
Sobrevida media	21.1 meses	8.7 meses	2.4 meses

Chao IJROBP 2011

Tumores Raquimedulares

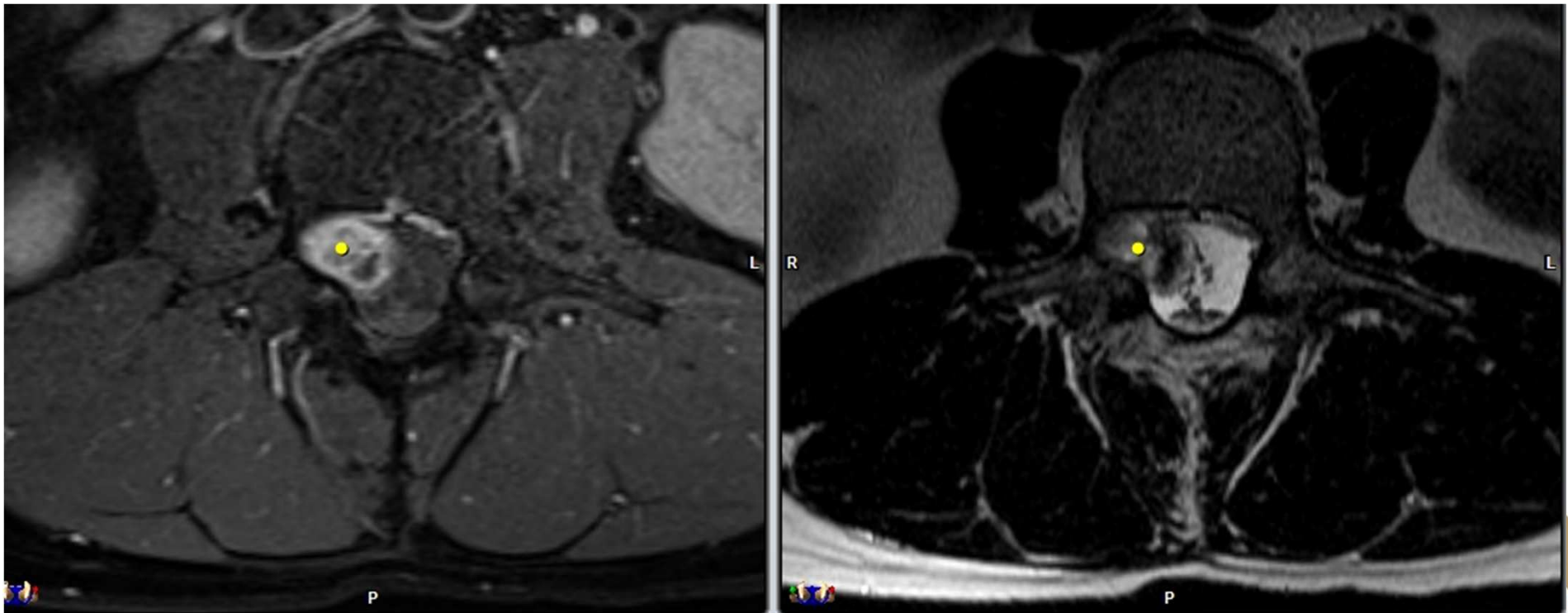
Tratamientos radioquirúrgicos

Estudio	Nº pts	Diagnóstico	Dosis/Fracción	Seguimiento (meses)	% CL
Ryu 2003	10	Hemangioblastoma, Ependimoma	18-25Gy/1-3fx	22	80
Sinclair 2006	15	MAV	20Gy/2-5fx	36	90
Parikh 2009	1	Metástasis	15Gy/3fx	26	100
Adler 2006	36	Meningioma - Neurinoma	16-30Gy/1-5fx	24	100
Shin 2009	6	Metástasis	10-16Gy/1fx	12	80



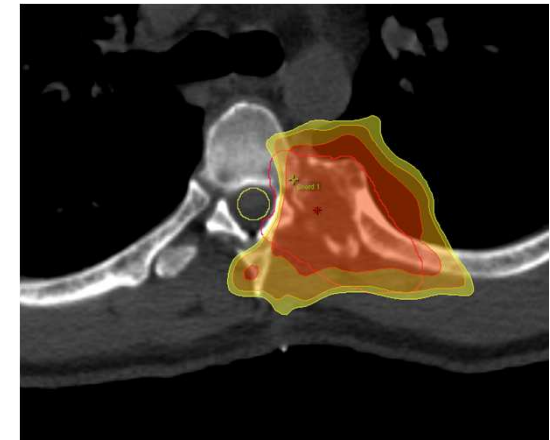
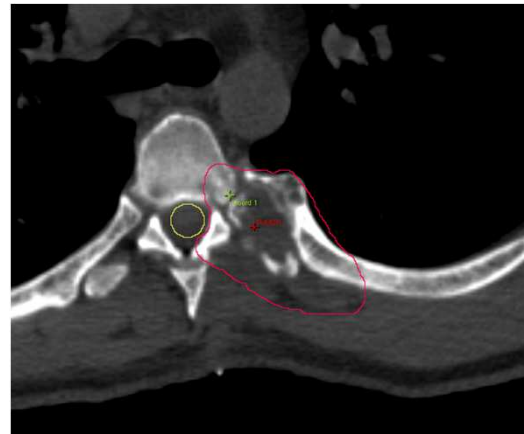
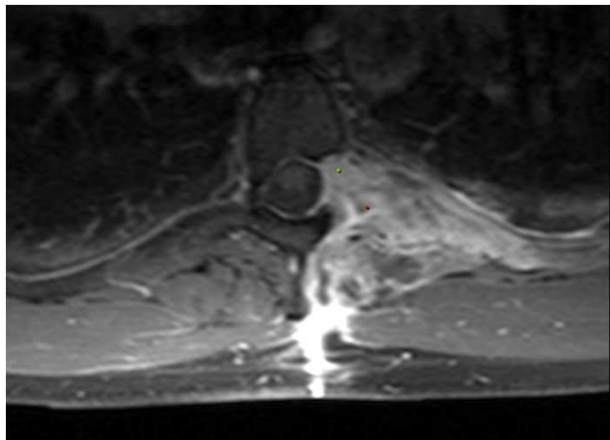
Caso 1

Hombre 36 años de edad
Neurinoma (L2)
2013 resección tumoral
2014 recidiva tumoral



Caso 2

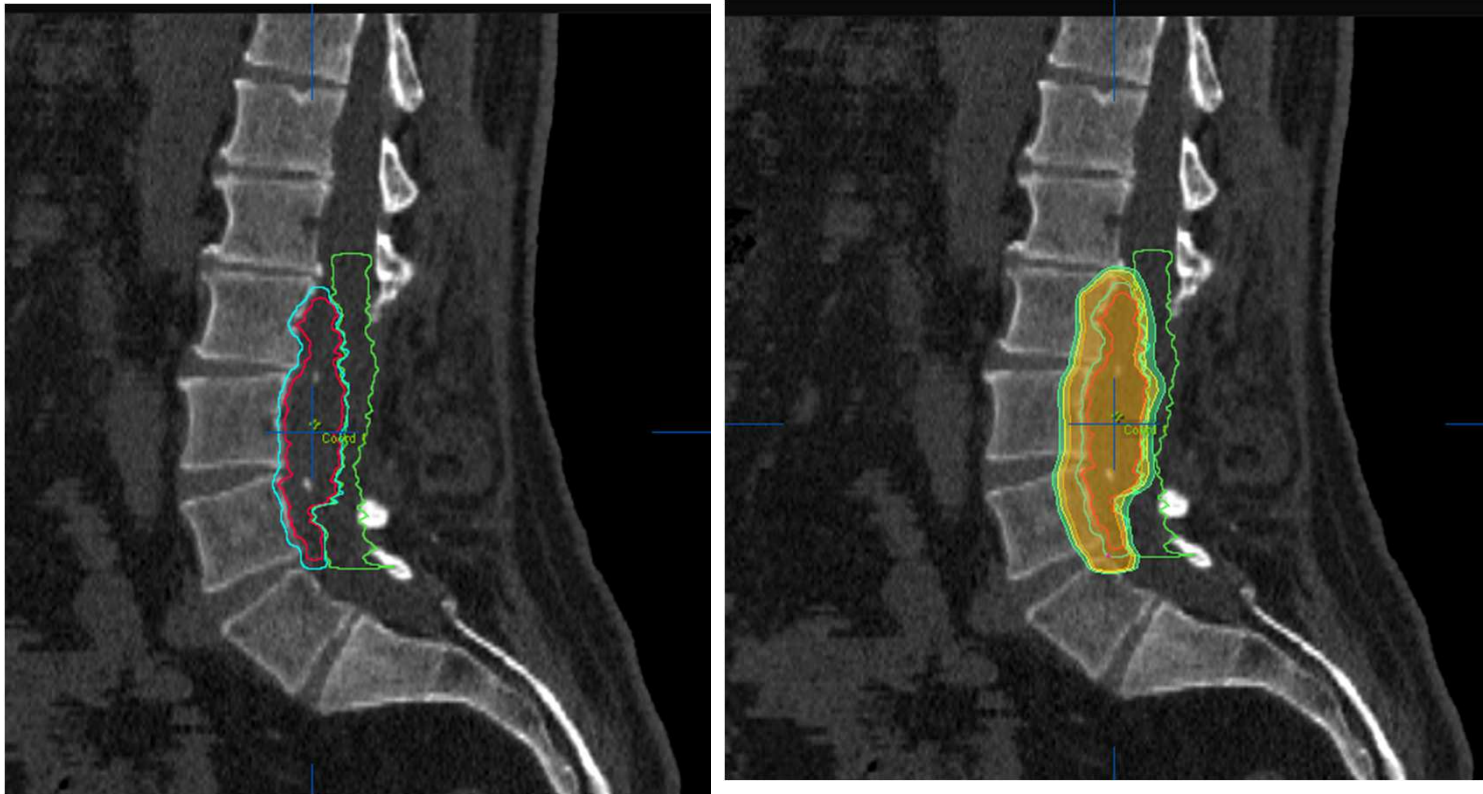
Hombre 39 años de edad
Compresión Medular
Resección parcial
AP: condrosarcoma



Caso 3

Hombre 65 años de edad

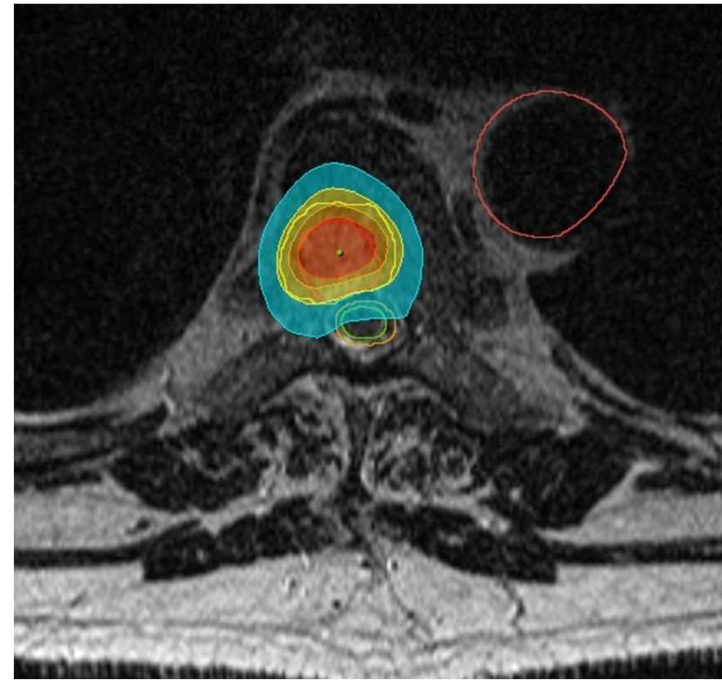
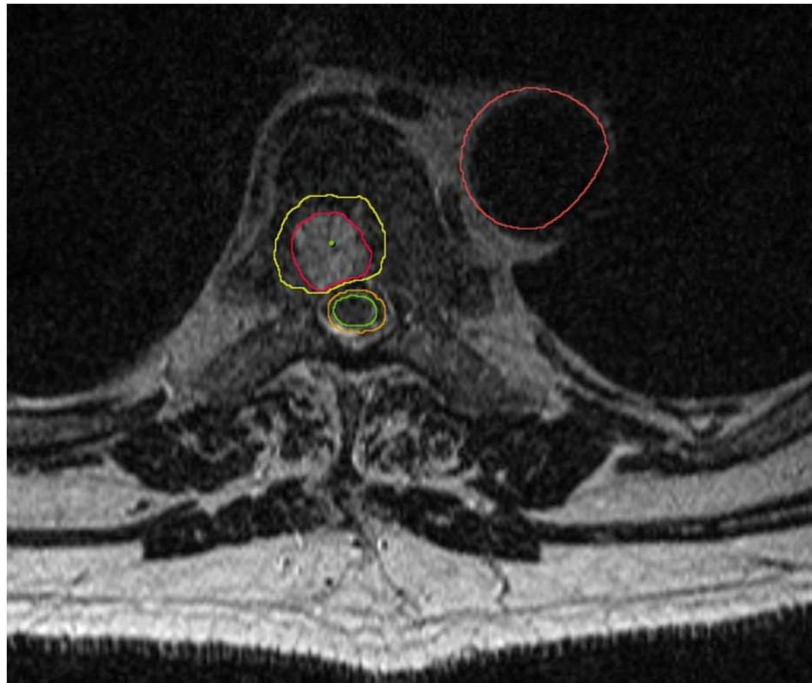
Recidiva de hemangiopericitoma operado 3 veces

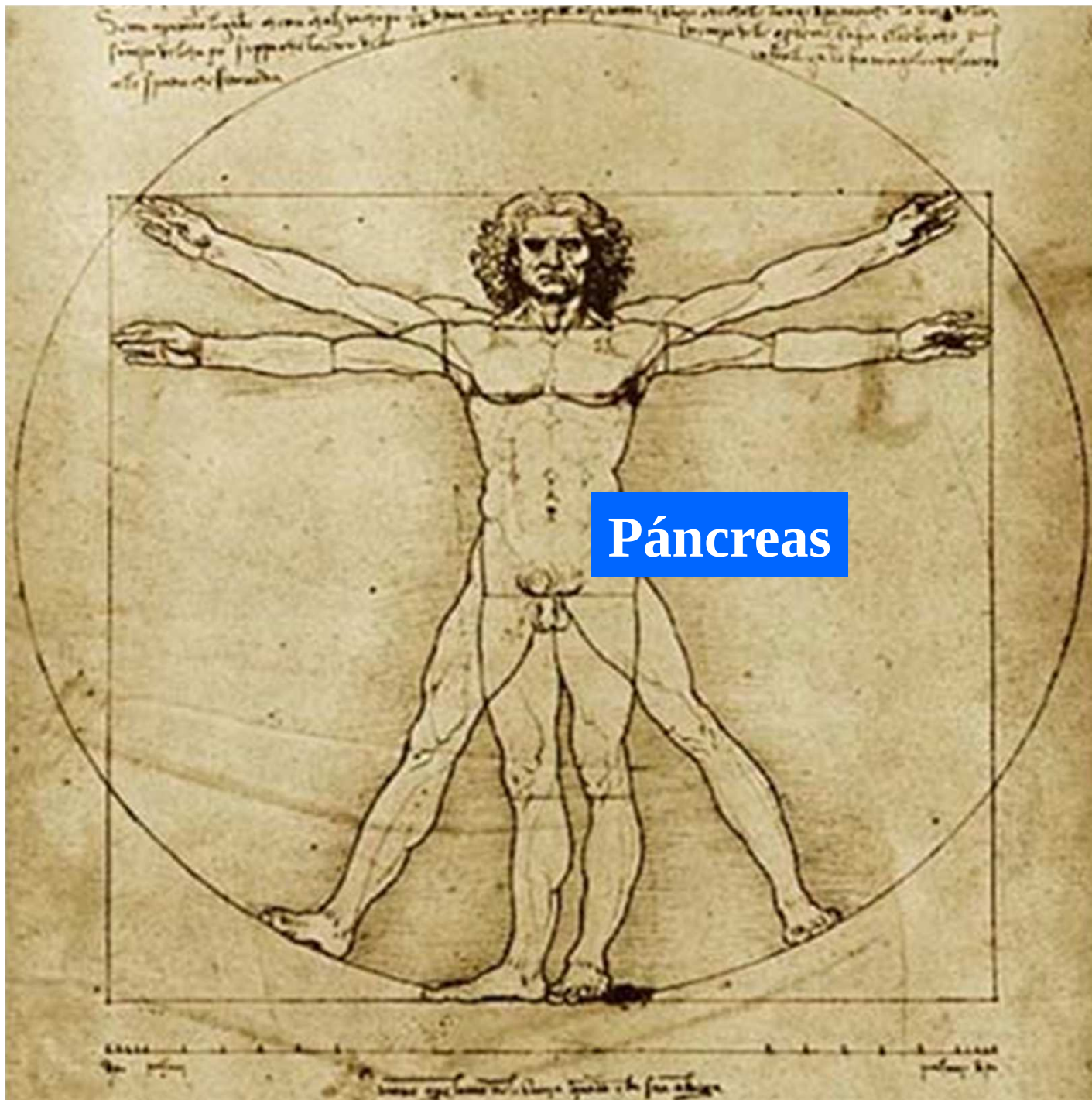


Caso 4

Hombre 86 años de edad

Hemangioblastoma dorsal sintomático no quirúrgico





4º causa de muerte específica de cáncer en USA

20% resección completa

30-40% confinado al páncreas y no resecable.

Tratamiento controversial...

QT: capecitabine, oxaliplatino, irinotecan, 5FU, leucovorina (FOLFIRINOX) solo, concomitante o secuencial a RT fraccionada

SG: < 1 año



Phase-II study on stereotactic radiotherapy of locally advanced pancreatic carcinoma

Morten Hoyer^{a,*}, Henrik Roed^b, Lisa Sengelov^b, Anders Traberg^c, Lars Ohlhuis^b, Jorgen Pedersen^c, Hanne Nellemann^d, Anne Kiil Berthelsen^b, Frey Eberholst^c, Svend Aage Engelholm^b, Hans von der Maase^a

^aDepartment of Oncology, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark, ^bDepartment of Radiation Oncology, Copenhagen University Hospital, Copenhagen, Denmark, ^cDepartment of Medical Physics, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark, ^dDepartment of Radiology, Aarhus University Hospital, Aarhus, Denmark

22 pts Ca páncreas localmente avanzado
15 Gy x 3 fracciones

Sobrevida media 5.4 meses
1 año : 5%

Severa toxicidad.....



SBRT en Ca de Páncreas

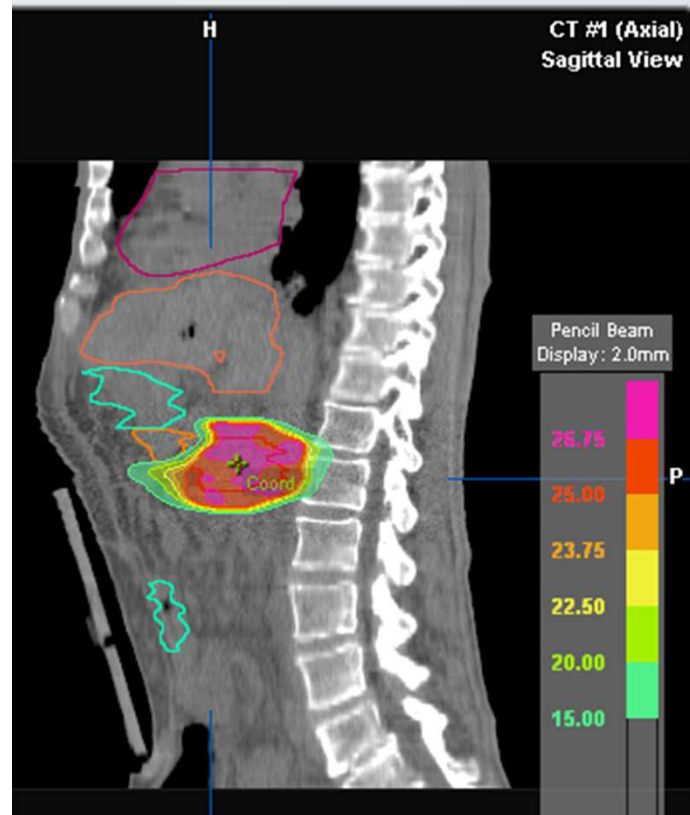
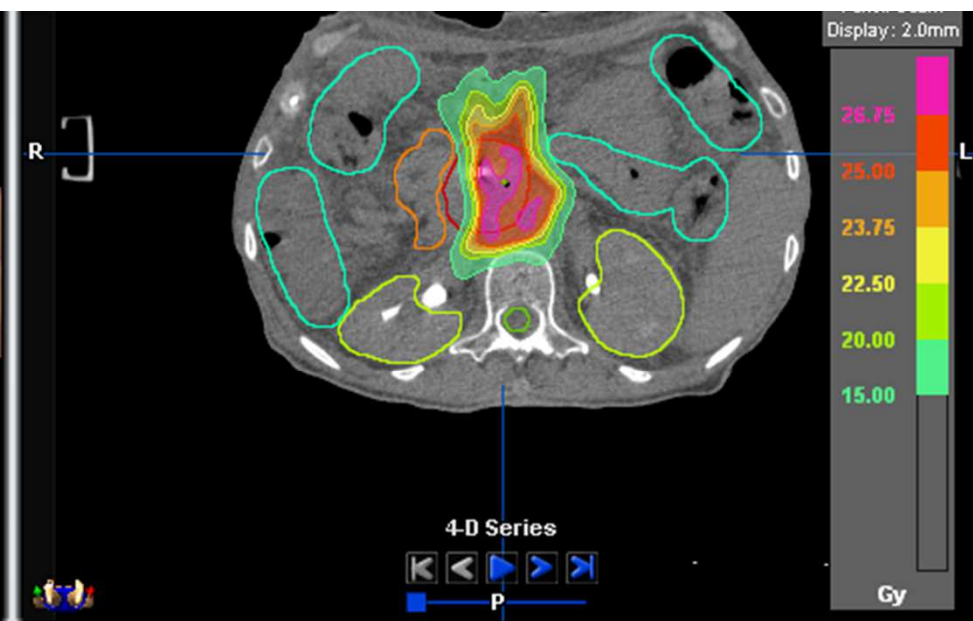
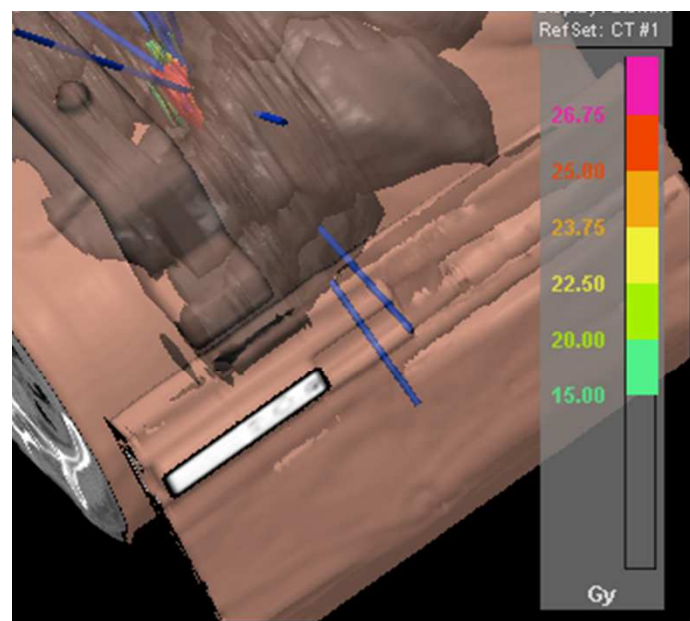
SBRT + QT			
Autor	Esquema	CL	SG
Pollom 2014	25-33Gy/1-5fx	92% a 6 meses	14,3 meses
Moningi 2014	20-33Gy/5fx	81% a 12 meses	17,8 meses
Gurka 2014	25-30/5fx	89% a 9 meses	13 meses



Stanford vs Aarhus

Stanford	Aarhus
Volumen GTV 19.2 cc -71.9 cc <u>Media: 28.9 cc</u>	Volumen GTV 38 cc – 376 cc <u>Media: 136 cc</u>
25 Gy x 1 fx	15 Gy x 1 fx
Volumen irradiado es predictor de toxicidad	





Go to...

Functions

Th...

Beams

Table:

Gantry:

Collimator:

Margin:

MU:

Export

Dose

Oligometástasis

Antiguo concepto: pacientes con metástasis son incurables y tratamiento paliativo...

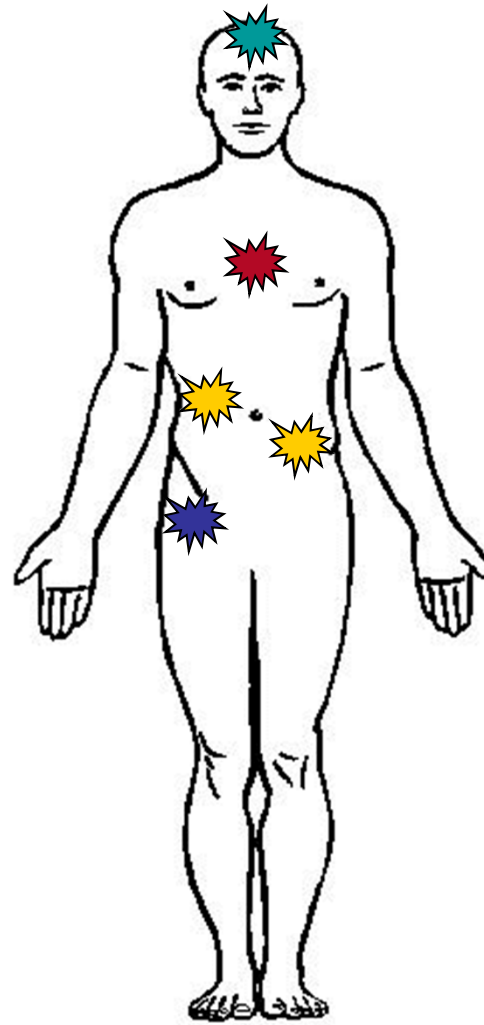
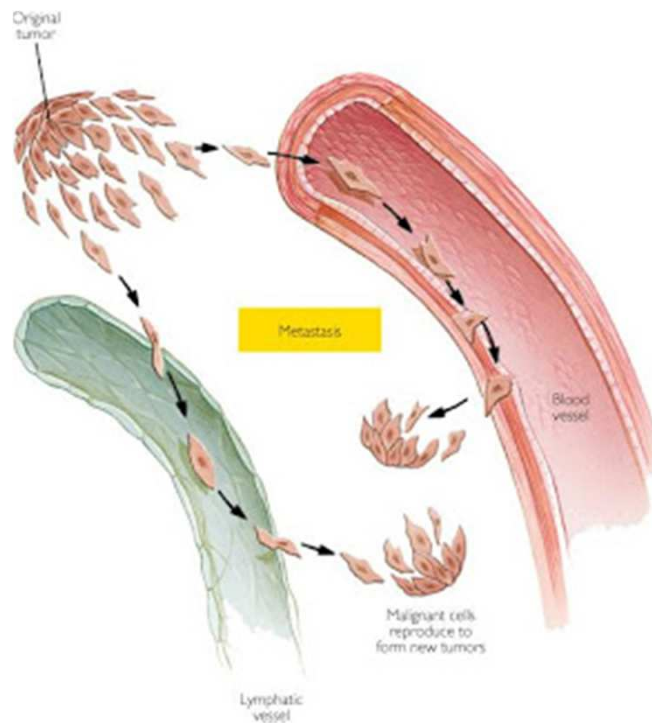
Oligometastasis

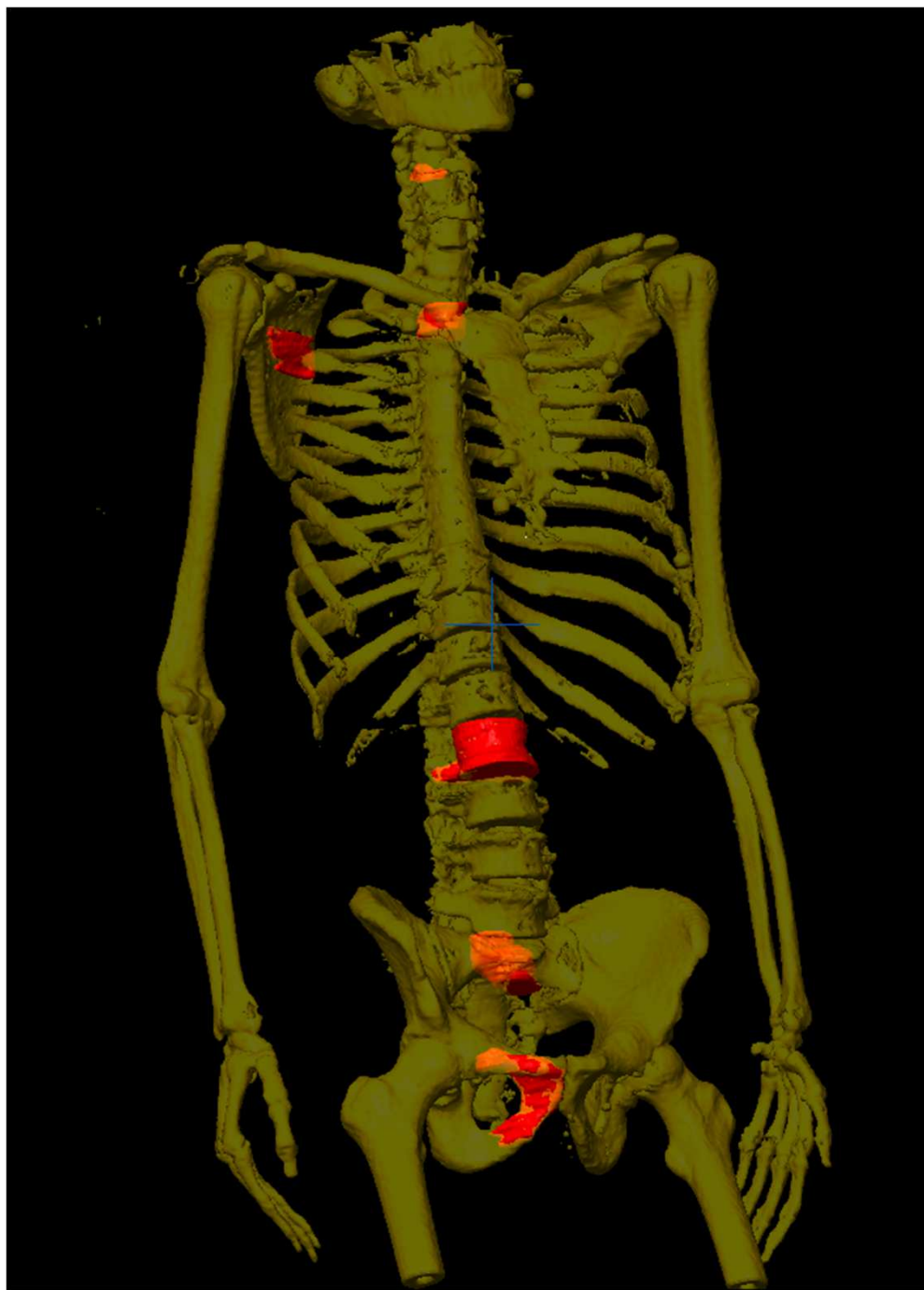
1-5 sitios de enfermedad confinados o múltiples sitios localizables

Controlando los sitios: control enfermedad visible

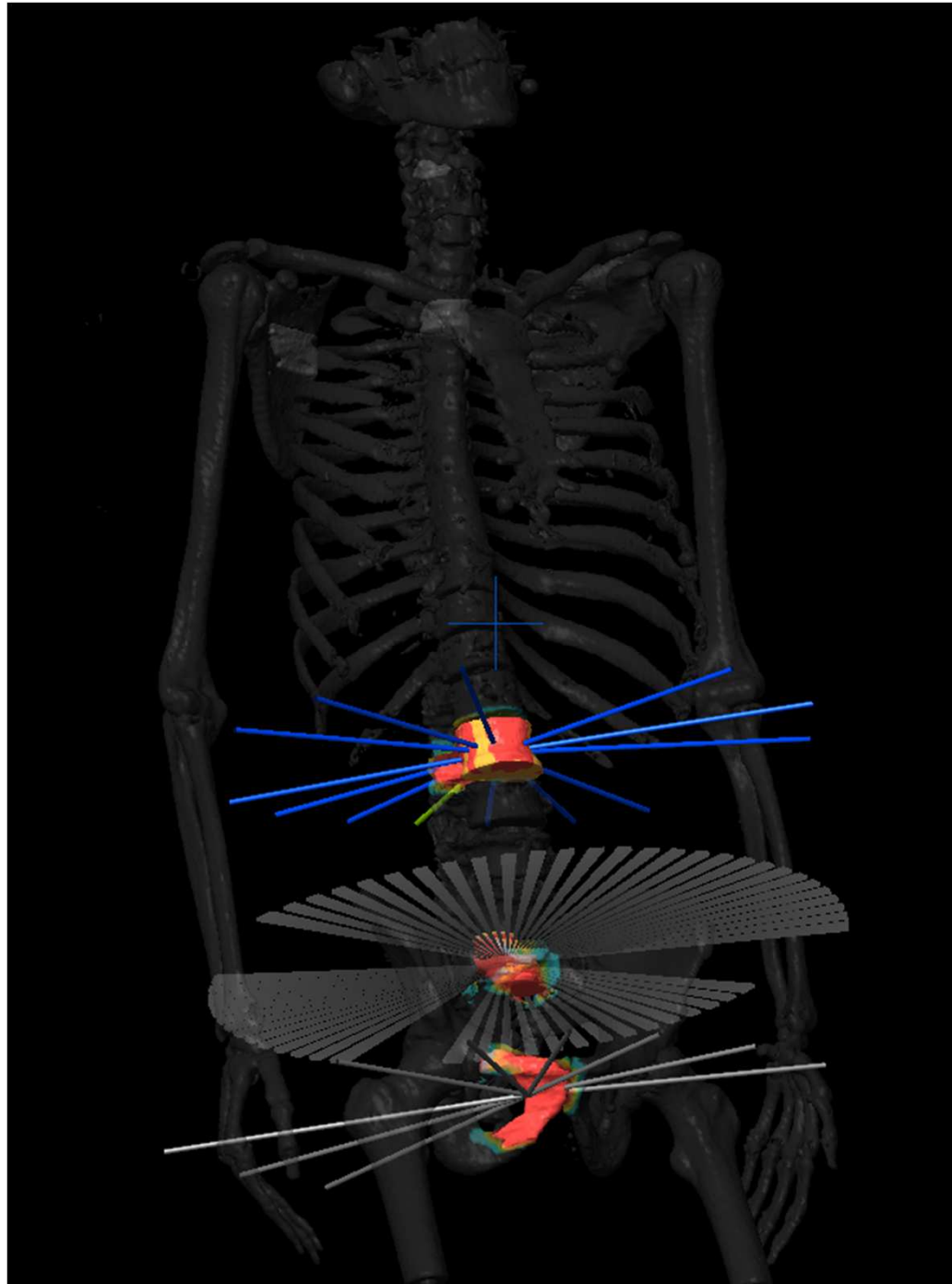


Oligometástasis

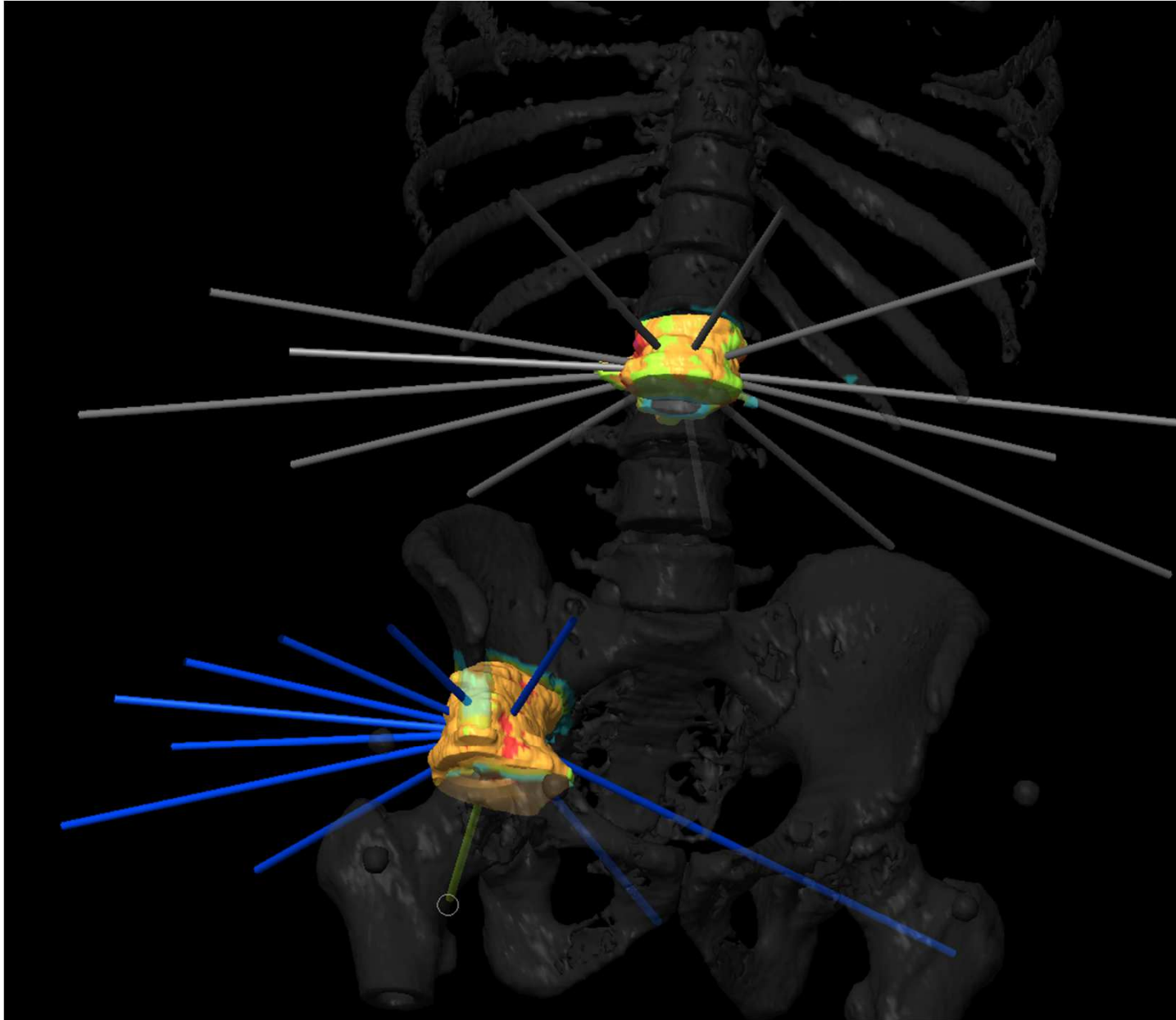


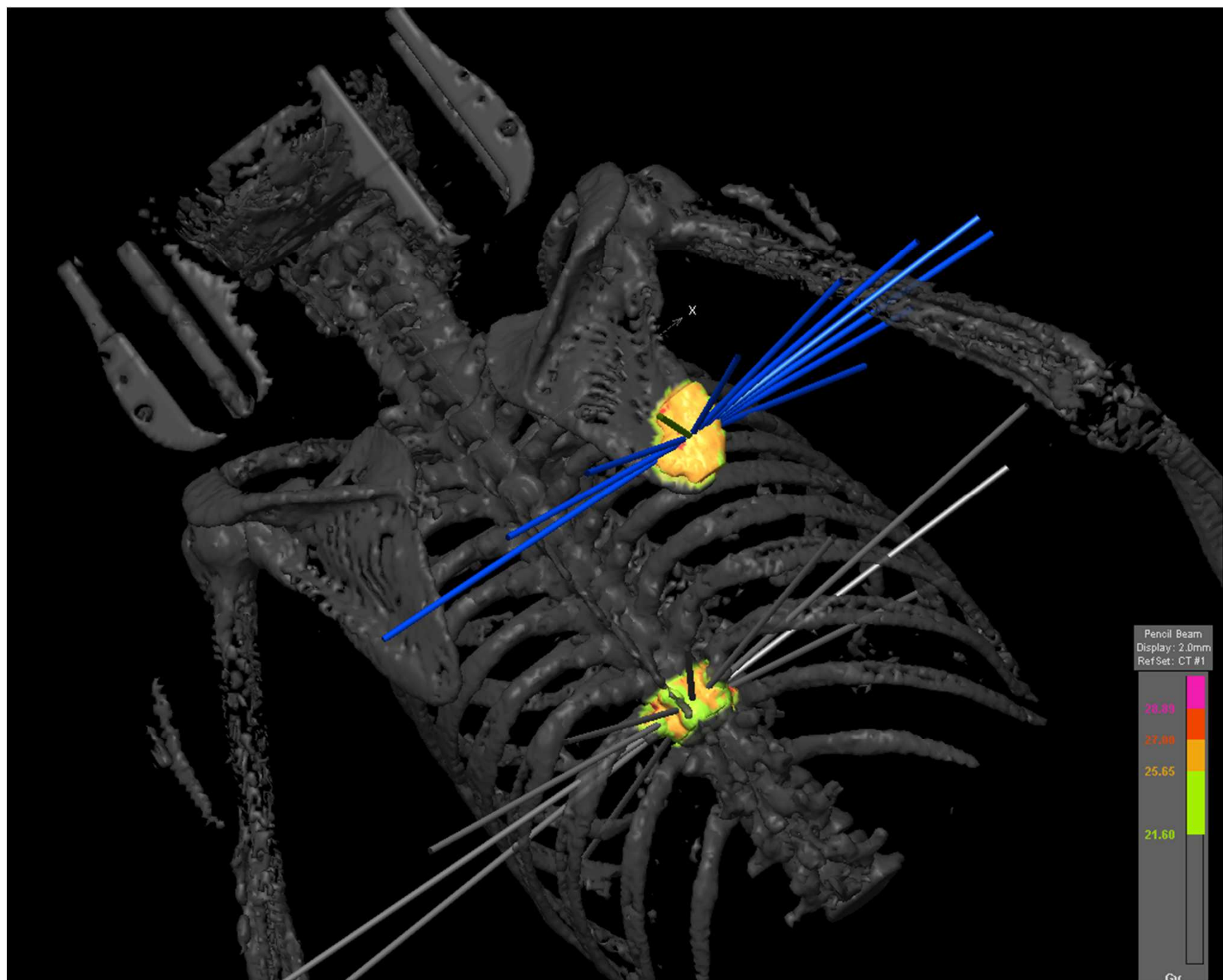


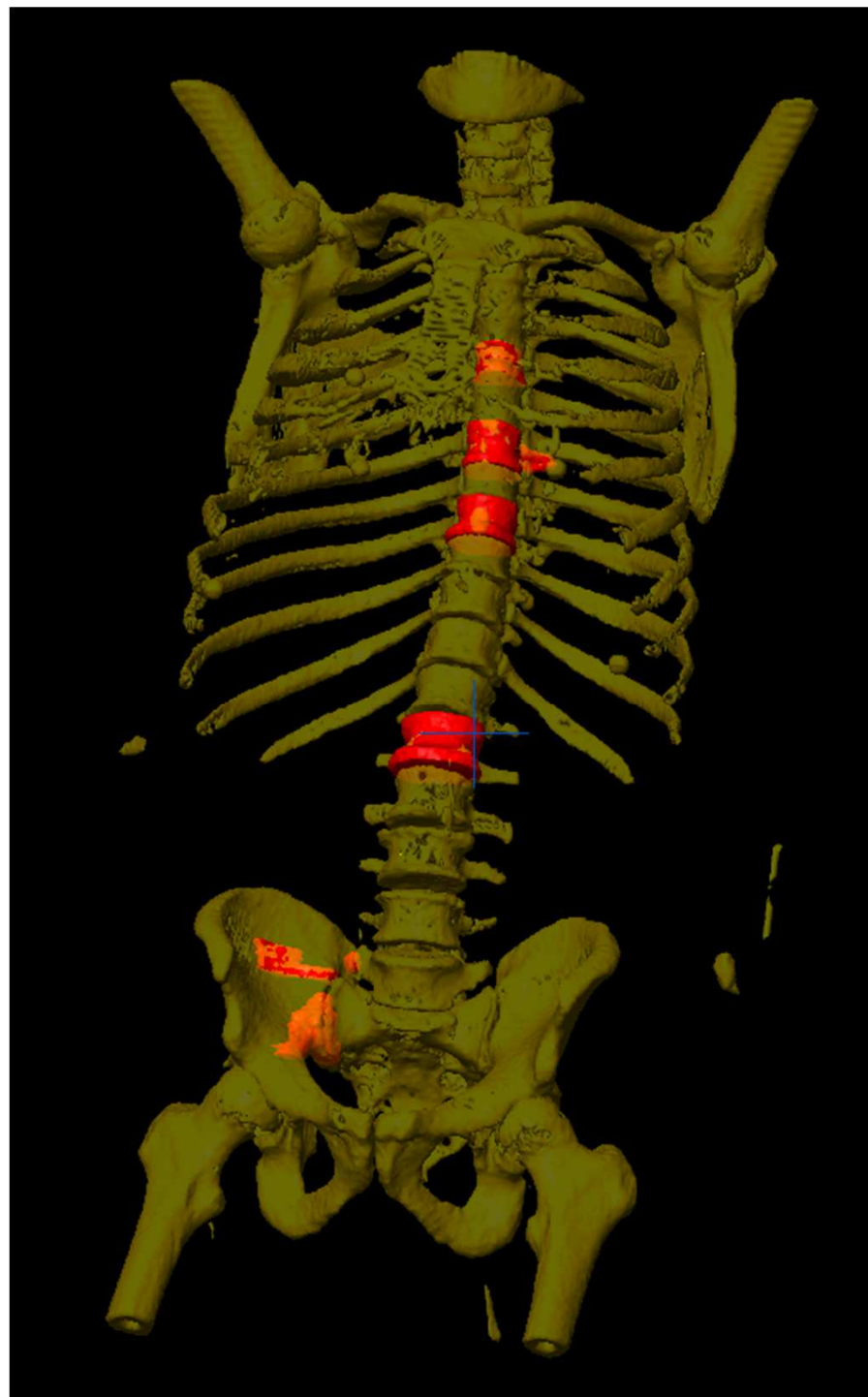
INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE



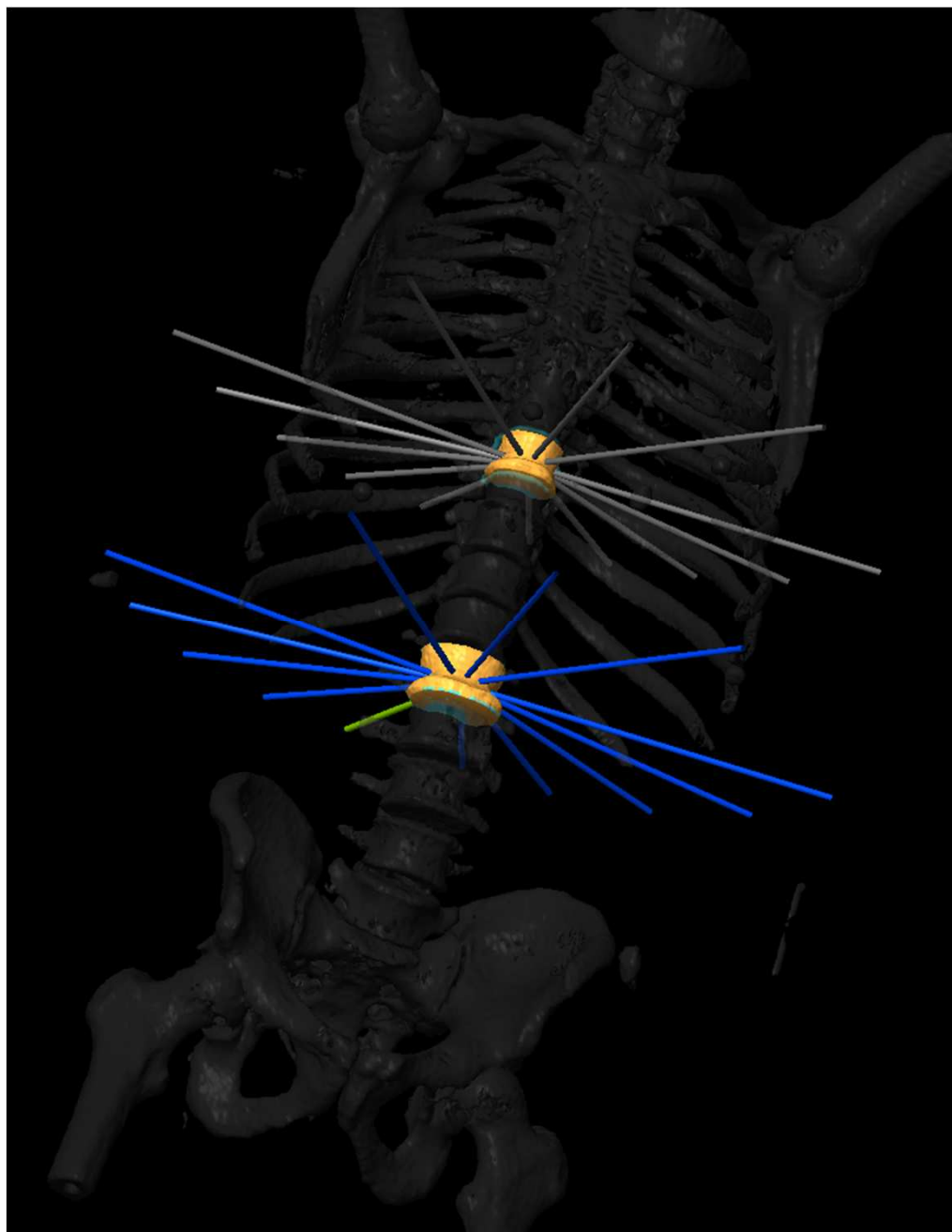
INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE



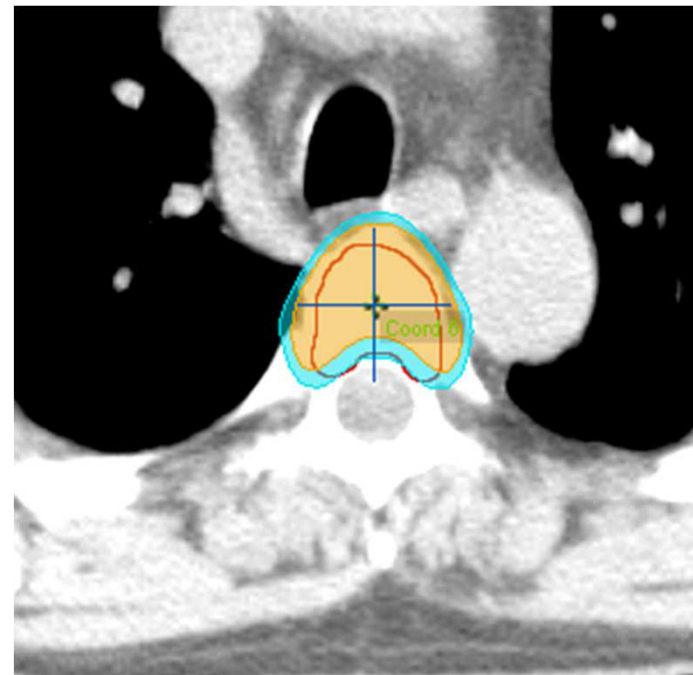
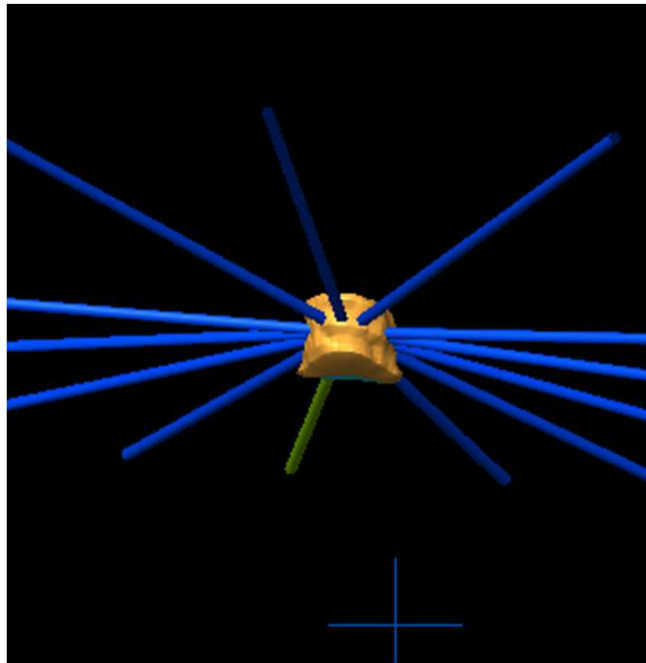


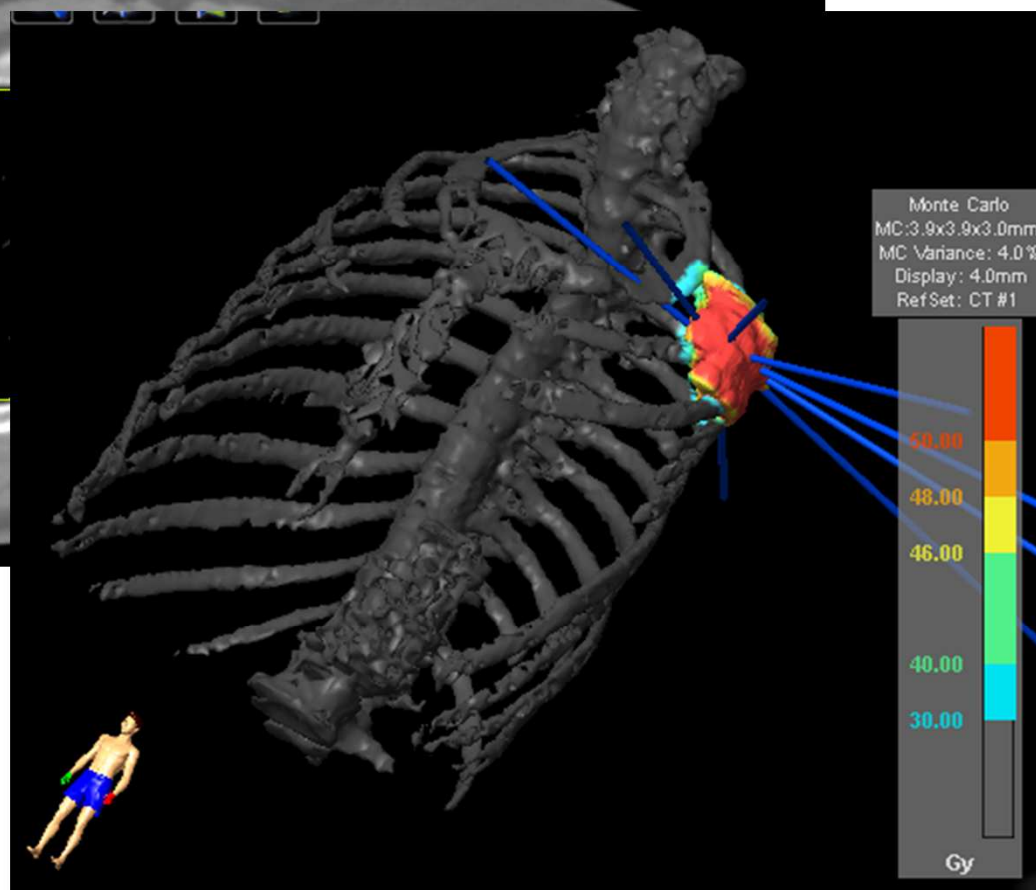
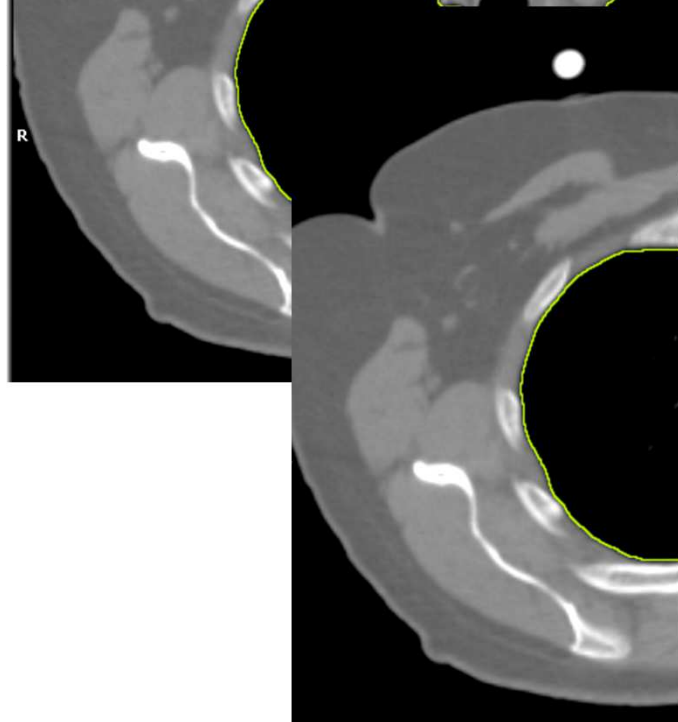
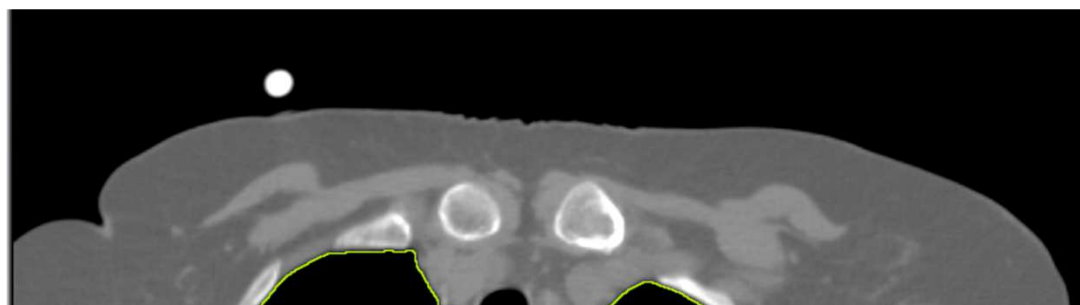


INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE





SBRT en oligometástasis de CCR

Autor	Nº pts	Nº mts	Dosis Gy/fx	FU m	% LC		% SG		PFS m	% Toxicidad Aguda >3
					1 año	2 años	1 año	2 años		
Hoyer	44		45Gy/3fx	51	90	79	67	38	6,5	48
Van der Pool	20	31	37,5Gy/3fx	26	100	74	100	83	11	10
Kang	59	78	36-51Gy/3fx	32	85	66	82	66		3
Bae	41	50	45-60Gy/3fx	28	100	85	85	70		7
Comito	82	112	48Gy/4fx 60-75Gy/3fx	24	85	70	85	65	14	0



Stereotactic body radiation therapy for liver metastases

Marta Scorsetti, Elena Clerici, Tiziana Comito

Autores	Nº pts	Nº metástasis	Histología	DTGy/fx	Toxicidad	CL	SG
Herfarth 2004	35			14-26Gy/1fx		71% 1 año	72% 1 año
Hoyer 2006	64	110	CCR	45Gy/3fx	G1	79% 2 años	38% 2 años
Mendez Romero 2010	27	34	CCR	30-37Gy/3fx	G1	86% 2 años	62% 2 años
Lee 2009	68	143	CCR y otros	27-60Gy/6fx	G3	71% 1 año	70% 1 año
Rusthoven 2009	47	63	CCR y otros	36-60Gy/3fx	G3	90% 2 años	90% 2 años
Ambrosino 2009	27		CCR	25-60Gy/3fx		74% 1 año	
Goodman 2010	29	40	CCR	18-30/1fx	G2	80% 1 año	83% 1 año
Scorsetti 2013	61	76	CCR y otros	75Gy/3fx	G3	94% 1 año	83% 1 año

CRITERIOS DE SELECCION

	CATEGORIA		
	Elegible	Precaución	No Elegible
Nº de metástasis	<3cm	4 cm	>4 cm
Tamaño de la metástasis	1-3 cm	3-6 cm	>6 cm
Distancia de OARs	8 mm	5-8 mm	<5 mm
Función hepática	Child A	Child B	Child C
Volumen hepático sano	>1000 cc	700 y 1000 cc	<700 cc

Esquema de 3 Fracciones	
Tamaño Tumoral	Dosis Prescripta
<3cm	48-60Gy
3-6 cm	60-75Gy

OARs		
Hígado sano	>700cc	<15Gy
ME	1cc	<18Gy
Riñones	V15Gy	<35%
Estomago, Duodeno, Intestino	3cc	<30Gy
Corazón	1cc	<30Gy
Costillas	30cc	<30Gy



Stereotactic body radiotherapy for oligo-recurrence within the nodal area from colorectal cancer

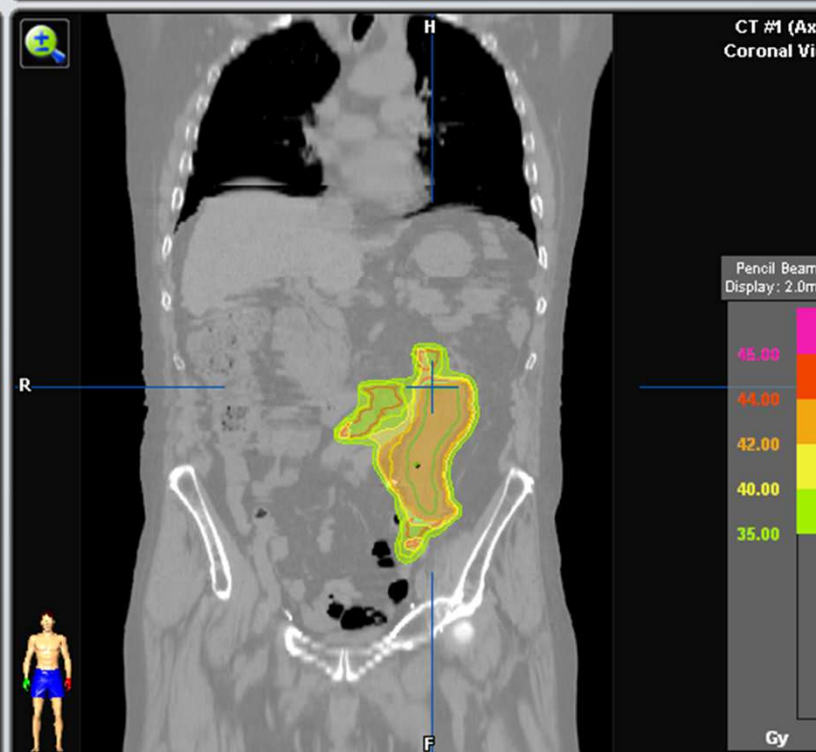
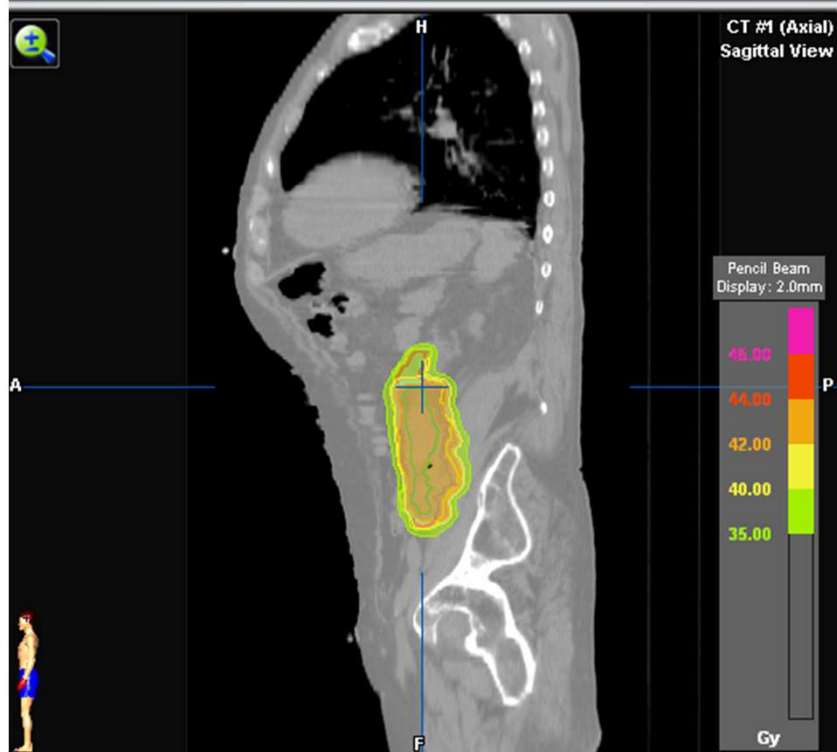
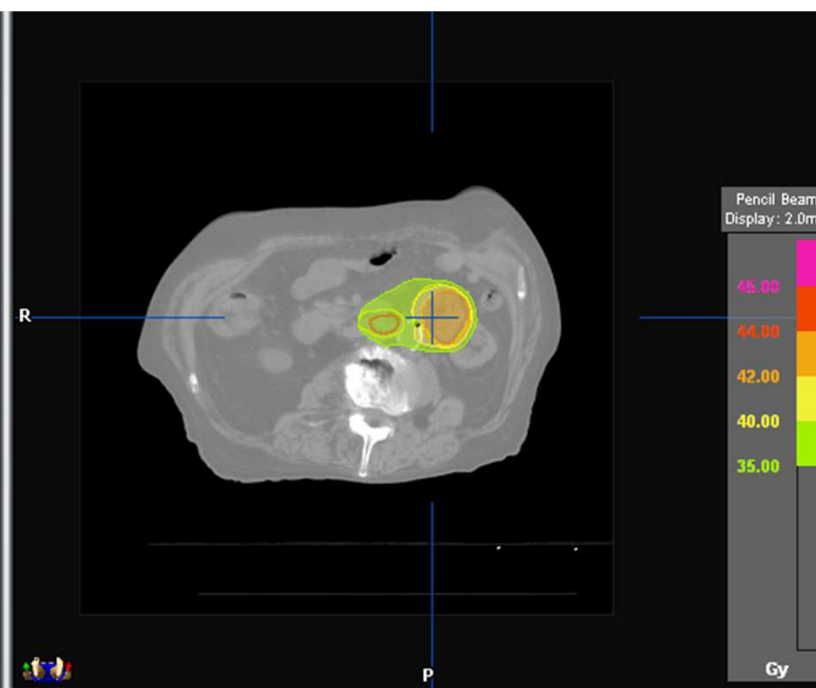
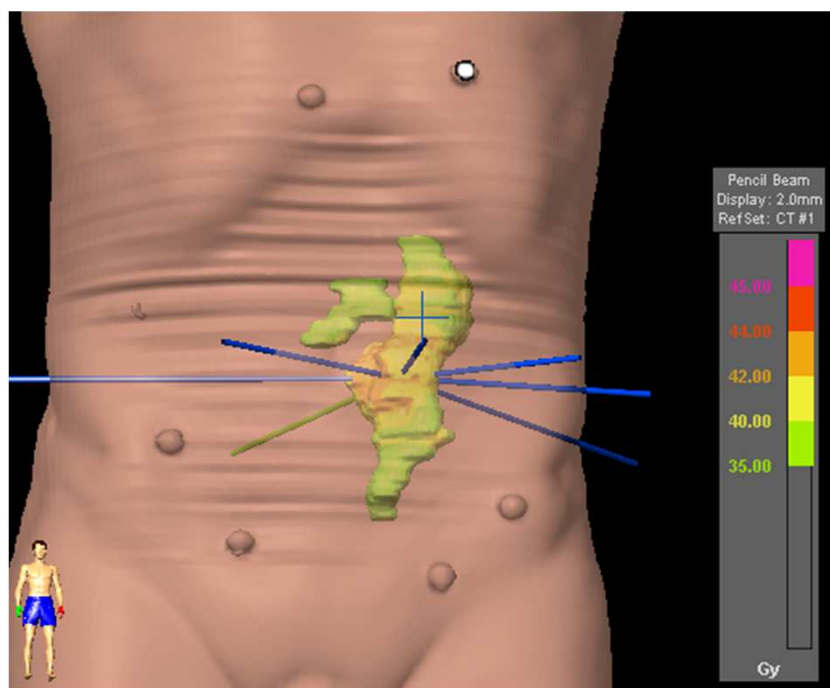
Young Seok Seo, Mi-Sook Kim, Hyung-Jun Yoo, Won-Il Jang

Autor	año	Nº pts	% de oligoNode	Dosis Gy	CL	SG	Toxicidad G1 (%)
Bae	2012	41	44	46-50 (48)	57% 5 años	38% 5 años	7
Kang	2010	59	53	36-51 (42)	24% 5 años	29% 5 años	3
Kim	2009	7	100	36-51(48)		71% 3 años	14
Kim	2008	23	100	30-51(39)	74% 4 años	25% 4 años	4
Hoyer	2006	64	5	45	63% 2 años	38% a 2 años	5





INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE



Irradiación Parcial Acelerada de la Mama (APBI) con Radioterapia de Intensidad Modulada Guiada por Imágenes (IMRT + IGRT)



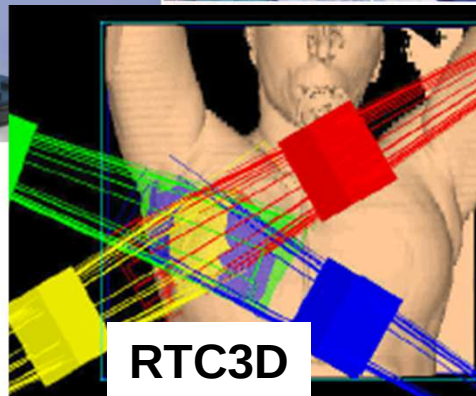
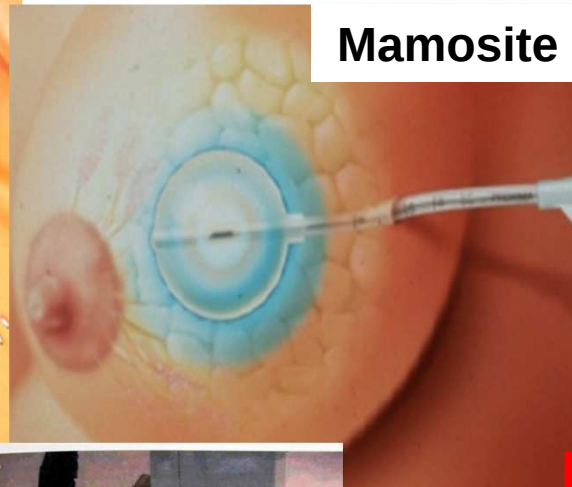
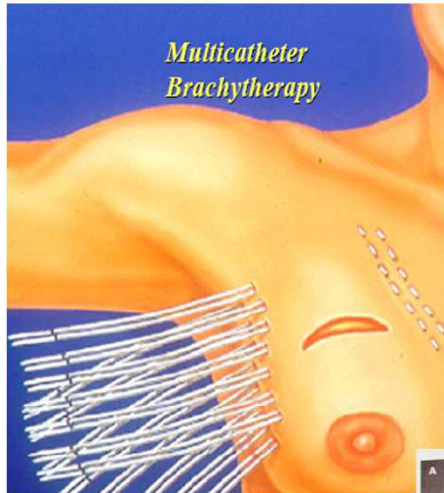
Argumentos para APBI

La mayoría de las recidivas **locales en el sitio** del tumor primario

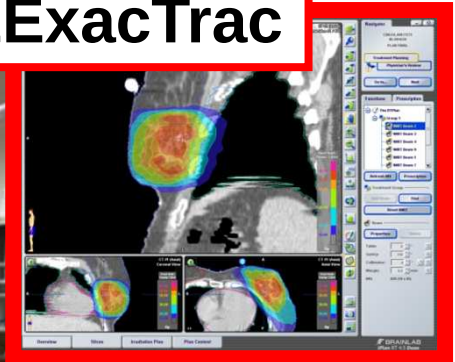
- ✓ Clarke - Int J Rad Oncol Biol Phys 1985;11: 137-45
 - ✓ Van Limbergen - Radiother Oncol 1987; 8:1-9
 - ✓ Pólgar - Semin Radiat Oncol 2005;15: 116-122
 - ✓ Vicini - Semin Radiat Oncol 2005;15: 108-15
 - ✓ Smith - Int J Rad Oncol Biol Phys 2009; 74:987-1001
-
- **Menos del 20% en “otra parte” / 2º primario**
- ✓ Veronesi - N Engl J M 2002; 347:1227-32
 - ✓ Morrow M. - N Engl J M 2002; 347:1270-1



Diferentes Tecnologías



IMRT+IGRT&ExacTrac



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

Consensos – Basados en Evidencia Clínica

ASTRO

- Edad ≥ 60 años
- Ausencia BRCA 1 / 2
- TT (≤ 2 cm)
- Márgenes libres (≥ 2 mm)
- Cualquier grado histológico
- Sin angioinvasión
- RE+
- Unicéntrico (mamografía)
- Histología: Ductal infiltrante u otros subtipos favorables (mucinoso, tubular y coloide)
- Excluye CDIS unifocal o extenso
- pN0

IJROBP, 74(4), 2009

ESTRO

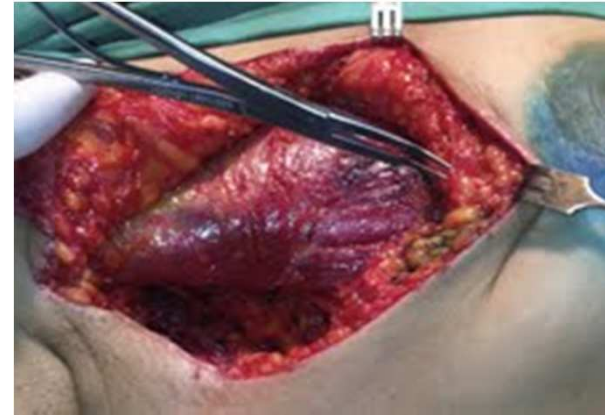
- Edad ≥ 50 años
- Ausencia BRCA 1 / 2
- TT (≤ 3 cm)
- Márgenes libres (≥ 2 mm)
- Cualquier grado histológico
- Sin angioinvasión
- RE+ RP+ / RE - RP -
- Unicéntrico (mamografía)
- Histología: Ductal infiltrante u otros subtipos favorables (mucinoso, tubular y coloide)
- Excluye CDIS unifocal o extenso
- pN0

Radio&Oncol 94, 2010



INSTITUTO DE RADIOTERAPIA
FUNDACIÓN MARIE CURIE

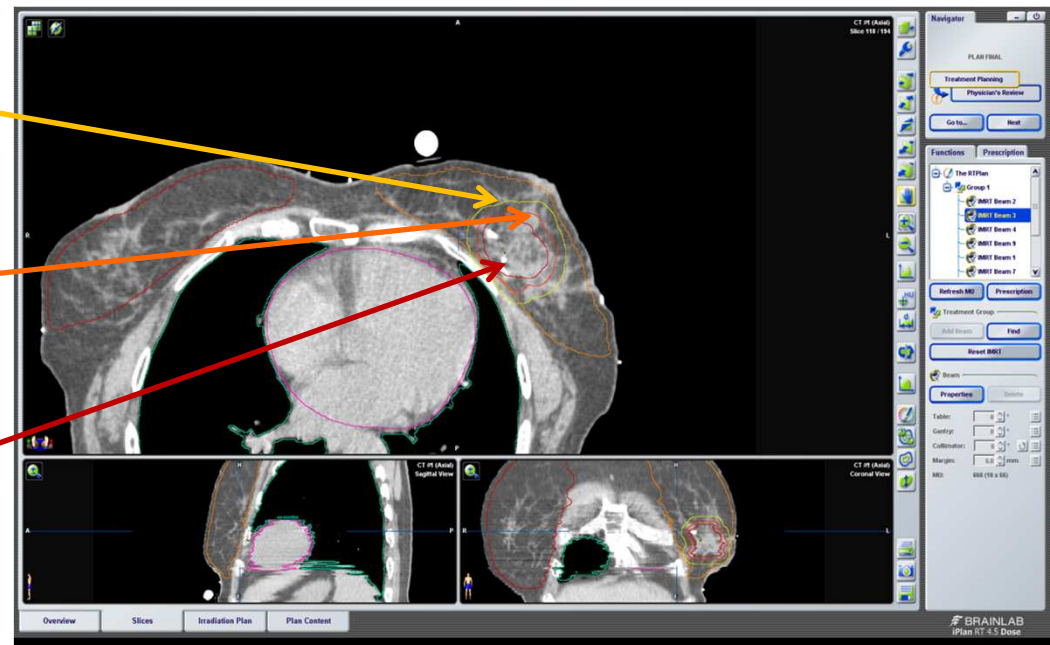
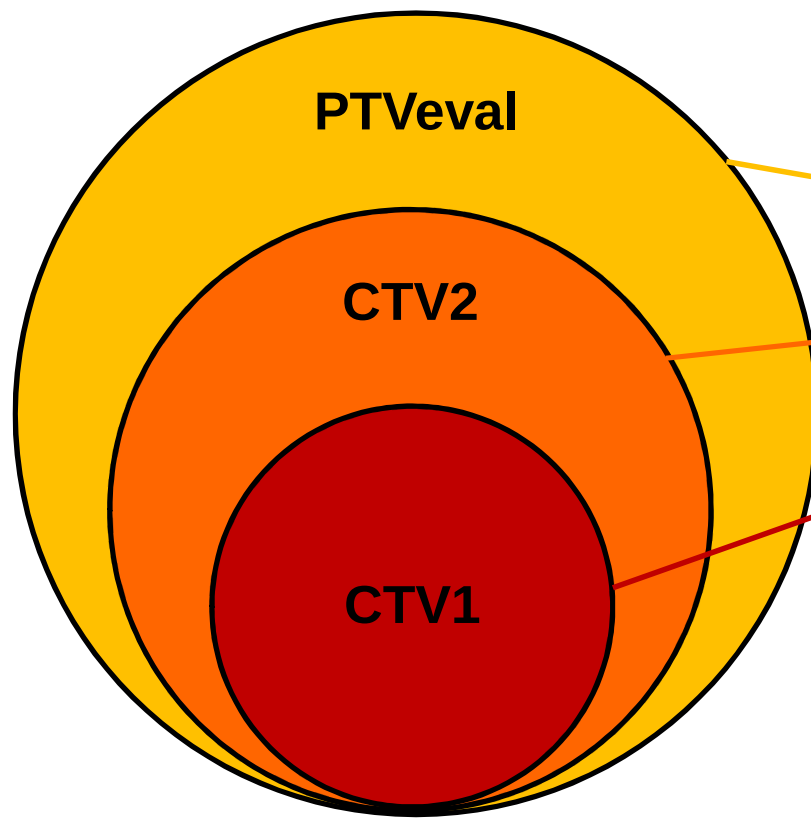
Tumorectomía + GC y clips

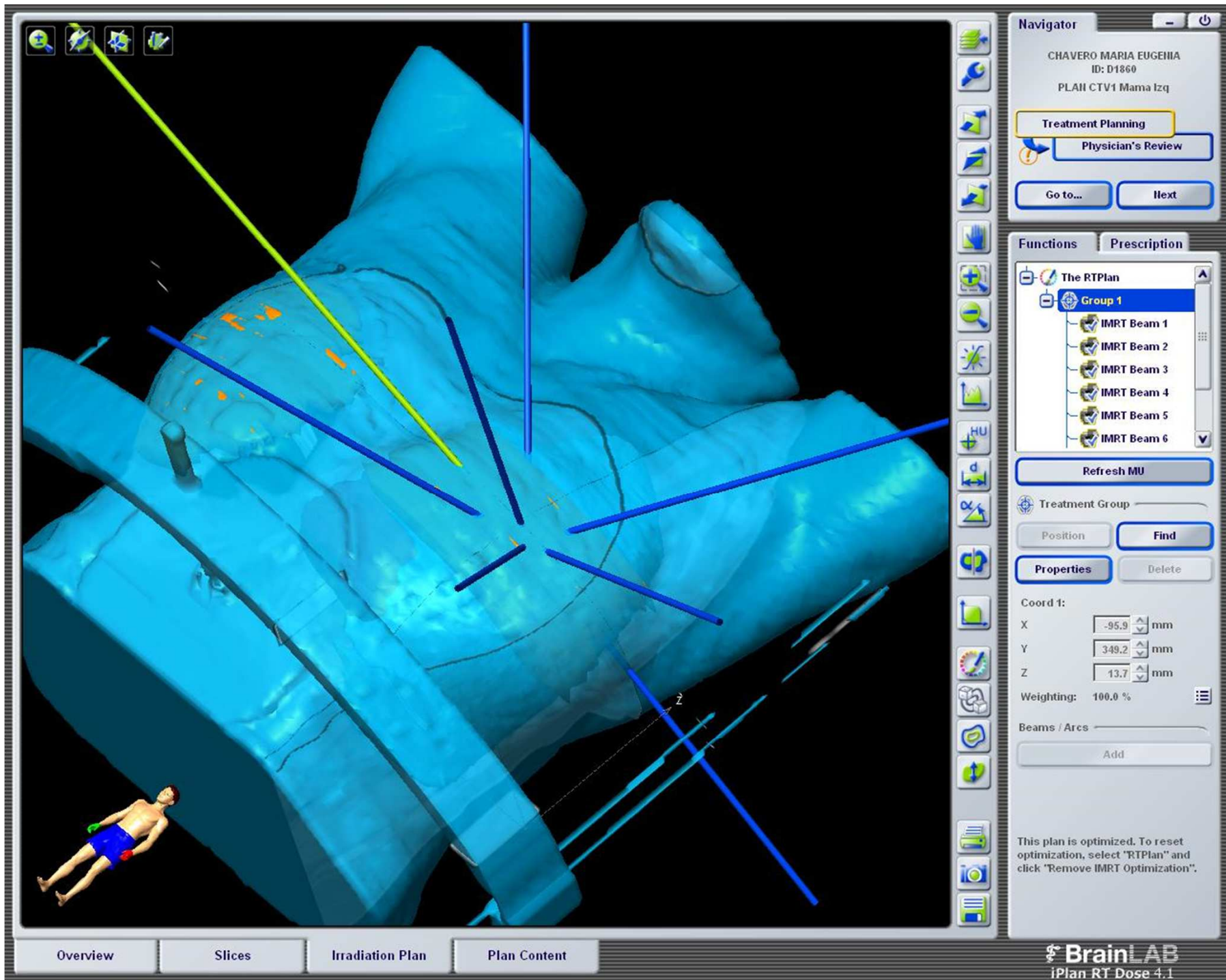


- Bolsas de vacío
- Marcadores de teflón en cicatriz y contorno de mama y seis esferas sistema ExacTrac® en la superficie torácica

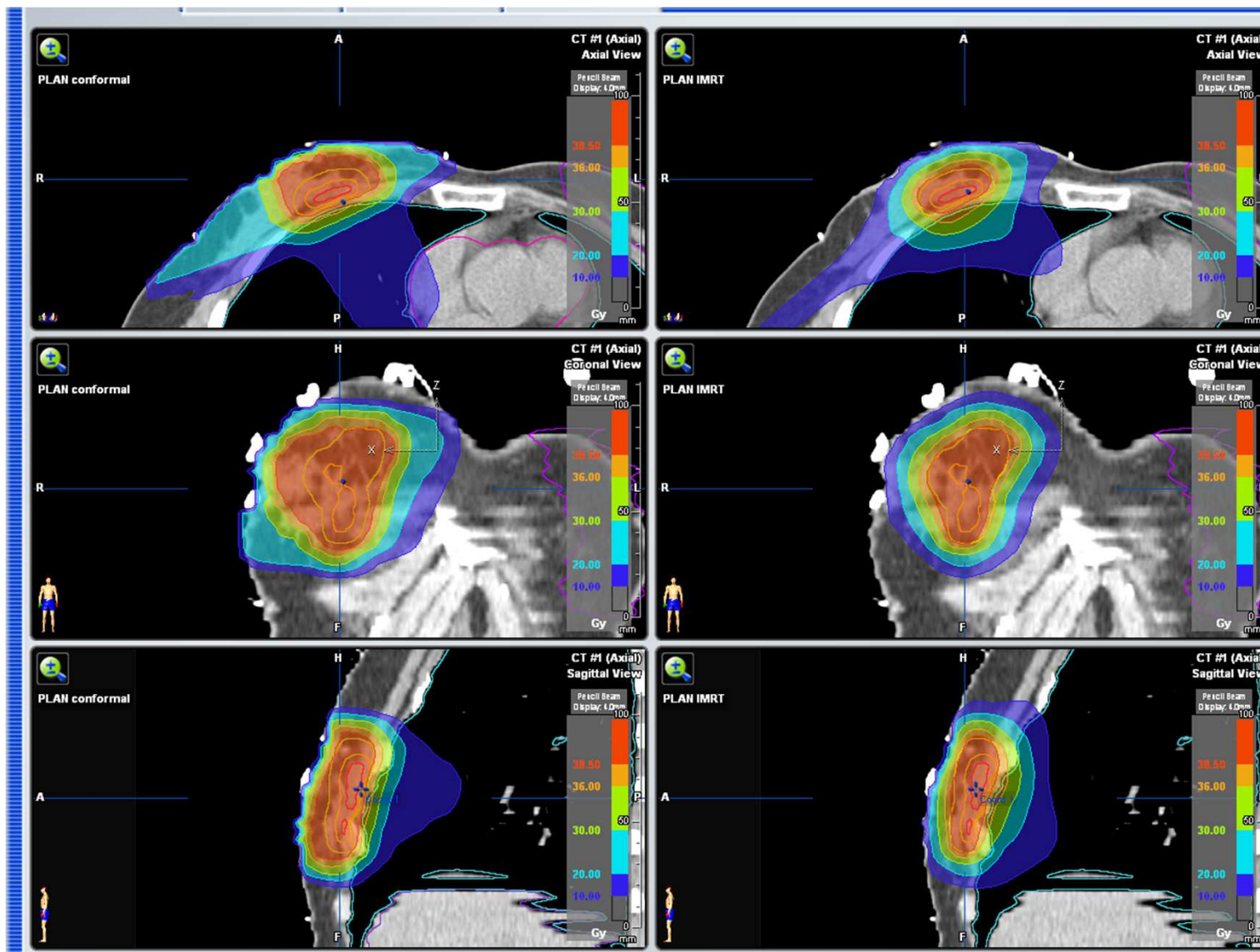


Delimitación Volúmenes Blanco





3DCRT VS IMRT

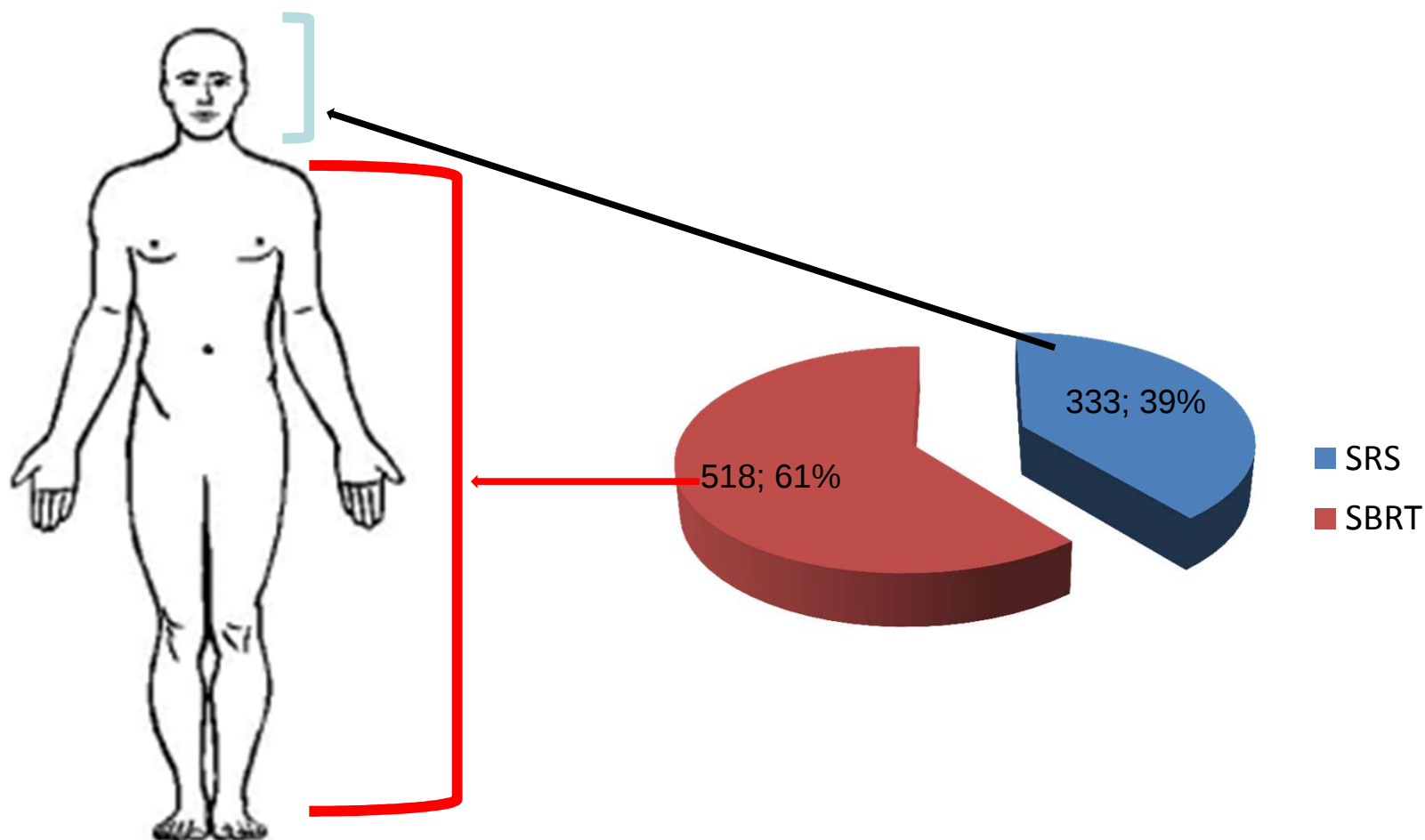


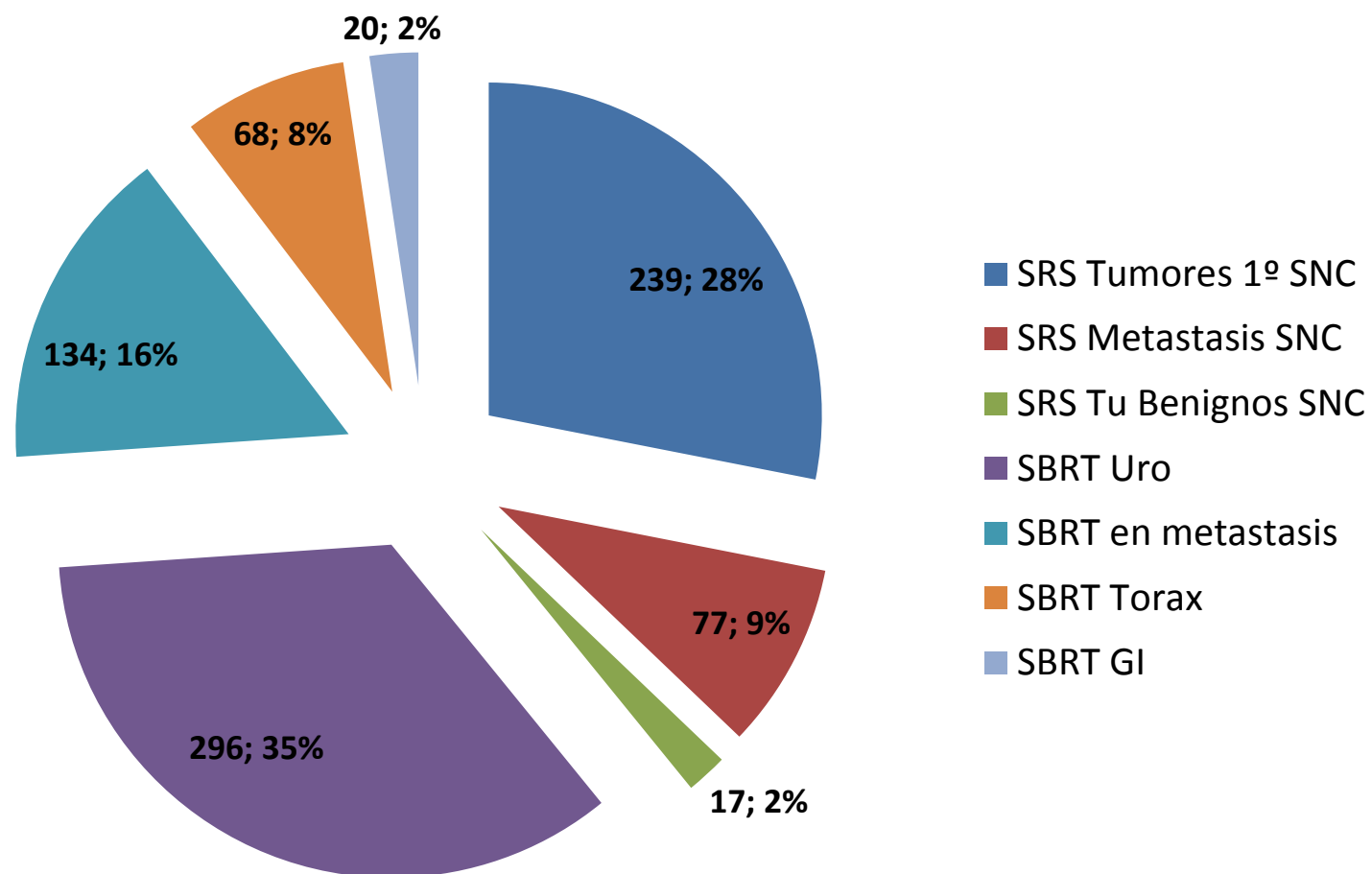
Instituto de Radioterapia: Plataforma Novalis

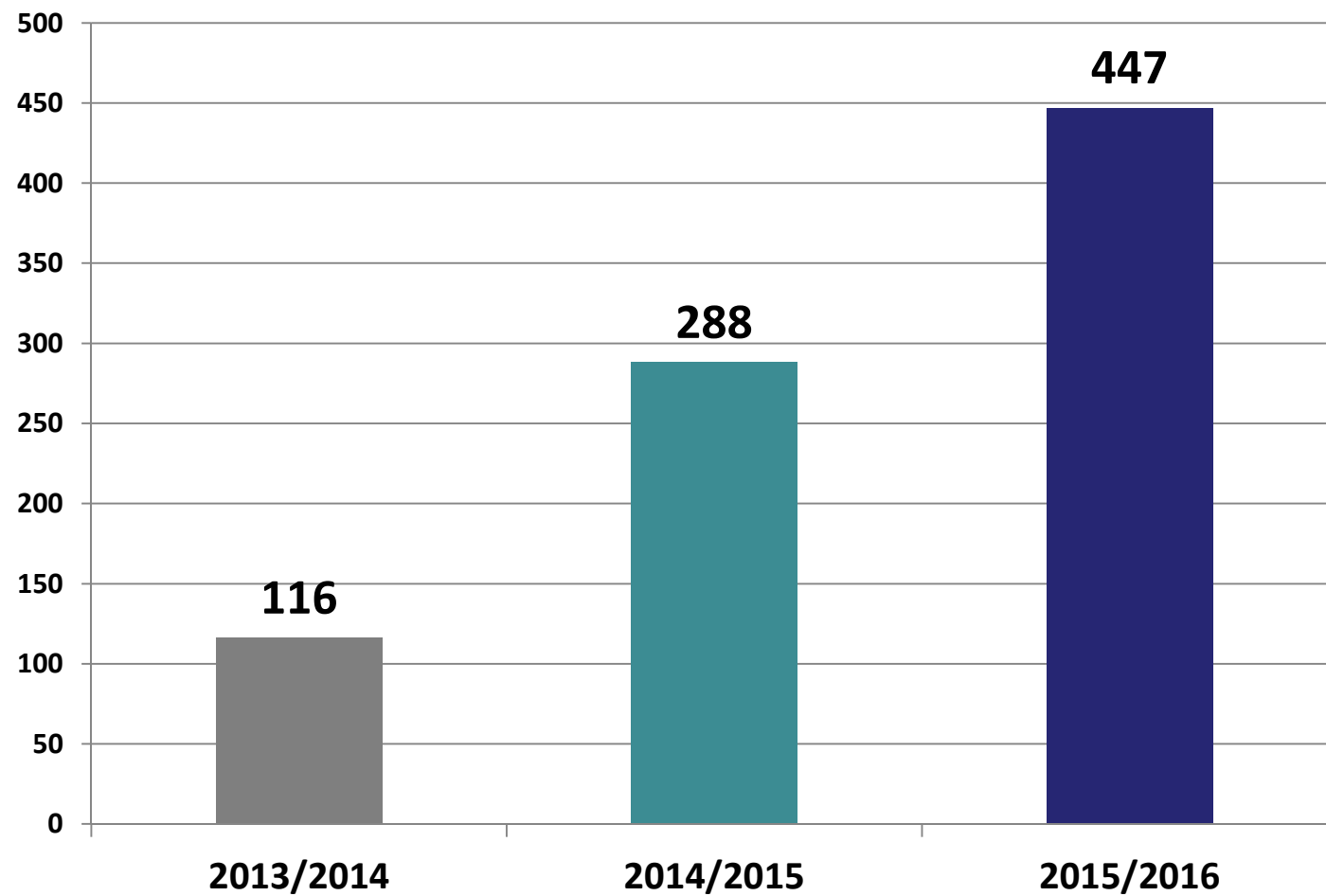
2013-2016: SRS / SBRT

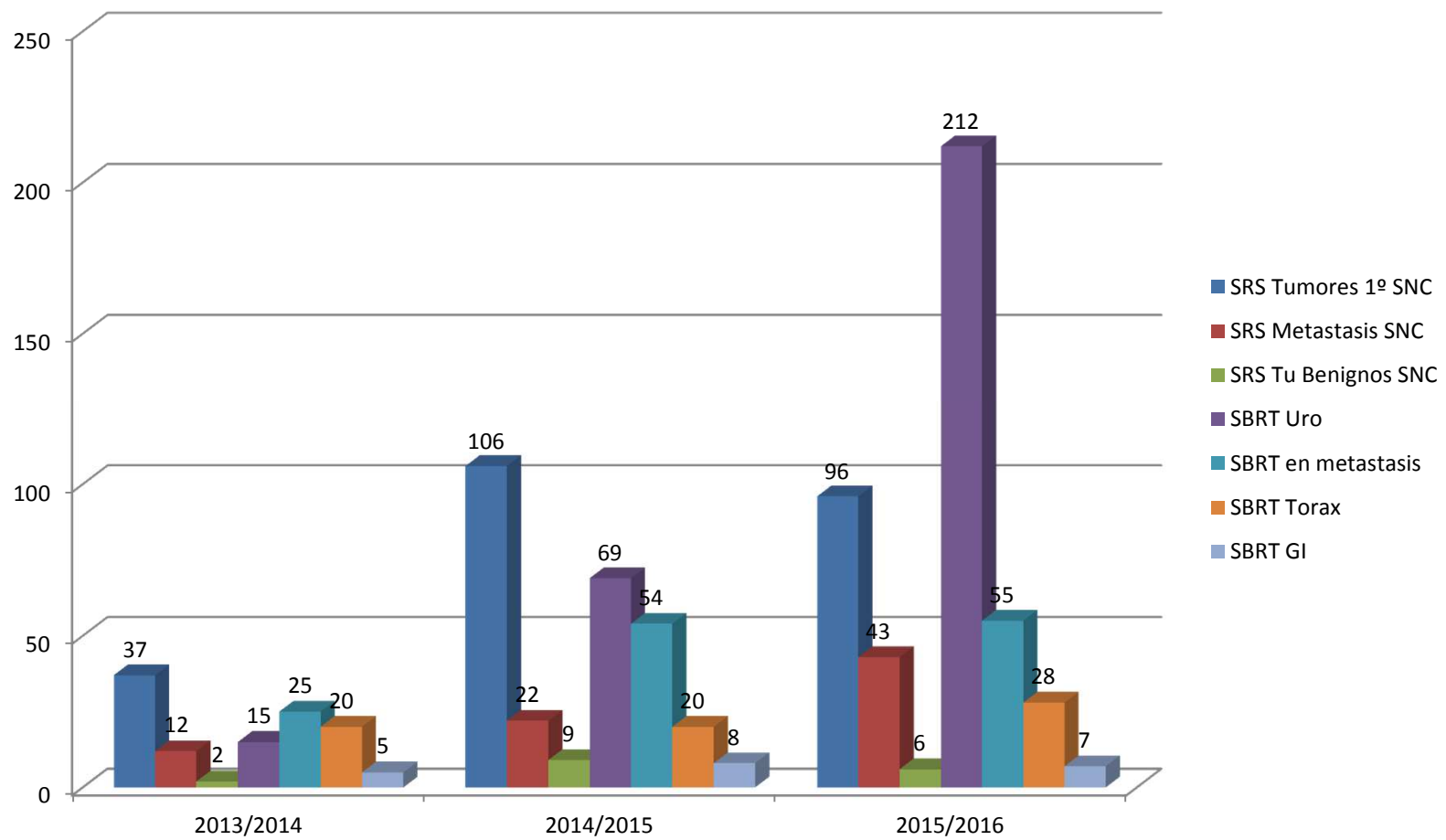


851 pacientes









Conclusiones

Programa con tratamiento estereotáctico

Equipo de tratamiento (MLC – mMLC)

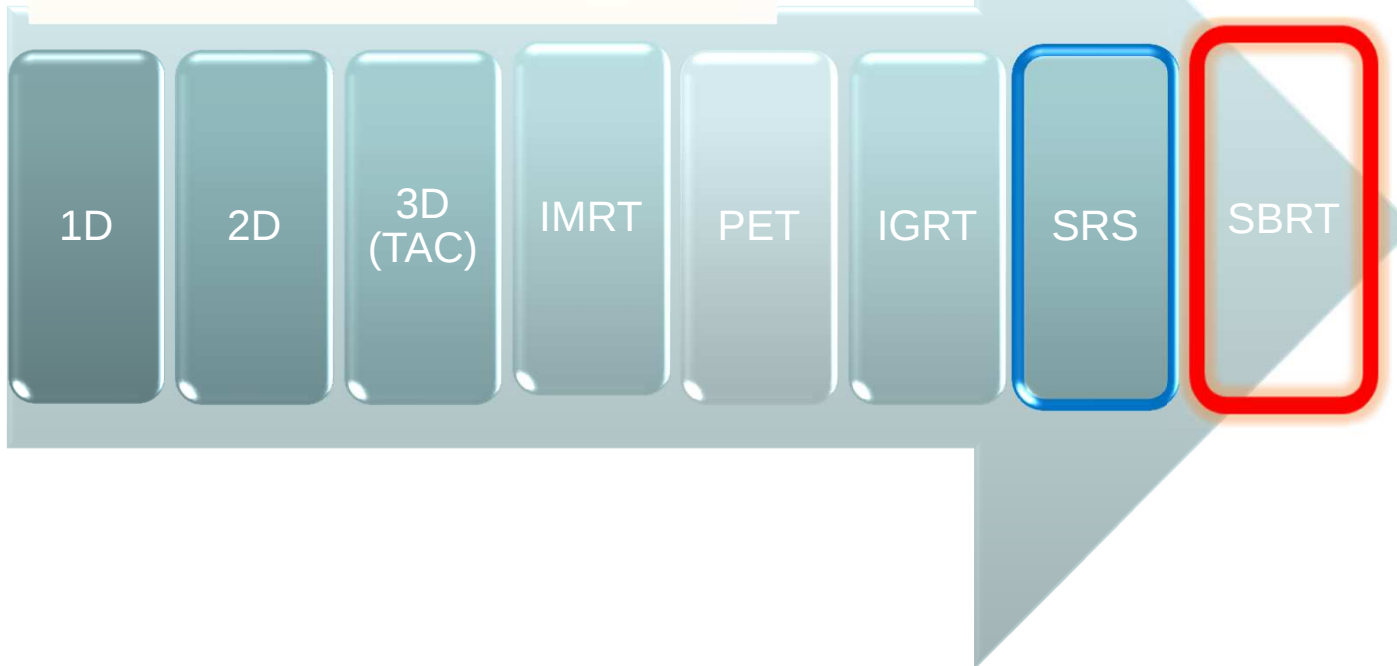
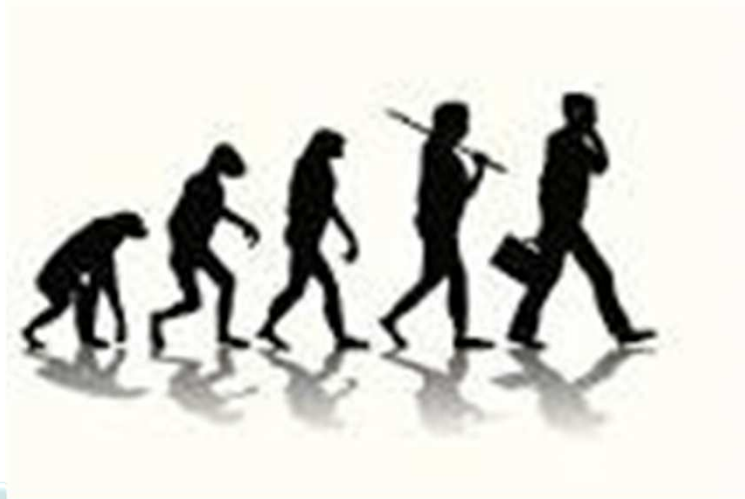
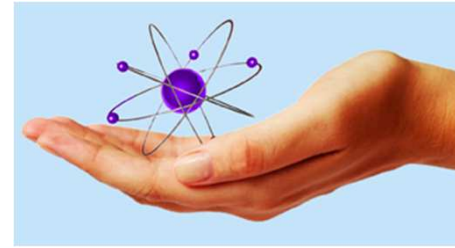
Sistema de inmovilización

Sistemas de calculo especial (MC)

Entrenamiento especifico



Evolución...





MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION