

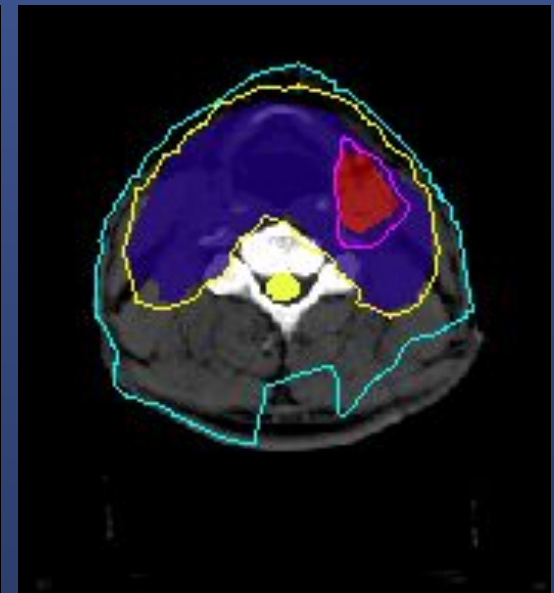
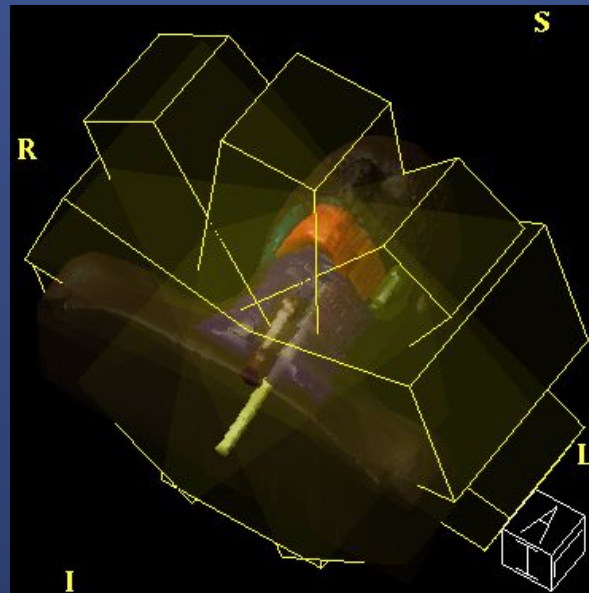
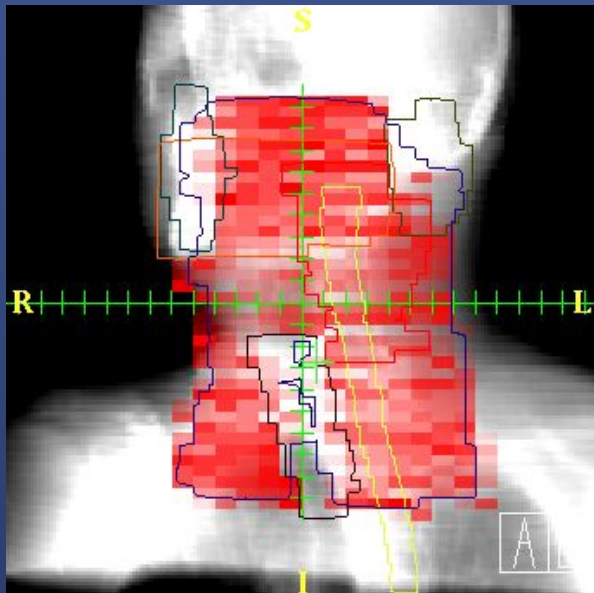
IMRT and IMAT



Tarek Hijal, MD
McGill University Health Centre
October 2019

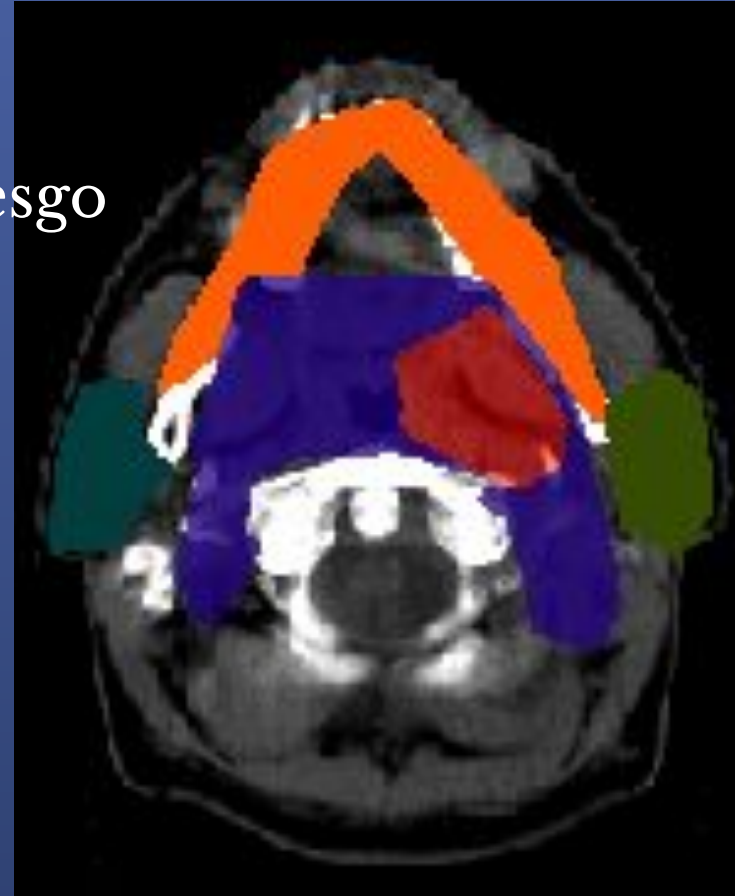
Definición de la IMRT

- Radioterapia de intensidad modulada
- “IMRT is based on the use of optimized non uniform radiation beam intensities incident on the patient” (NIH CWG, IJROBP, 2001)

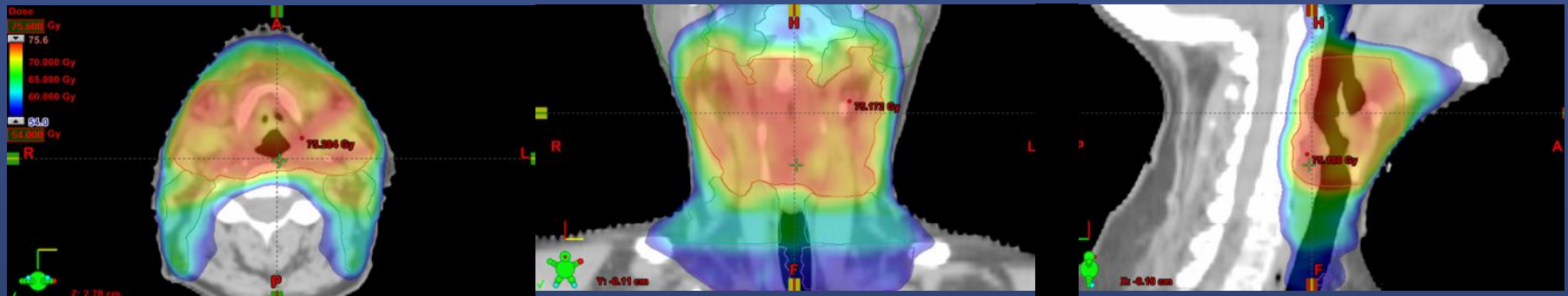
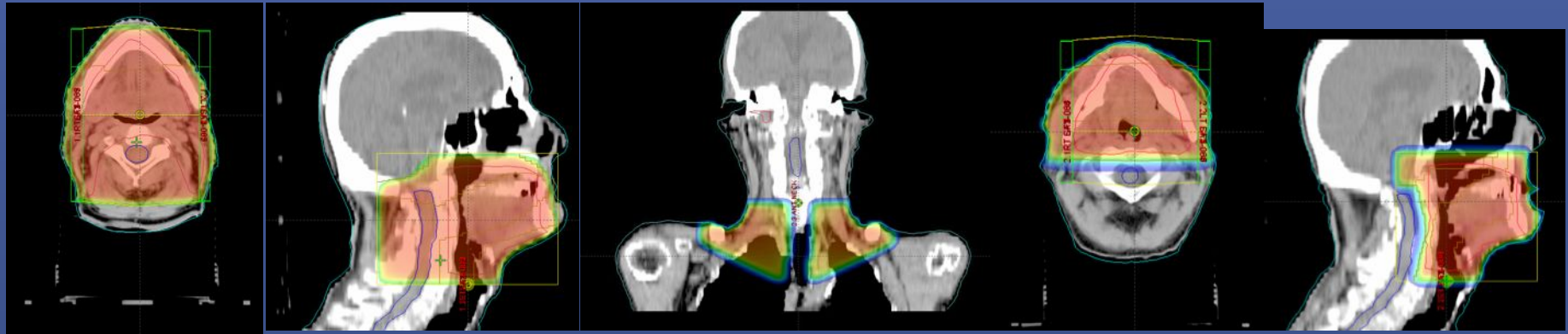


Indicaciones para l'IMRT

- Clínicas
 - Anatomía compleja
 - Boosts simultáneos
 - Protección de los órganos en riesgo
- Prácticas
 - Punto de configuración único
 - Menos planes de tratamiento
 - Sin electrones (cabeza y cuello)



Aspectos prácticos...



Boost integrado simultáneo: Canal anal

Prescription

% Vol For PTV1 - 30Gy Stats

97.0 % will receive **30.0 Gy**

Field Width: 2.5 cm - Jaws(1.0,-1.0) Pitch: 0.430 Calc Grid: Fine Batch Beamlets

Tumor Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importa...	Max Dose [...]	Max Dose ...	DVH Vol ...	DVH Dose ...	Min Dose [...]	Min Dose P...
PTV1 - 27Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	Blue	None	<input checked="" type="checkbox"/>	100	27.0	100	96.0	27.0	27.0	100
PTV1 - 30G	<input checked="" type="checkbox"/>	Red	None	<input checked="" type="checkbox"/>	200	30.0	300	97.0	30.0	30.0	500
PTV1 - 22.5G	<input checked="" type="checkbox"/>	Green	None	<input checked="" type="checkbox"/>	100	30.0	100	96.0	22.5	22.5	100
PTV1 - 25.2G	<input checked="" type="checkbox"/>	Magenta	None	<input checked="" type="checkbox"/>	100	25.2	100	96.0	25.2	25.2	100

Sensitive Structure Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose [...]	Max Dose ...	DVH Vol [%]	DVH Dose [...]	DVH Pt. Pen.
Ring	<input type="checkbox"/>	Purple	None	<input checked="" type="checkbox"/>	25	30.0	25	50.0	25.0	1
CTV 45	<input type="checkbox"/>	Light Green	None	<input type="checkbox"/>						
CTV 30	<input type="checkbox"/>	Orange	None	<input type="checkbox"/>						
BOWEL	<input type="checkbox"/>	Dark Orange	None	<input checked="" type="checkbox"/>	80	30.0	65	25.0	13.0	75

Density Image Viewer

Density Image

Optimize

Mode: Beamlet

Modulation Factor: 2.300

Initiate Full Dose after 20 iterations.

Start

Pause

Resume

Get Full Dose

Cancel

Dose-Volume Histogram - Cumulative Mode Relative

Relative Volume (% Normalized)

Dose (Gy)

Vol Min < 0.0 > Vol Max < Gy Min < 0.0 > Gy Max < 35.0 >

Dose Display

Isodose

33

30

27

25.2

22.5

18

15

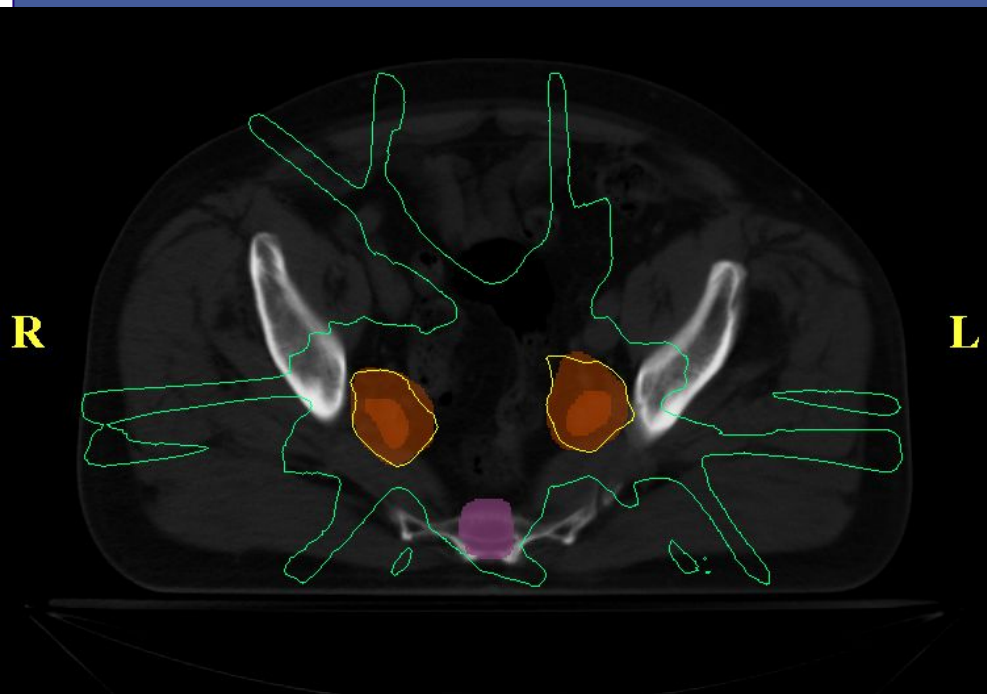
Patient Images

HFS

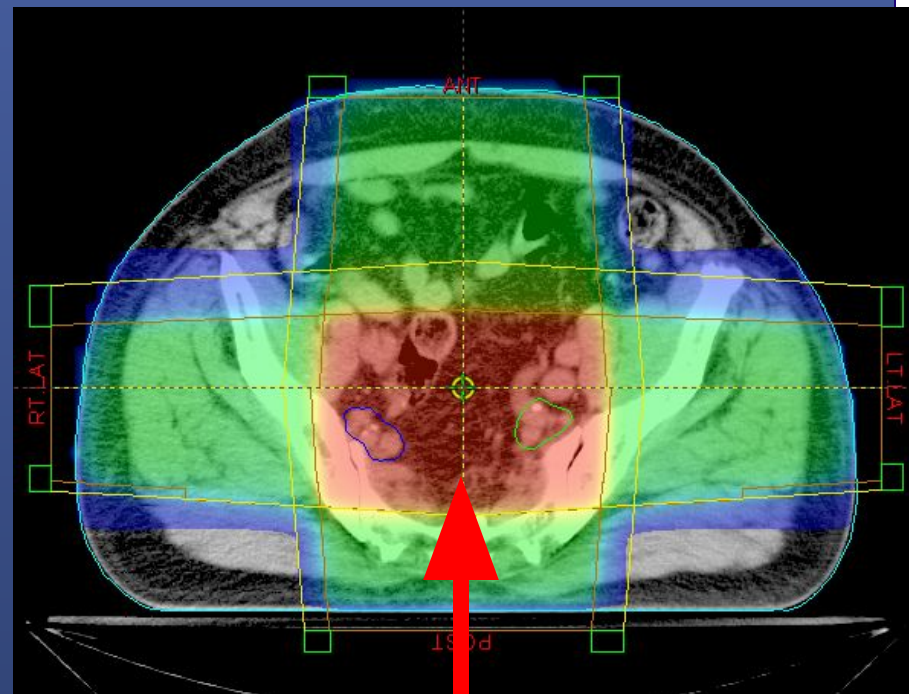
HFS

HFS

Próstata - irradiación ganglionar



25 54 70 75 Gy



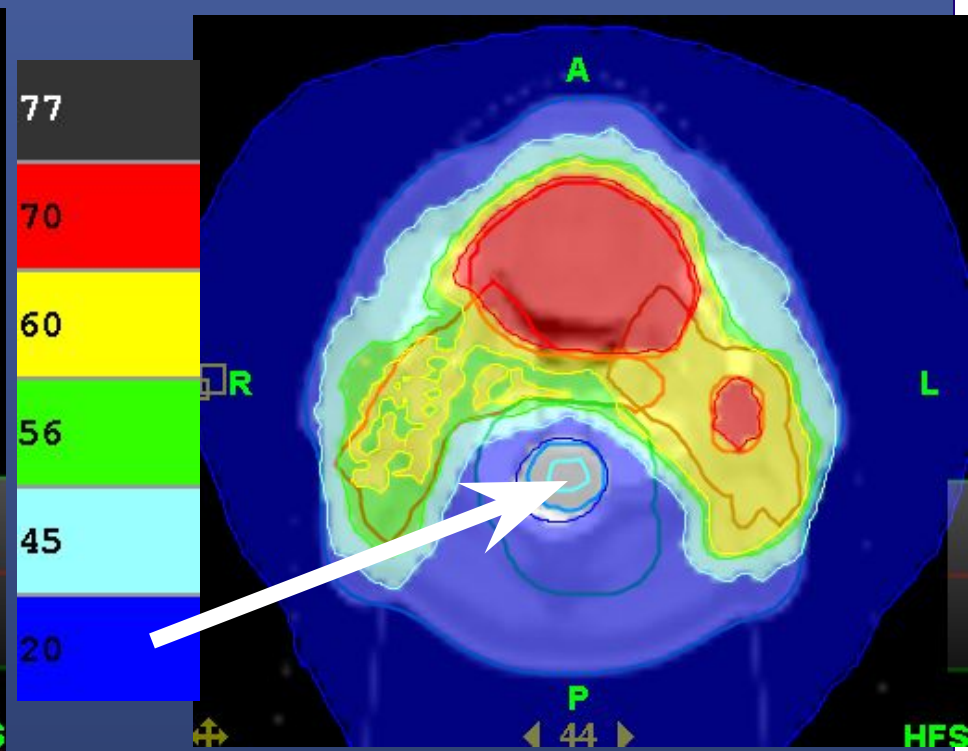
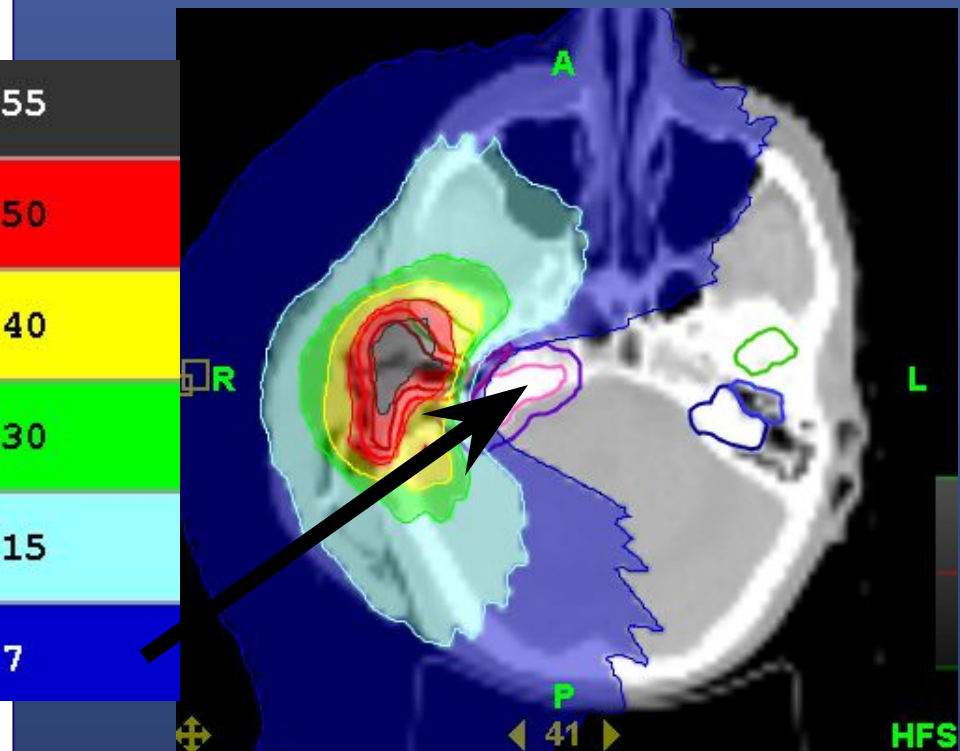
50 Gy

RTOG 94-13

Protección de los órganos en riesgo

Nervio vestibulococlear

paciente con esclerosis múltiple



Protección de los órganos en riesgo

ROIs Optimization Fractionation Delivery QA Setup Delivery QA Analysis

Prescription

Vol For PTV 96.0 % will receive **66.0 Gy**

Stats

Field Width: 2.5 cm - Jaws(1.0,-1.0) Pitch: 0.300 Calc Grid: Normal Batch Beamlets

Tumor Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importa...	Max Dose [...]	Max Dose ...	DVH Vol [...]	DVH Dose [...]	Min Dose [...]	Min Dose P...
PTV	<input checked="" type="checkbox"/>	Red	None	<input checked="" type="checkbox"/>	100	66.0	100	96.0	66.0	66.0	100

Sensitive Structure Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose [...]	Max Dose ...	DVH Vol [%]	DVH Dose [...]	DVH Pt. Pen.
External	<input type="checkbox"/>	Blue	None	<input type="checkbox"/>						
Bladder	<input type="checkbox"/>	Yellow	None	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1.0	1	1.0	1.0	1
Rectum	<input type="checkbox"/>	Brown	None	<input checked="" type="checkbox"/>	1	1.0	1	1.0	1.0	1
Kidney	<input checked="" type="checkbox"/>	Orange	None	<input checked="" type="checkbox"/>	100	10.0	1000	5.0	5.0	100

Dose Display

Isodose

- 70.62
- 66
- 62.7
- 59.4
- 52.8
- 46.2
- 33
- 15

Patient Images

Density Image Viewer

Density Image

Optimize

Mode: Beamlet

Modulation Factor: 2.000

Initiate Full Dose after 20 iterations.

Start

Pause

Resume

Get Full Dose

Cancel

Dose-Volume Histogram - Cumulative Mode Relative

Relative Volume (% Normalized)

Dose (Gy)

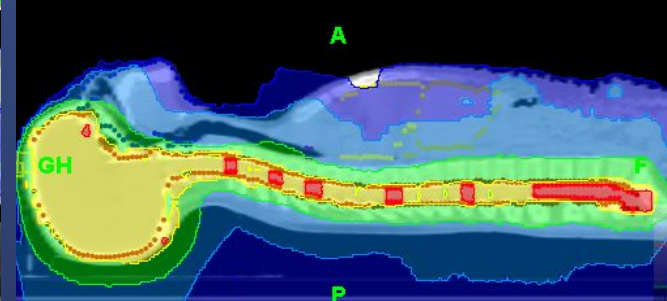
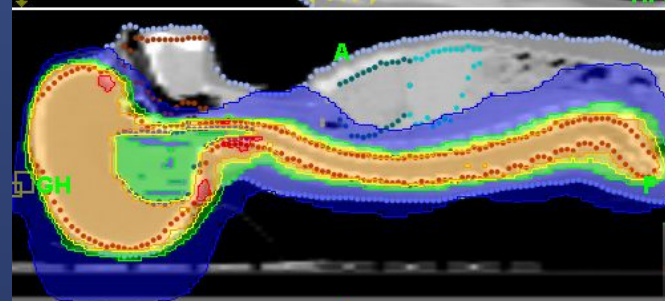
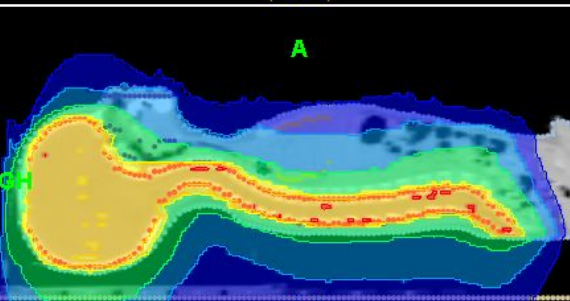
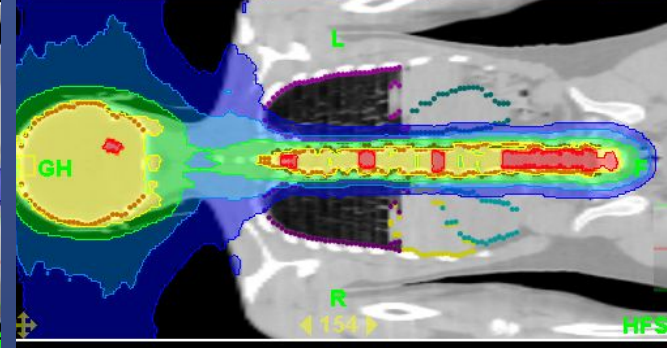
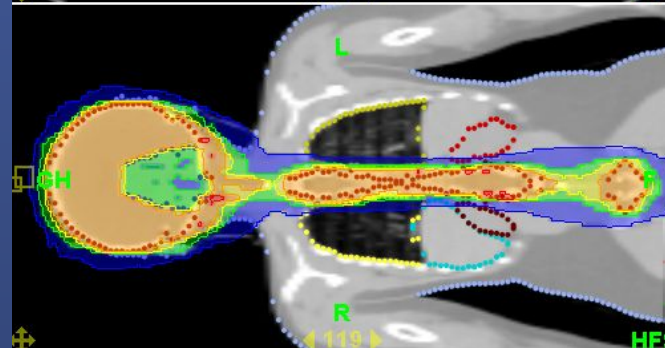
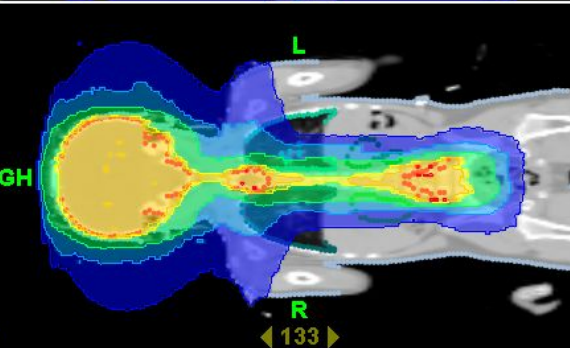
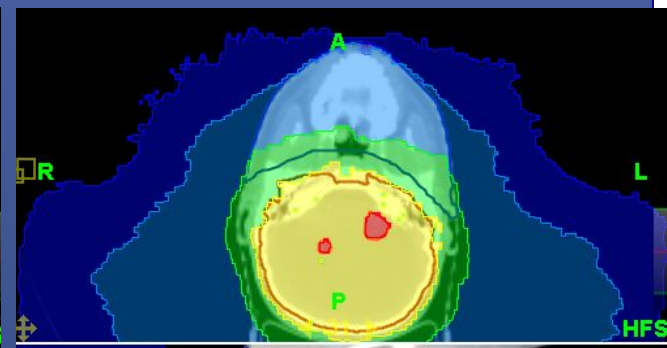
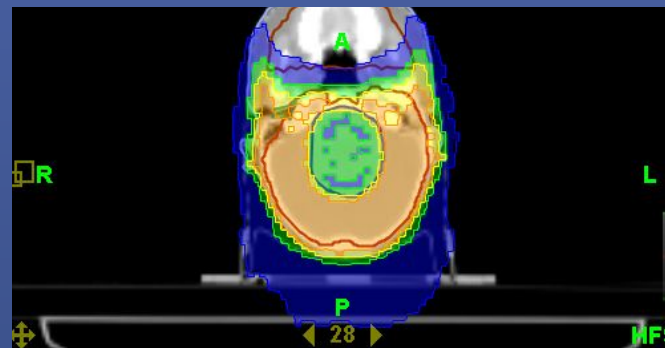
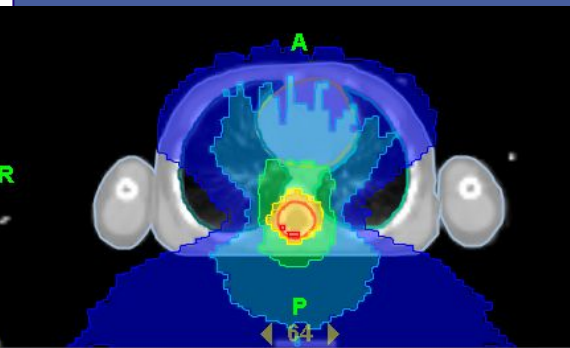
Vol Min < 0.0 > Vol Max < Gy Min < 0.0 > Gy Max < 70.0 >

Radioterapia craneo-espinal

RT estándar

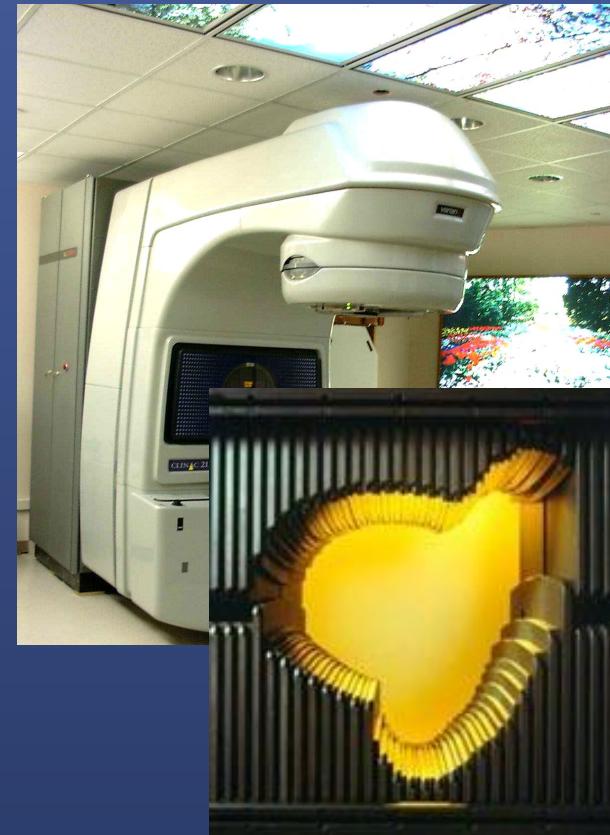
Menos dosis

Boost

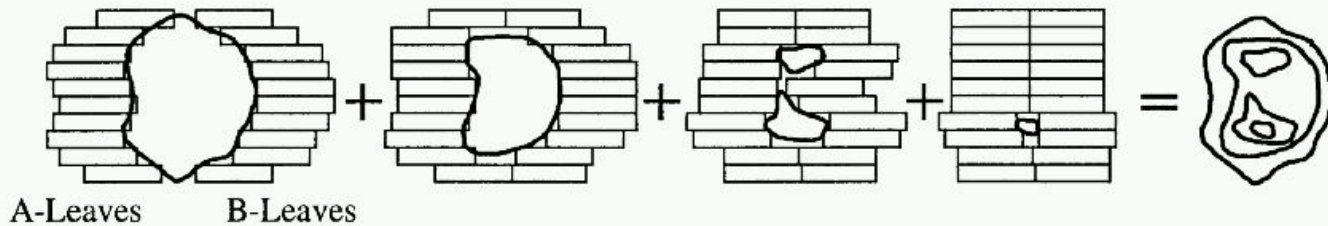


¿Qué se necesita para la IMRT?

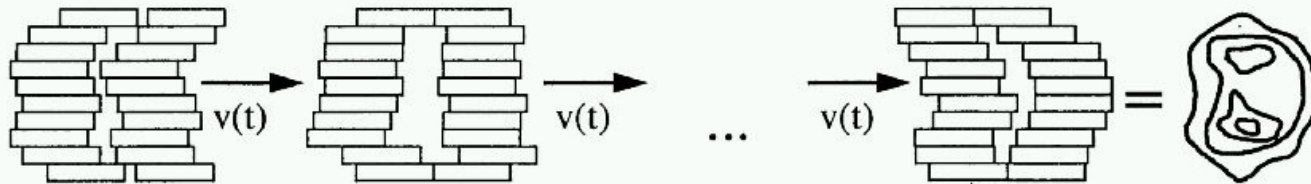
- Acelerador lineal con colimador multilámina
- Software especializado



(a)



(b)



Intensity modulation with a multi-leaf collimator using the static technique (a) and the dynamic technique (b).

- **MLC statico**

- Fácil de comprender
- Lento (5 minutos / campo)
- Muy duro mecánicamente con el MLC

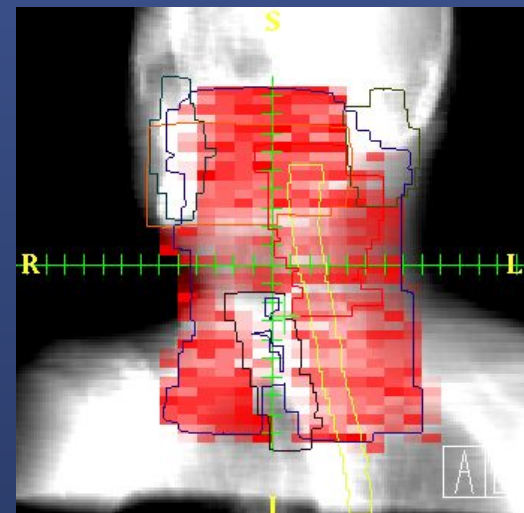
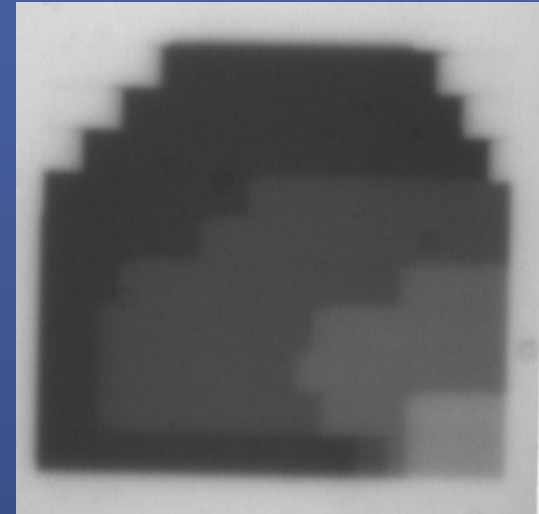
- **MLC dinamico**

- No intuitivo
- Más rapido (1 min/campo)
- Más fácil mecánicamente con el MLC

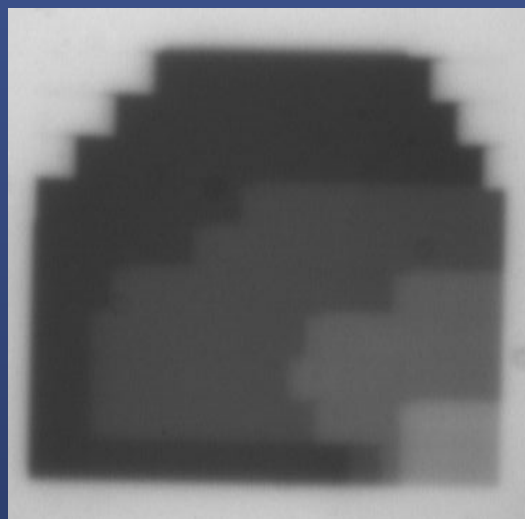
¿Métodos de planificación para IMRT?

- **IMRT con planificación forward**
 - MLC statico
 - Planificación convencional
 - Pocos subcampos
 - Optimización manual

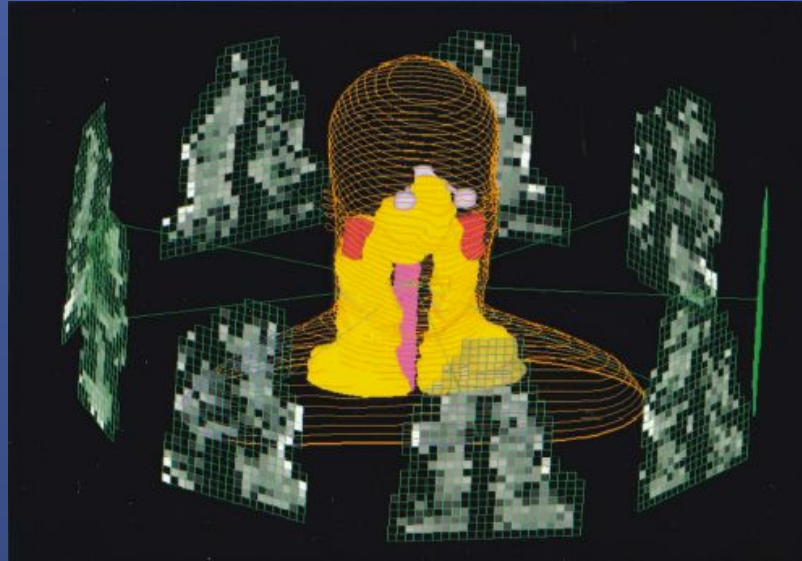
- **IMRT con planificación inversa**
 - MLC statico o dinamico
 - Planificación con sistema inverso
 - Subcampos multiples
 - Optimización automatizada



FORWARD planned IMRT



IMRT con planificación inversa



“Treatment planning in which the clinical objectives are specified mathematically and a *computer optimization* algorithm is used to automatically determine beam parameters that will lead to the desired dose distribution.”

Criteria de planificación “constraints”

Basados en dosis o en parámetros de dosis-volumen

Para órgano serial y paralelo

Pide un buen conocimiento de los índices de dosis-volumen (V's y D's)

Tener estándar ayuda



RADIATION ONCOLOGIST ENT TREATMENT PLANNING - CONTOURING

SIMPLE CALCULATION RX AT MP OR SSD COMPLEX DISTRIBUTION

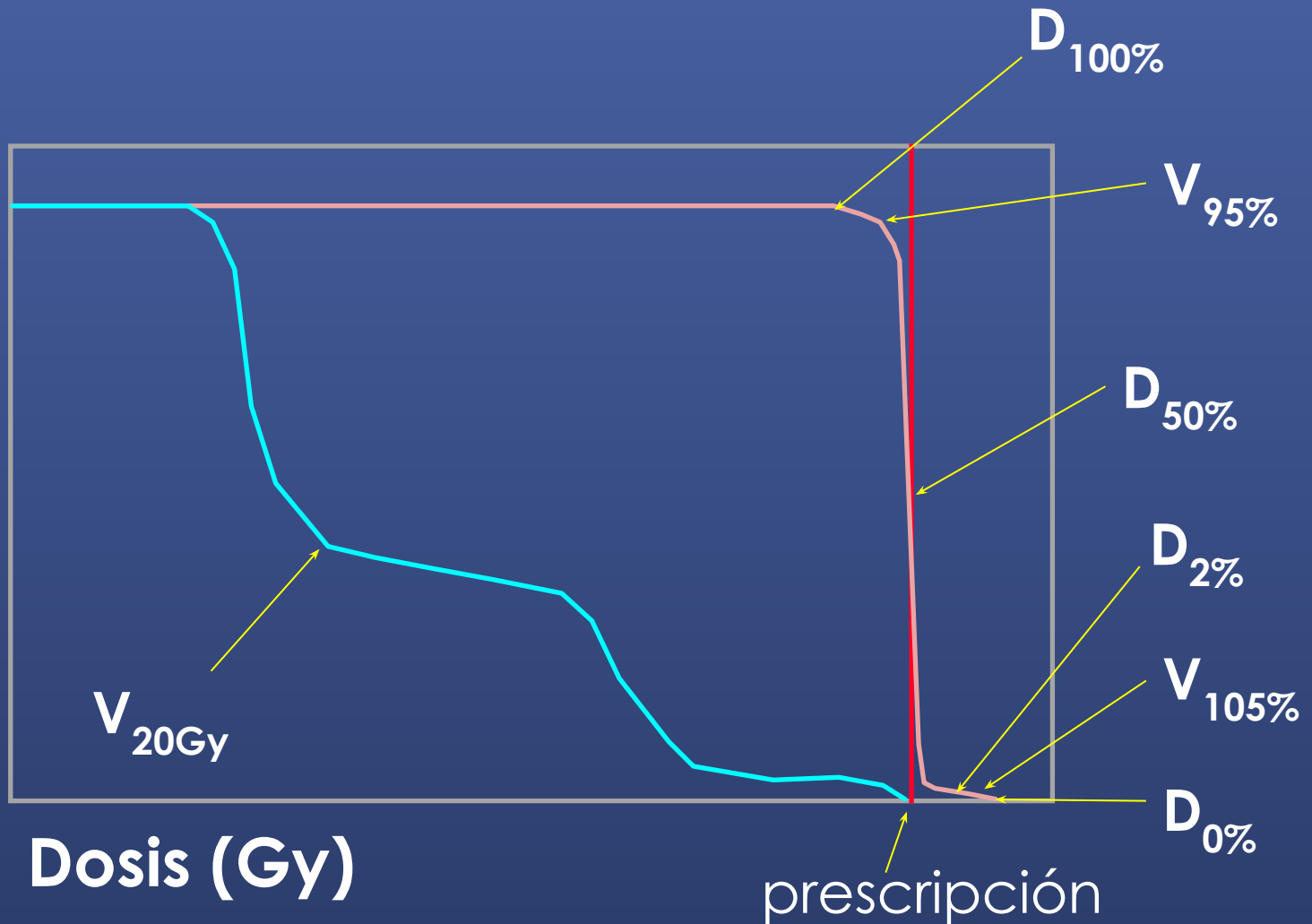
Target or Structure	Include	Dose Coverage or Constraint
PTV_HIGH_DOSE	<input checked="" type="checkbox"/>	70 Gy in 35 Fractions
PTV_INTERM_DOSE	<input checked="" type="checkbox"/>	60 Gy in 35 Fractions
PTV_LOW_DOSE	<input type="checkbox"/>	Gy in Fractions
BRAIN_STEM	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 54 Gy
BRAIN_STEM_PRV	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 57 Gy
SPINAL_CORD	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 45 Gy
SPINAL_CORD_PRV	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 50 Gy
OPTIC_CHIASM	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 50 Gy
OPTIC_NERVE_RT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 50 Gy
OPTIC_NERVE_LT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 50 Gy
EYE_RT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 45 Gy
EYE_LT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 45 Gy
LENS_RT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 10 Gy
LENS_LT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 10 Gy
PAROTID_RT	<input checked="" type="checkbox"/>	MEAN DOSE < 26 Gy
PAROTID_LT	<input checked="" type="checkbox"/>	MEAN DOSE < 26 Gy
SUB_MAN_RT	<input type="checkbox"/>	
SUB_MAN_LT	<input type="checkbox"/>	
ORAL_CAVITY	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 50 Gy
ESOPHAGUS	<input checked="" type="checkbox"/>	MEAN DOSE < 45 Gy
MANDIBLE	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 70 Gy
COCHLEA_RT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 30 Gy
COCHLEA_LT	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 30 Gy
BRAC_PLEX	<input checked="" type="checkbox"/>	MAXIMUM DOSE < 60 Gy
SUP_PHAR_CON	<input checked="" type="checkbox"/>	V65 < 33%
MID_PHAR_CON	<input checked="" type="checkbox"/>	V65 < 75%
LOW_PHAR_CON	<input checked="" type="checkbox"/>	V60 < 12%
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	

RADIATION ONCOLOGIST - PRESCRIPTION AND TECHNIQUE

Plan	Modified	NEW CT	Dose (Gy)	Fractions	ENERGY	Suggested Technique
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	70	35	<input checked="" type="checkbox"/> 6X <input type="checkbox"/> 18X <input type="checkbox"/> e ⁻ MeV	IMRT

Interpretación de histogramas de dosis (DVH)

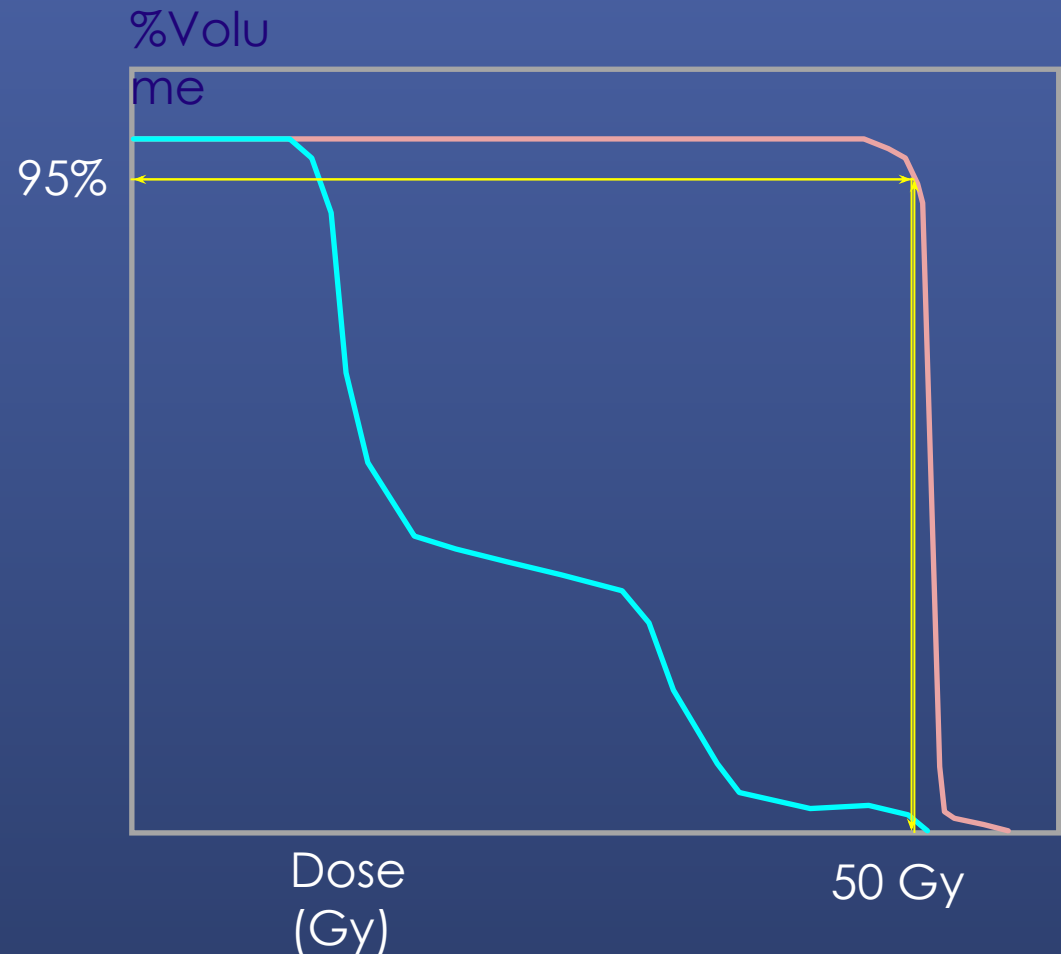
%Volumen



Índices de Dose-Volume

$V_{50\text{Gy}} = 95\%$
(Volume que recebe pelo menos 50 Gy é 95 %)

$D_{95\%} = 50\text{ Gy}$
(Dose mínima que 95% de volume recebe é 50 Gy)



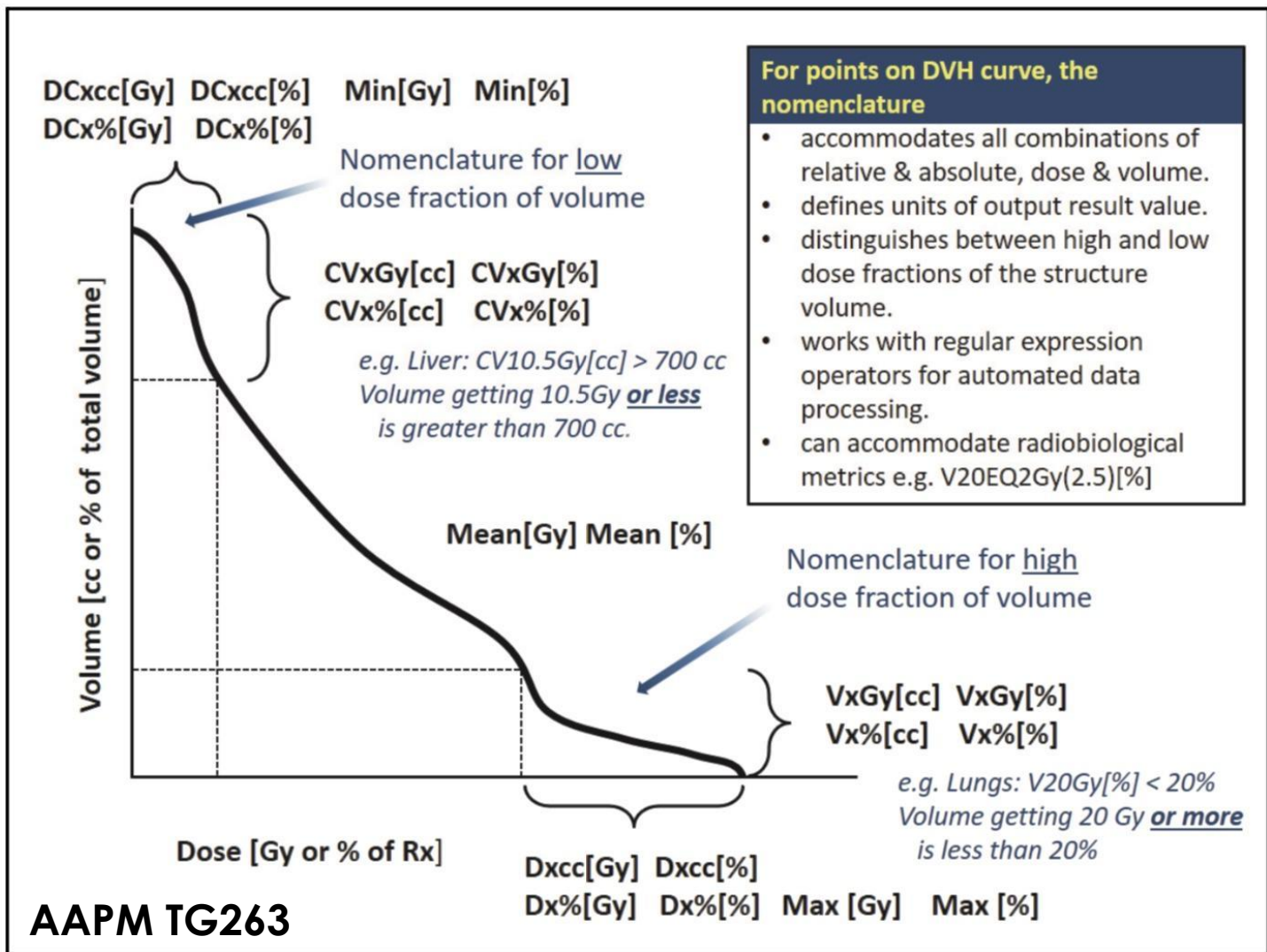
Boa compreensão de Vs e Ds é essencial para bem comunicar os objetivos do tratamento!!!

Índices de Dose-Volume

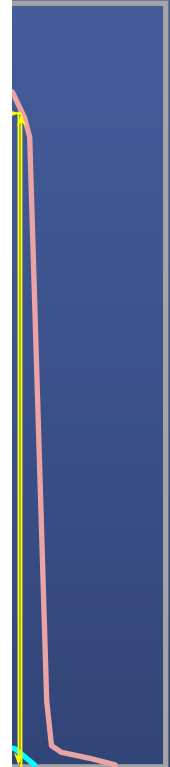
V₅₀
(Volume
pelo
95%)

D₉₅
(Dose
95%
rece)

Boa
com

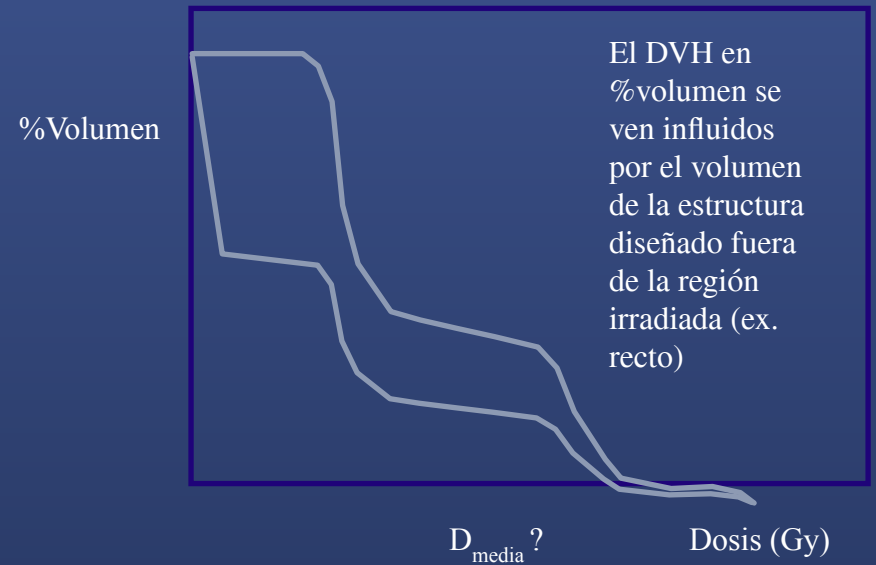
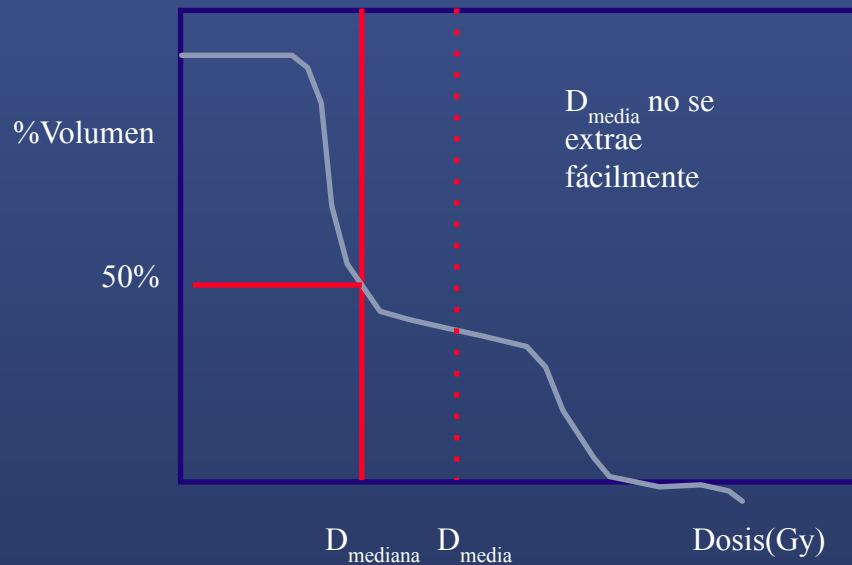
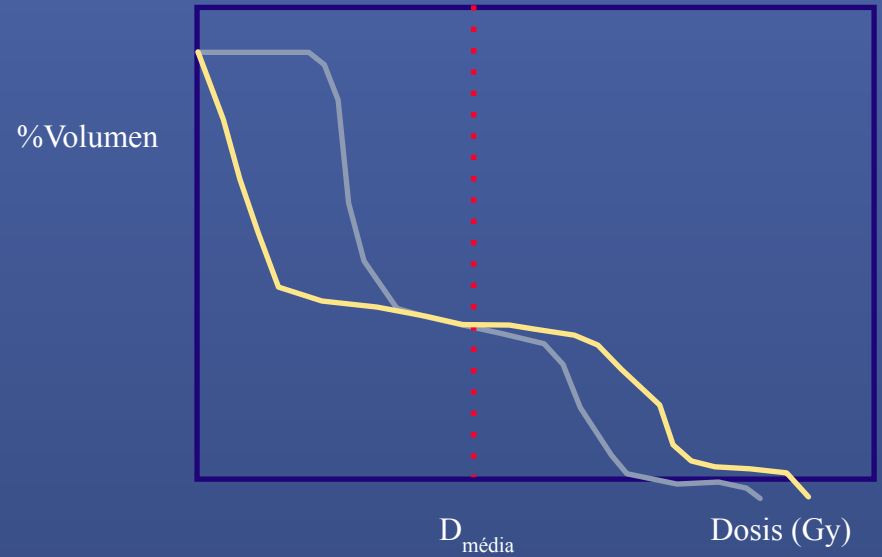
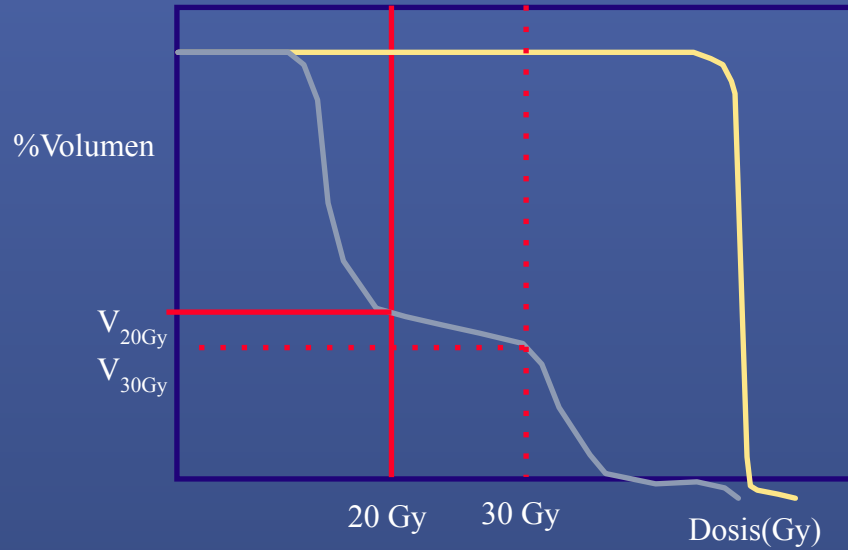


- For points on DVH curve, the nomenclature**
- accommodates all combinations of relative & absolute, dose & volume.
 - defines units of output result value.
 - distinguishes between high and low dose fractions of the structure volume.
 - works with regular expression operators for automated data processing.
 - can accommodate radiobiological metrics e.g. V20EQ2Gy(2.5)[%]



Gy

Análisis de DVH



“Constraints” en la literatura

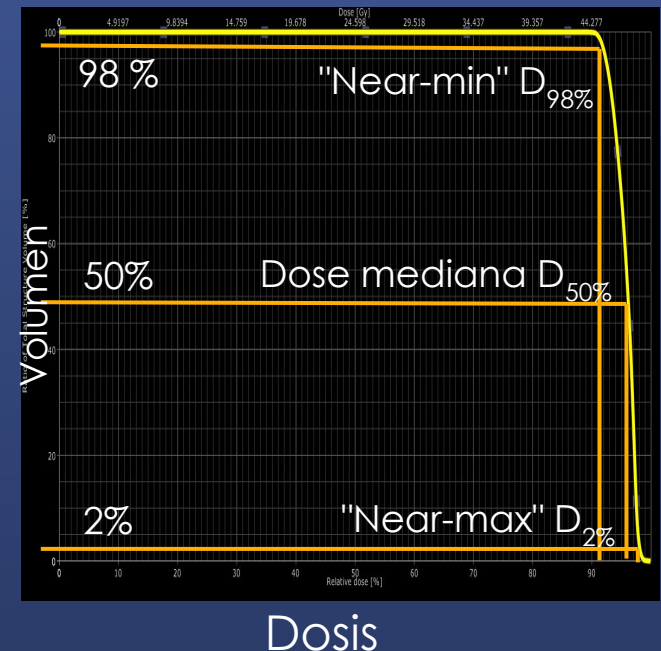
Brain	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic necrosis	Dmax <60	<3	Data at 72 and 90 Gy, extrapolated from BED models
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic necrosis	Dmax = 72	5	
	Whole organ	3D-CRT	Symptomatic necrosis	Dmax = 90	10	
Rectum	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 2 late rectal toxicity, Grade \geq 3 late rectal toxicity	V50 <50%	<15 <10	Prostate cancer treatment
	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 2 late rectal toxicity, Grade \geq 3 late rectal toxicity	V60 <35%	<15 <10	
	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 2 late rectal toxicity, Grade \geq 3 late rectal toxicity	V65 <25%	<15 <10	
	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 2 late rectal toxicity, Grade \geq 3 late rectal toxicity	V70 <20%	<15 <10	
	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 2 late rectal toxicity, Grade \geq 3 late rectal toxicity	V75 <15%	<15 <10	
Bladder	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 3 late RTOG	Dmax <65	<6	Bladder cancer treatment. Variations in bladder size/shape/ location during RT hamper ability to generate accurate data
	Whole organ	3D-CRT	Grade \geq 3 late RTOG	V65 \leq 50 % V70 \leq 35 % V75 \leq 25 % V80 \leq 15 %		Prostate cancer treatment Based on current RTOG 0415 recommendation
Penile bulb	Whole organ	3D-CRT	Severe erectile dysfunction	Mean dose to 95% of gland <50	<35	
	Whole organ	3D-CRT	Severe erectile dysfunction	D90 <50	<35	
	Whole organ	3D-CRT	Severe erectile dysfunction	D60-70 <70	<55	
Cochlea	Whole organ	3D-CRT	Sensory neural hearing loss	Mean dose \leq 45	<30	Mean dose to cochlear, hearing at 4 kHz
	Whole organ	SRS (single fraction)	Sensory neural hearing loss	Prescription dose \leq 14	<25	Serviceable hearing
Parotid	Bilateral whole parotid glands	3D-CRT	Long term parotid salivary function reduced to <25% of pre-RT level	Mean dose <25	<20	For combined parotid glands [¶]
	Unilateral whole parotid gland	3D-CRT	Long term parotid salivary function reduced to <25% of pre-RT level	Mean dose <20	<20	For single parotid gland. At least one parotid gland spared to <20 Gy [¶]

Prescripción 3D (ICRU 50): Punto de referencia

- Clínicamente relevante y representante de la dosis
- Definido fácilmente y en una región sin gradiente de dosis
- Ej. En el centro del PTV o en el isocentro

Prescripción IMRT (ICRU 83): DVH

- Los gradientes de dosis con IMRT hacen el uso de dosis puntuales un problema
- ICRU 83 recomienda usar $D_{98\%}$, $D_{50\%}$ y $D_{2\%}$
- **Realidad:** La prescripción a un nivel de cobertura es el más común
 - Ej. 60Gy para cubrir 95% del PTV

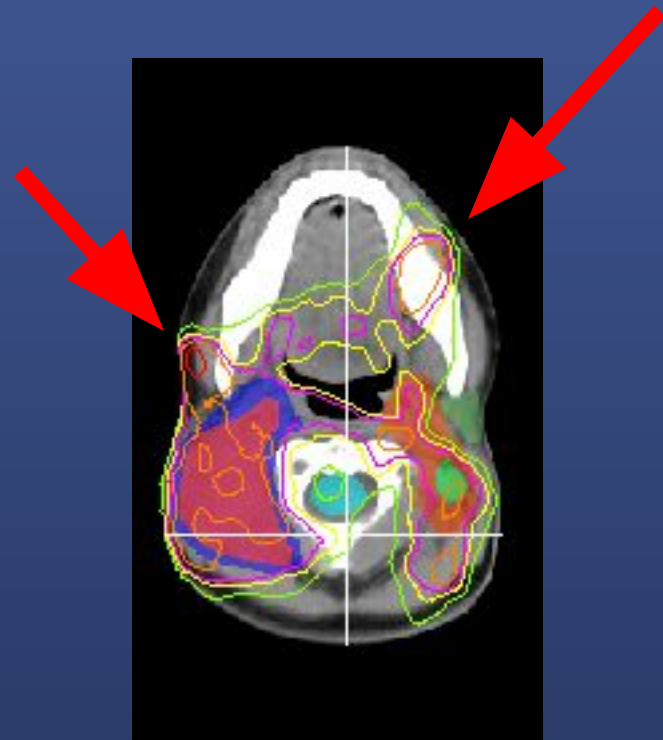
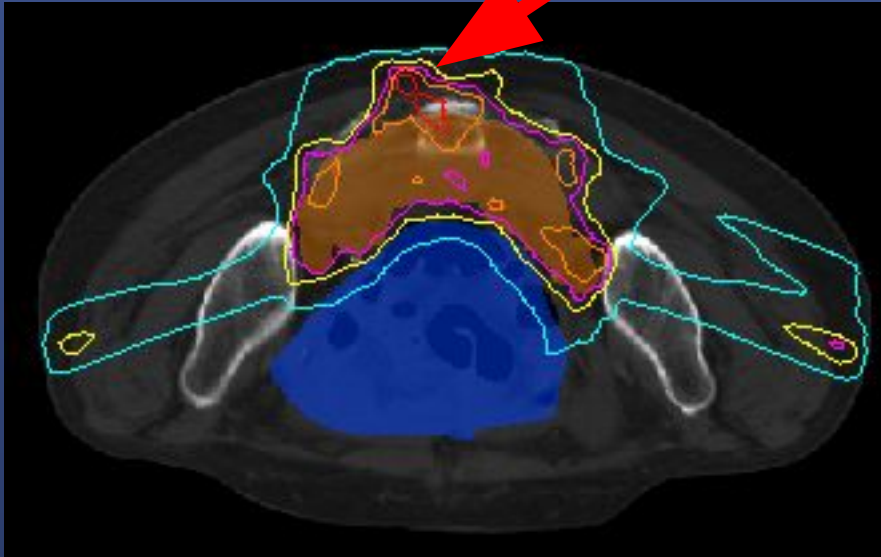


Mayor complejidad con la IMRT

- **Planificación**
 - Concepto diferente
 - Requiere experiencia
 - Requiere una comprensión completa de las definiciones de volumen y las relaciones de dosis y volumen (DVH)
- **Tratamiento**
 - Tratamiento más largo
 - Muy duro mecánicamente con el MLC
- **Seguro de calidad**
 - Mas trabajo por la física
 - Vigilancia cuidadosa de la posición del paciente
 - Más películas
 - Más mediciones de SSD
 - Tratamiento más largo

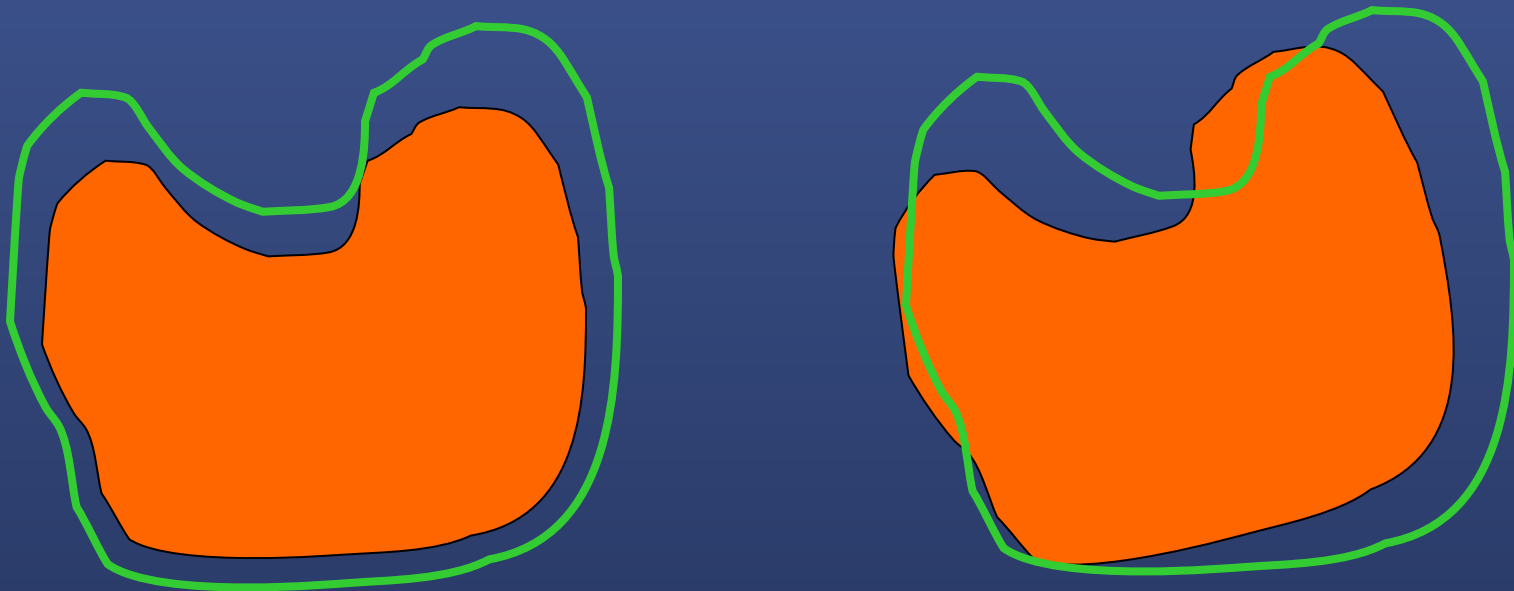
Problemas con la IMRT?

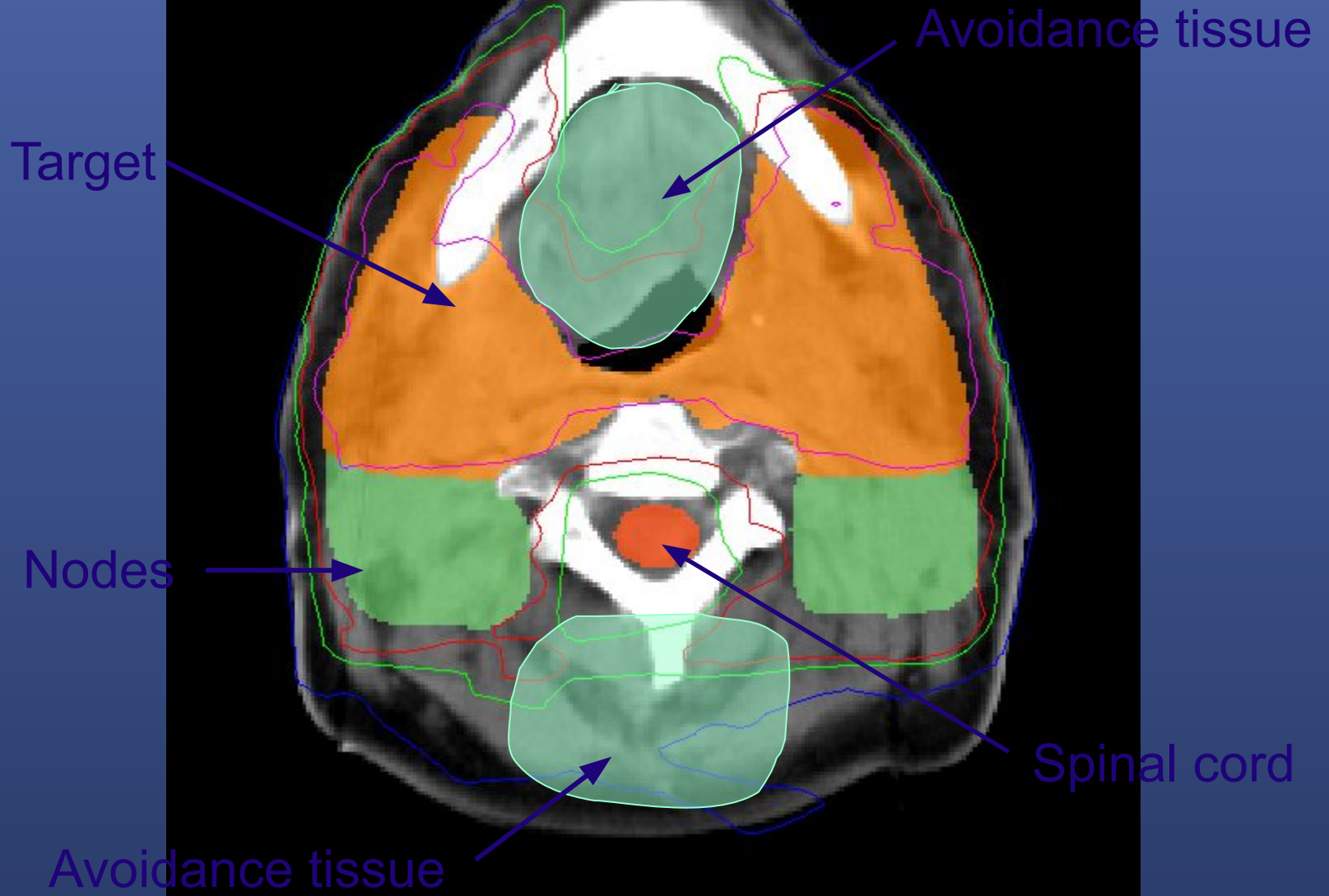
- La IMRT puede ser peor que los tratamientos convencionales.
 - El “dose dumping” puede colocar áreas de dosis altas fuera del PTV cuando las restricciones de dosis para regiones fuera del PTV no son, por diversas razones, no especificadas.



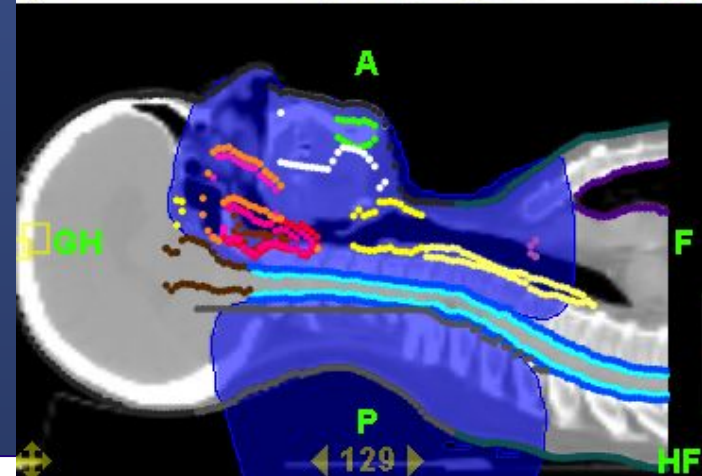
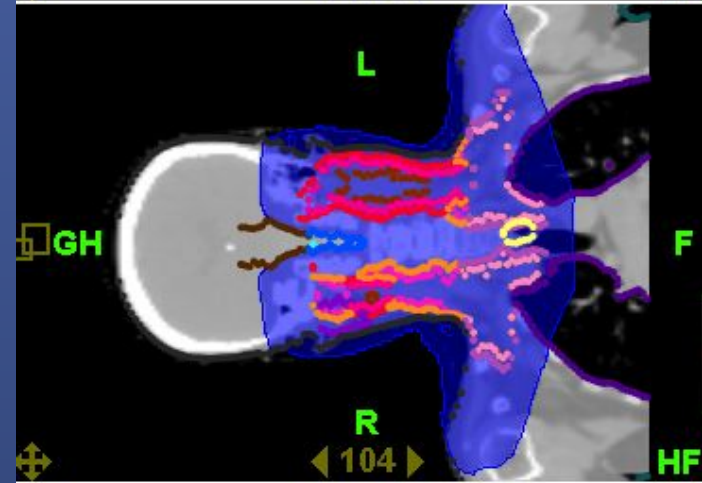
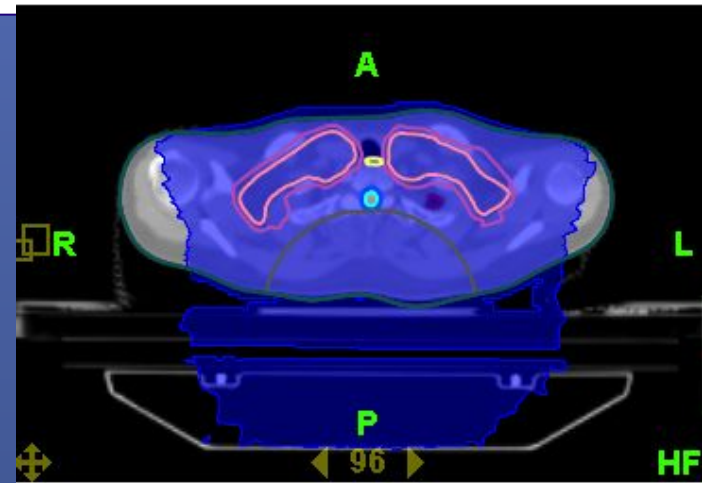
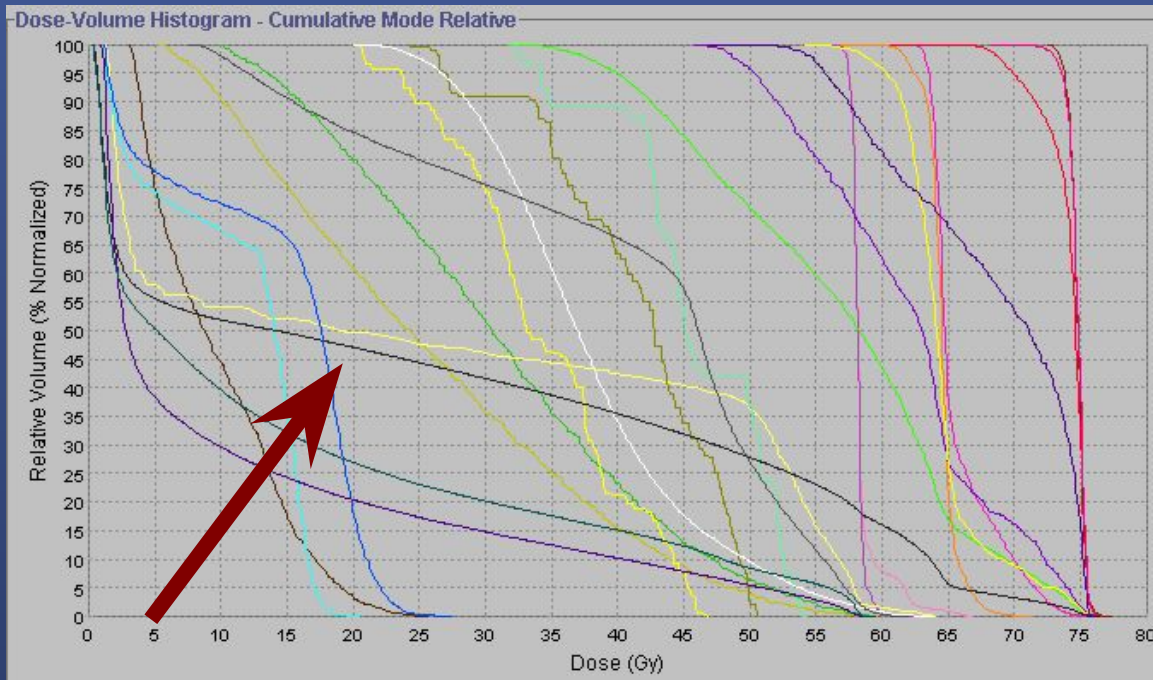
Problemas con la IMRT?

- La IMRT puede ser peor que los tratamientos convencionales.
 - Los márgenes de error son pequeños.
 - Los volúmenes complejos de isodosis y los gradientes de dosis altas significan que los errores de configuración del paciente pueden provocar una falla geográfica del PTV o una sobredosis de estructuras críticas





Problema con la dosis intermedia: Acquí 20 Gy



conformidad vs. homogeneidad

- ¿Podemos aceptar puntos de acceso de hasta el 25%?
- ¿Quieres prescribir al 75% de isodosis?



Conformidad

=

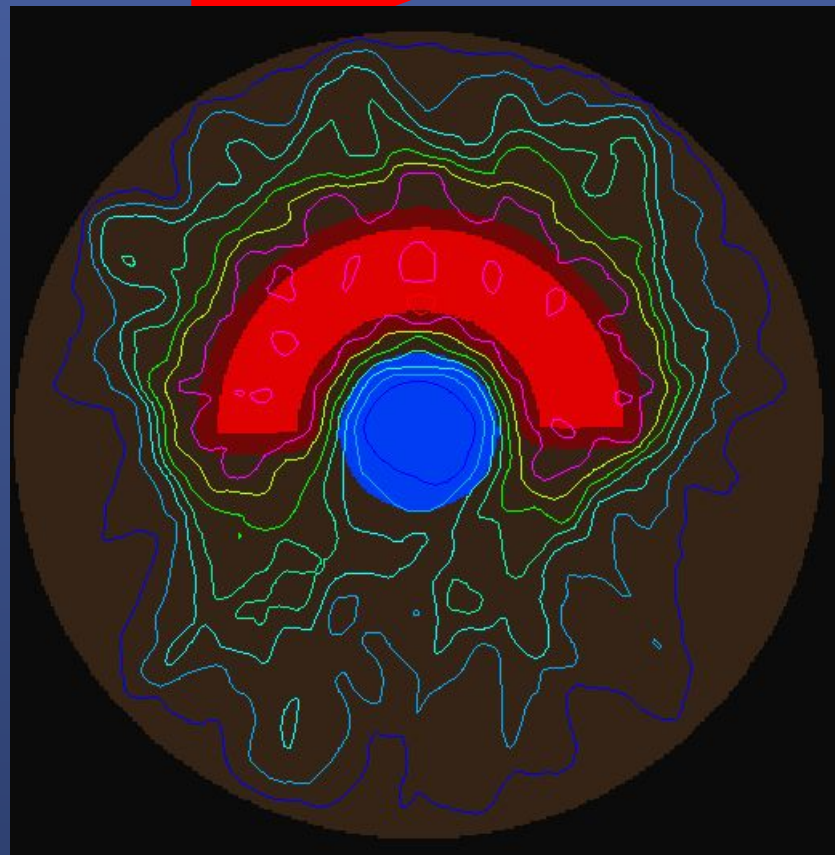
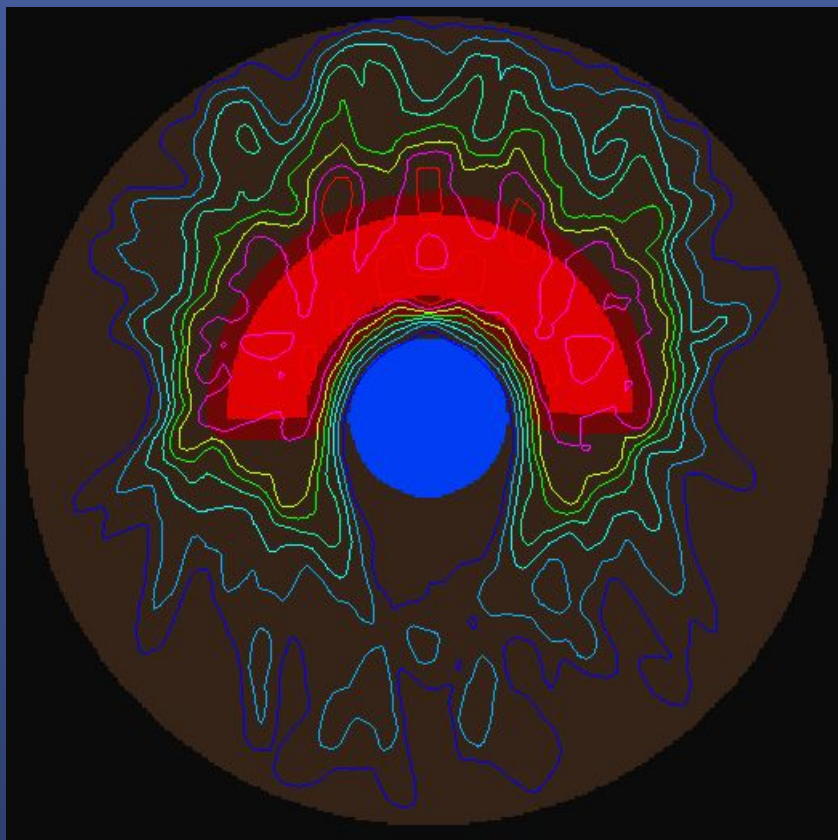
Homogeneidad



Conformidad

=

Homogeneidad



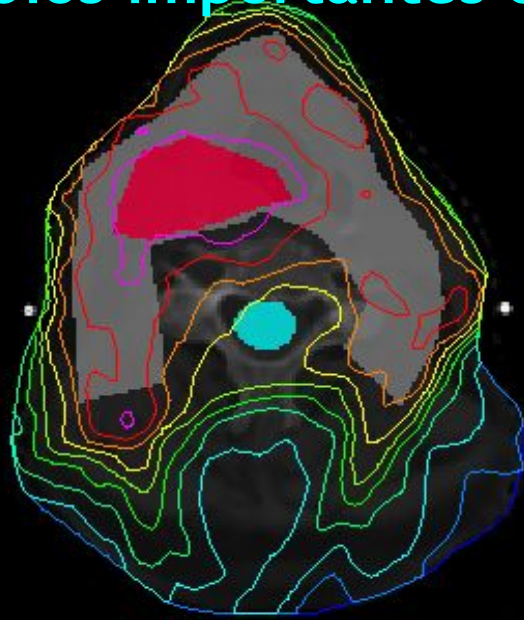
Problemas con el tratamiento

- El tratamiento dinámico de IMRT no es eficiente
 - Gran cantidad de subcampos pequeños que administran la dosis.
 - La tasa de dosis está limitada por la velocidad del MLC
 - Resultado:
 - 5 veces más unidades monitoras (~ 1000 MU por tratamiento)
 - 5 veces más dispersión (puede tener implicaciones de radioprotección)
 - 5 veces dosis corporal (aumento del riesgo de cáncer secundario)

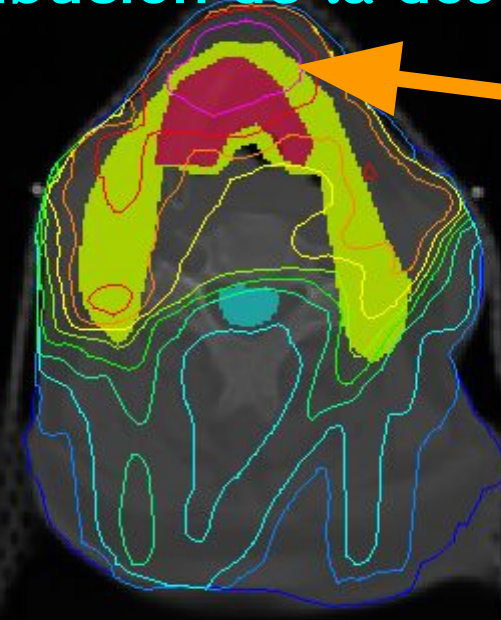
Las unidades monitoras altas pueden conducir a un aumento de la dosis corporal total del paciente

- Radiation Induced Second Cancers: The Impact of 3D-CRT and IMRT. Eric J. Hall and Cheng-Shie Wu. Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys. Vol 56, Number 1, pp 83-88, 2003
 - "Es probable que la IMRT casi duplique la incidencia de neoplasias malignas secundarias en comparación con la radioterapia convencional de aproximadamente 1% a 1.75% para los pacientes que sobreviven 10 años".

Los cambios en la anatomía del paciente pueden causar cambios importantes en la distribución de la dosis.

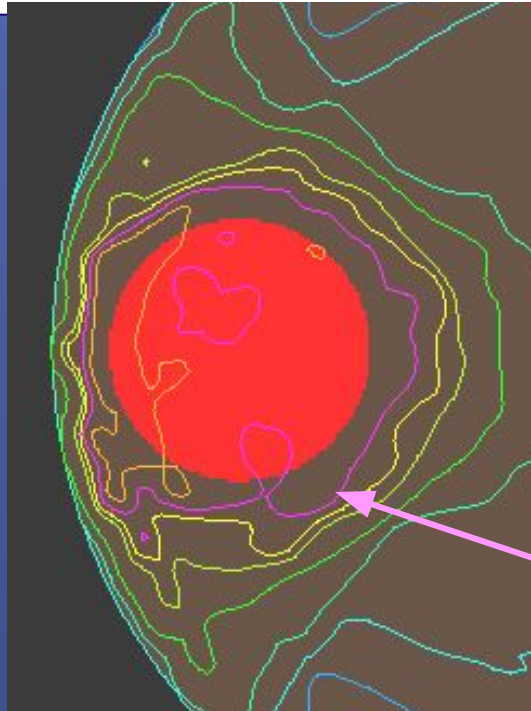


Planning CT



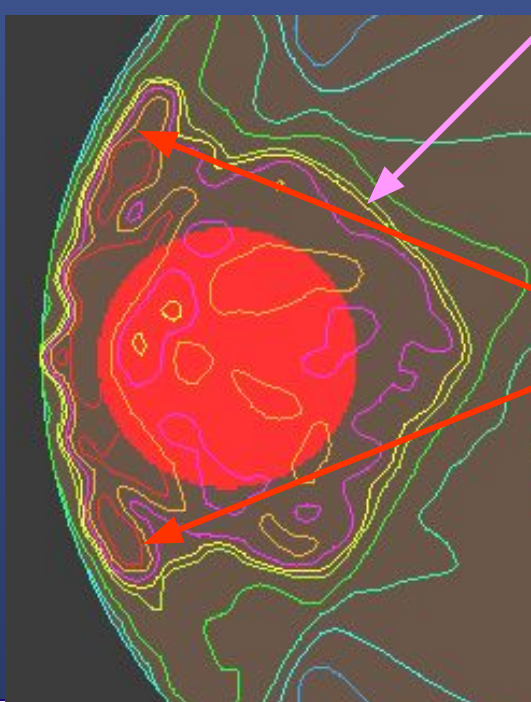
3 weeks later

5 mm
below



100%

0 mm
below



110%



**Paciente con reacción cutánea importante.
(Xia, 2003)**

IMAT: RapidArc, TomoTherapy, VMAT



¿Qué es el IMAT?

- VMAT, formalmente conocido como arcoterapia intensidad modulada (IMAT), fue desarrollado por el Dr. Cedric Yu en 1995.
- Campos de intensidad modulada (los MLC se mueven durante el tratamiento)
- Tratamiento con el gantry en movimiento.
- Tratamiento durante todo el arco del gantry

**Intensity-modulated arc therapy with dynamic multileaf collimation:
an alternative to tomotherapy**

C X Yu 1995 *Phys. Med. Biol.* **40** 1435-1449 doi:10.1088/0031-9155/40/9/004



¿Qué es el IMAT?

- Formas de IMAT disponibles comercialmente
 - Varian RapidArc (Eclipse)
 - Elekta VMAT (CMS)
 - Phillips SmartArc (Pinnacle)
- VMAT – Arcoterapia volumétrica de intensidad modulada



Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc

Karl Otto^{a)}

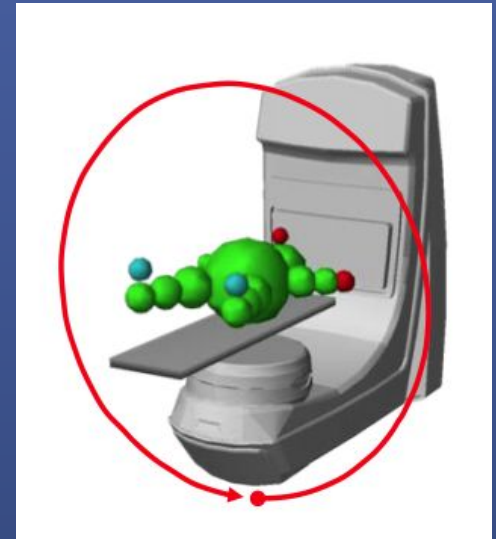
Vancouver Cancer Centre, BC Cancer Agency, Vancouver, British Columbia V5Z 4E6, Canada

(Received 25 June 2007; revised 21 September 2007; accepted for publication 5 November 2007; published 26 December 2007)



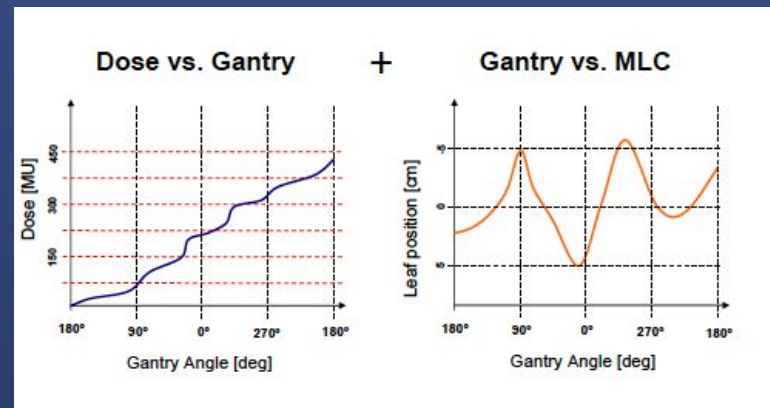
¿Qué es RapidArc o VMAT?

Un avance en la optimización en la administración del tratamiento que permite cambiar tres cosas mientras el haz está encendido:



Ángulo y velocidad del MLC

Tasa de dosis



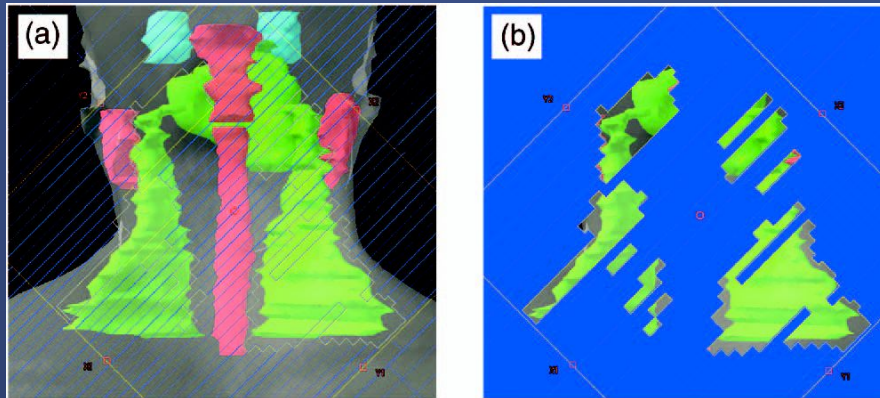
¿Dónde se desarrolló RapidArc?

- BC Cancer Agency (Karl Otto)
- Investigación parcialmente financiada por Varian
- Objetivos del proyecto :
 - Para crear una plataforma de optimización y tratamiento que sea
 - Eficiente en el tiempo
 - Capaz de producir distribuciones de dosis altamente conformes con rotaciones de 360 grados
 - Precisión mejorada



¿Por qué rotaciones?

- Más ángulos disponibles (no tiene que elegir los ángulos, aumenta la modulación)
- Eficiencia mejorada (sin arranques ni paradas)
- Otros sistemas (Tomoterapia) mostraron una dosimetría mejorada con más ángulos de haz



Limitaciones del RapidArc

- Tiempo mínimo por 1 rotación – 65s
 - El objetivo es mantener la velocidad máxima uniforme del gantry
 - Es más fácil cambiar la tasa de dosis que la velocidad del gantry
- Tasa de dosis maxima – 600 mu/min
- Max dose/grad = 20MU/grad
- Min dose/grad = 0.1 MU/grad



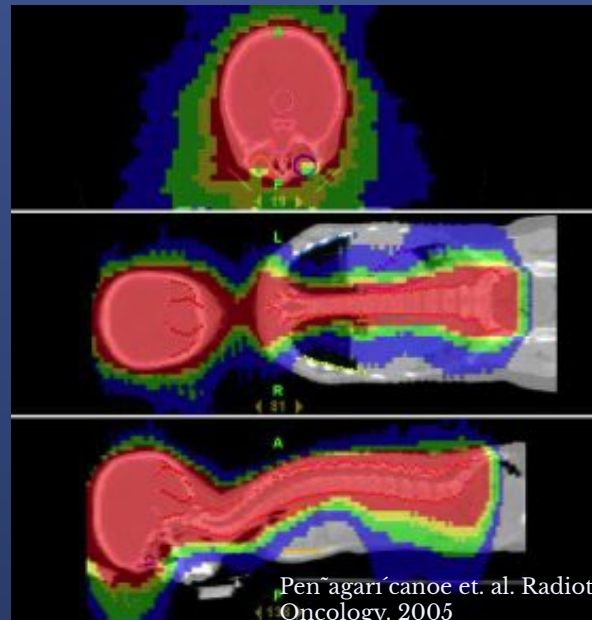
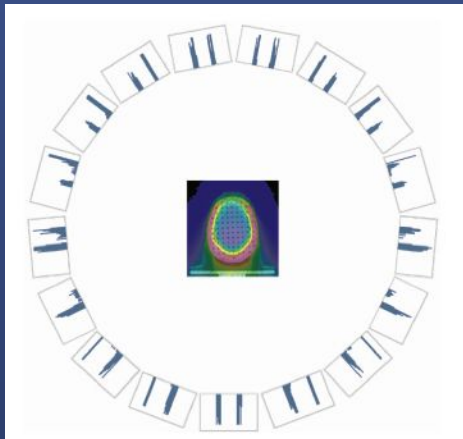
¿Cómo es diferente de Tomo?

- Tomotherapy – Slice Therapy (rebanada)
 - El paciente es tratado rebanada por rebanada mientras la mesa atraviesa el equipo
 - El tiempo de tratamiento depende de
 - Longitud del objetivo
 - Dosis por fracción
 - Distancia de movimiento de la mesa por rotación
 - Ancho de campo
 - Desarrollado para mejorar la dosimetría (no es eficiente)
- VMAT
 - Tamaño de campo limitado
 - El tiempo de tratamiento depende de
 - Dosis por fracción
 - Desarrollado para mejorar la eficiencia del tratamiento



¿Cómo se compara VMAT con otras Tomo?

- Distribuciones de dosis de calidad similar
- Menor tiempo de planificación y tratamiento.
- Los objetivos muy complejos y los objetivos que exceden la longitud máxima del campo en RapidArc son más fáciles de planificar con tomoterapia



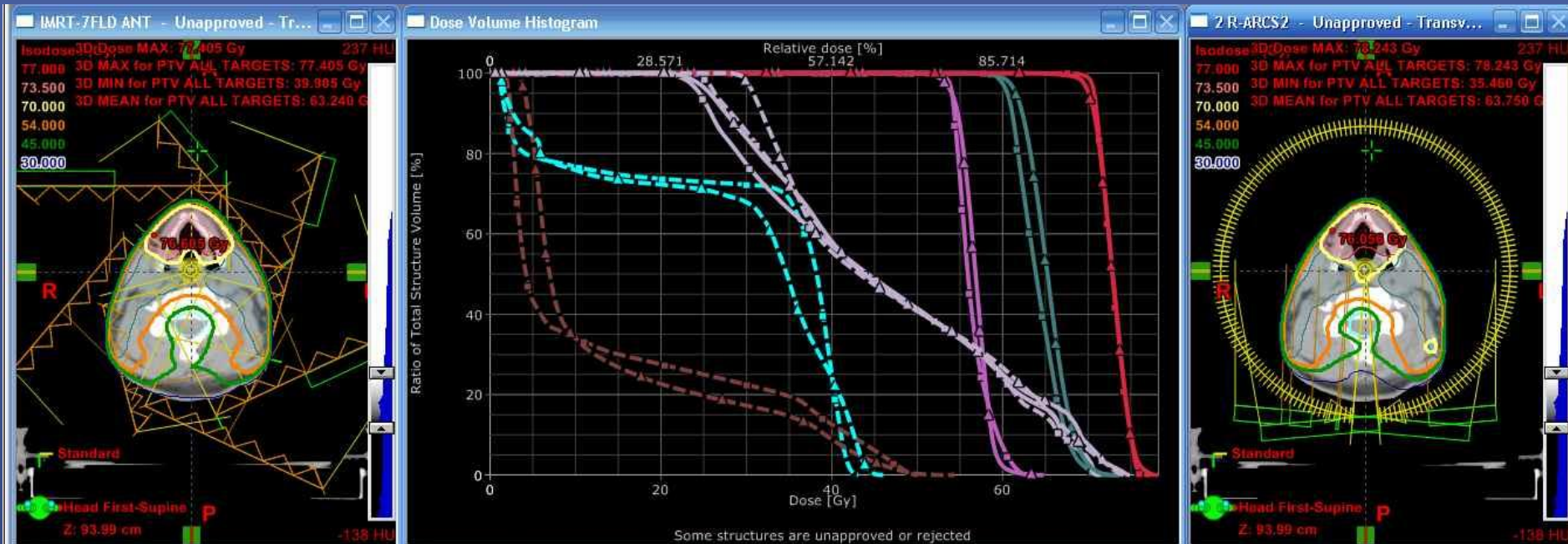
¿Cómo se compara VMAT con otras formas de IMRT?

- Muchos estudios realizados
- La calidad del plan es generalmente la misma que la IMRT y la Tomo
- Tiempo de tratamiento reducido sobre IMRT y muy reducido sobre la Tomo
- UM reducidas sobre otras formas de IMRT
- Los estudios NO concluyen que hay mejores distribuciones de dosis con VMAT comparado a otras formas de IMRT

¿Qué podemos tratar con VMAT?

- Casi todos los tumores:
 - Mama (Boost)
 - Próstata
 - Cabeza y cuello
 - Pulmón
 - Digestivo: Hígado, páncreas, recto, canal anal
 - Sistema nervioso central
 - Cánceres Ginecológicos
 - Sarcoma
 - Estómago y esófago

VMAT vs. IMRT para cabeza y cuello



Static Field IMRT:
1260 MU

Squares:
Static Field
Triangles:
RapidArc

RapidArc:
588 MU



Planned at
MUHC



RapidArc™ vs. “Conventional” IMRT



RapidArc
Single-Arc plan

496 MU

Conventional
7-field IMRT

1685 MU



SWEDISH

Courtesy of Dave Mellenberg

PHYSICS CONTRIBUTION

VOLUMETRIC-MODULATED ARC THERAPY FOR STEREOTACTIC BODY RADIOTHERAPY OF LUNG TUMORS: A COMPARISON WITH INTENSITY-MODULATED RADIOTHERAPY TECHNIQUES



ANDREA HOLT, PH.D.,* CORINE VAN VLIET-VROEGINDEWEIJ, PH.D.,* ANTON MANS, PH.D.,*
JOSÉ S. BELDERBOS, M.D., PH.D.,* AND EUGÈNE M. F. DAMEN, PH.D.*

*Department of Radiation Oncology, The Netherlands Cancer Institute–Antoni van Leeuwenhoek Hospital, Amsterdam, The Netherlands

- VMAT vs. IMRT para SBRT
- Dosimetría similar
- Tiempo de tratamiento reducido hasta en un 70% (promedio 23.7 a 6.6 min) con VMAT

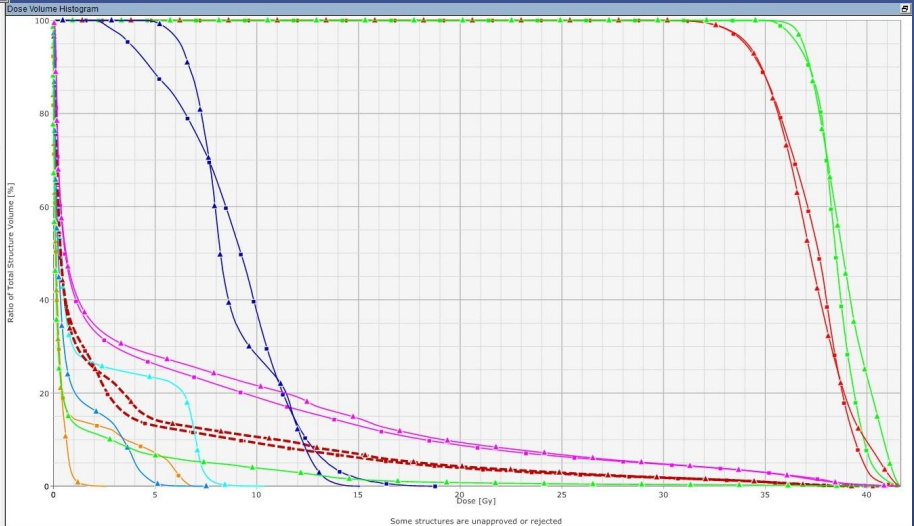
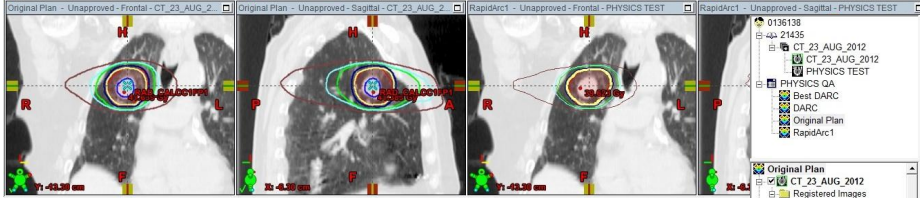
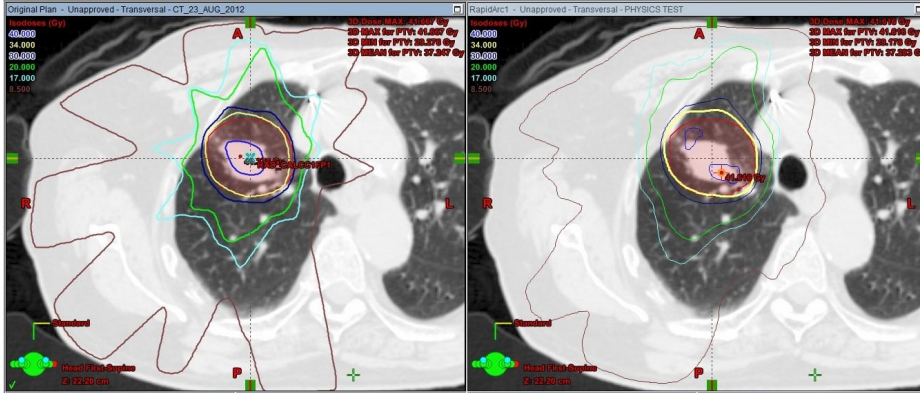
The use of RapidArc volumetric-modulated arc therapy to deliver stereotactic radiosurgery and stereotactic body radiotherapy to intracranial and extracranial targets

Presented in part at the 51st Annual Meeting of the American Society for Therapeutic Radiology and Oncology (ASTRO), November 1–5, 2009, Chicago, IL.

Dante E. Roa, Ph.D.  , Daniel C. Schiffner, M.D., Juying Zhang, Ph.D., Salam N. Dietrich, C.M.D., Jeffrey V. Kuo, M.D., Jason Wong, M.D., Nilam S. Ramsinghani, M.D., Muthana S.A.L. Al-Ghazi, Ph.D.

- VMAT vs. IMRT para SRS o SBRT
- La homogeneidad, la conformidad y la dosis a los órganos son similares
- Menos UM que IMRT
- Tiempo de entrega más rápido que IMRT

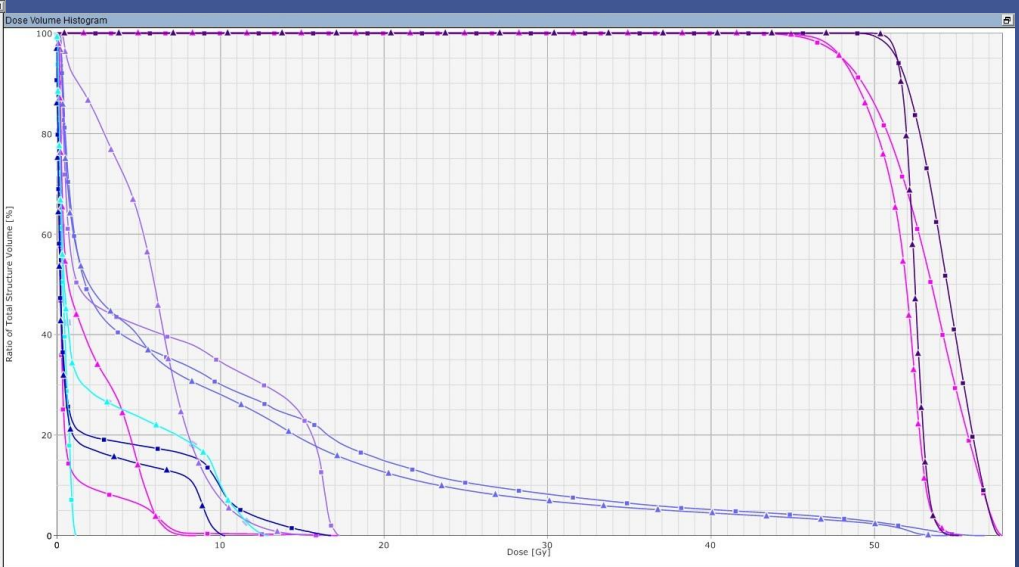
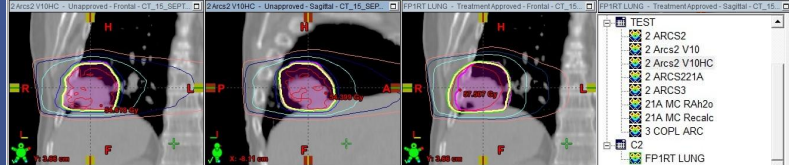
Ejemplo: 34 Gy en 1 fracción



Rapidarc –
10736 MU
3D-CRT – 5726
MU

View	DVH Line	Structure	Approval Status	Plan	Course	Volume [cm ³]	Dose Cover [%]	Sampling Cover [%]	Min Dose [Gy]	Max Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	lv	Unapproved	RapidArc1	PHYSICS QA	100.0	100.0	100.1	34.884	41.616	38.495
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	lv	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	25.2	100.0	100.1	34.887	41.667	38.893
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SPINAL_CORD	Unapproved	RapidArc1	PHYSICS QA	63.0	100.0	100.0	0.000	6.972	0.789
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	SPINAL_CORD	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	63.0	100.0	100.0	0.000	2.620	0.227
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PTV	Unapproved	RapidArc1	PHYSICS QA	62.4	100.0	100.1	29.178	41.616	37.283
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PTV	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	62.4	100.0	100.1	29.276	41.667	37.247
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LUNG_R	Unapproved	RapidArc1	PHYSICS QA	2044.3	100.0	100.0	0.026	41.616	5.211
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LUNG_R	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	2044.3	100.0	100.0	0.006	41.667	5.583
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LUNG_L	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	1920.1	100.0	100.0	0.015	7.596	0.841
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LUNGS-ITV	Unapproved	RapidArc1	PHYSICS QA	3939.4	100.0	100.0	0.009	40.843	2.849
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	LUNGS-ITV	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	3939.4	100.0	100.0	0.008	39.348	3.060
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	ESOPHAGUS	Approved	Original Plan	PHYSICS QA	52.4	100.0	100.0	0.026	10.404	1.932

Ejemplo: 48 Gy en 3 fracciones

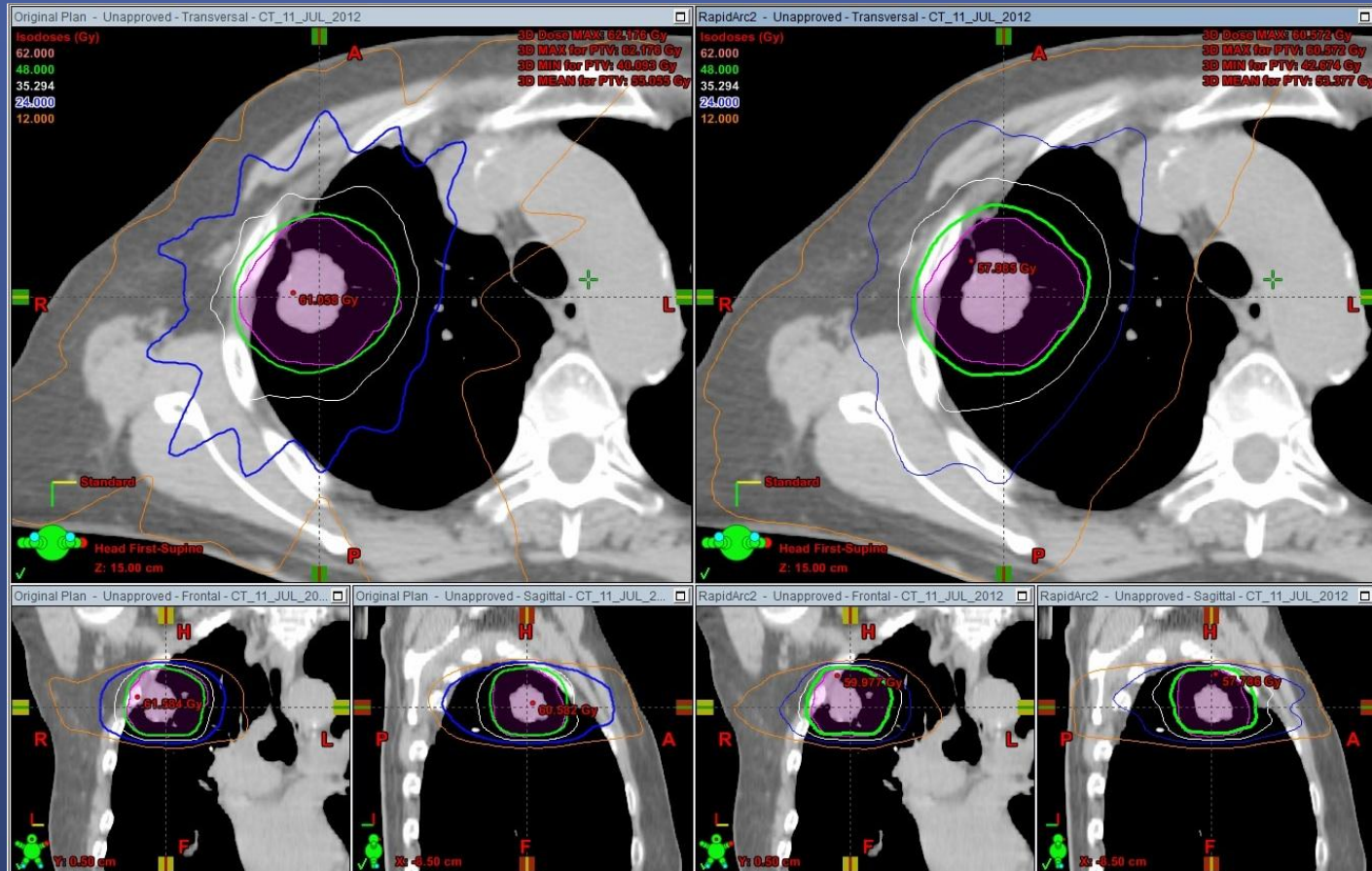


- TEST
 - 2 ARCS2
 - 2 Arcs2 V10
 - 2 Arcs2 V10HC
 - 2 ARCS221A
 - 2 ARCS3
 - 21A MC RaH2o
 - 21A MC Recalc
 - 3 COPL ARC
- C2
 - FP1RT LUNG
- 2 Arcs2 V10HC
 - CT_15_SEPT_2011
 - Registered Images
 - CBCT_1
 - CBCT_1
 - CBCT_2
 - CBCT_2
 - CBCT_3
 - CBCT_3
 - COPY
 - COPY1
 - CT0
 - CT50
 - CTMP
 - CT_15_SEPT_2011
 - BODY
 - CARINA
 - CTV
 - ESOPHAGUS
 - HEART
 - LT LUNG
 - PTV
 - RING
 - RT LUNG
 - SPINAL CORD
 - User Origin
 - Reference Points
 - FP1RT LUNG
 - RAD_CALC2FP1
 - Dose

Rapidarc –
4944 MU
3D-CRT –
2387 MU

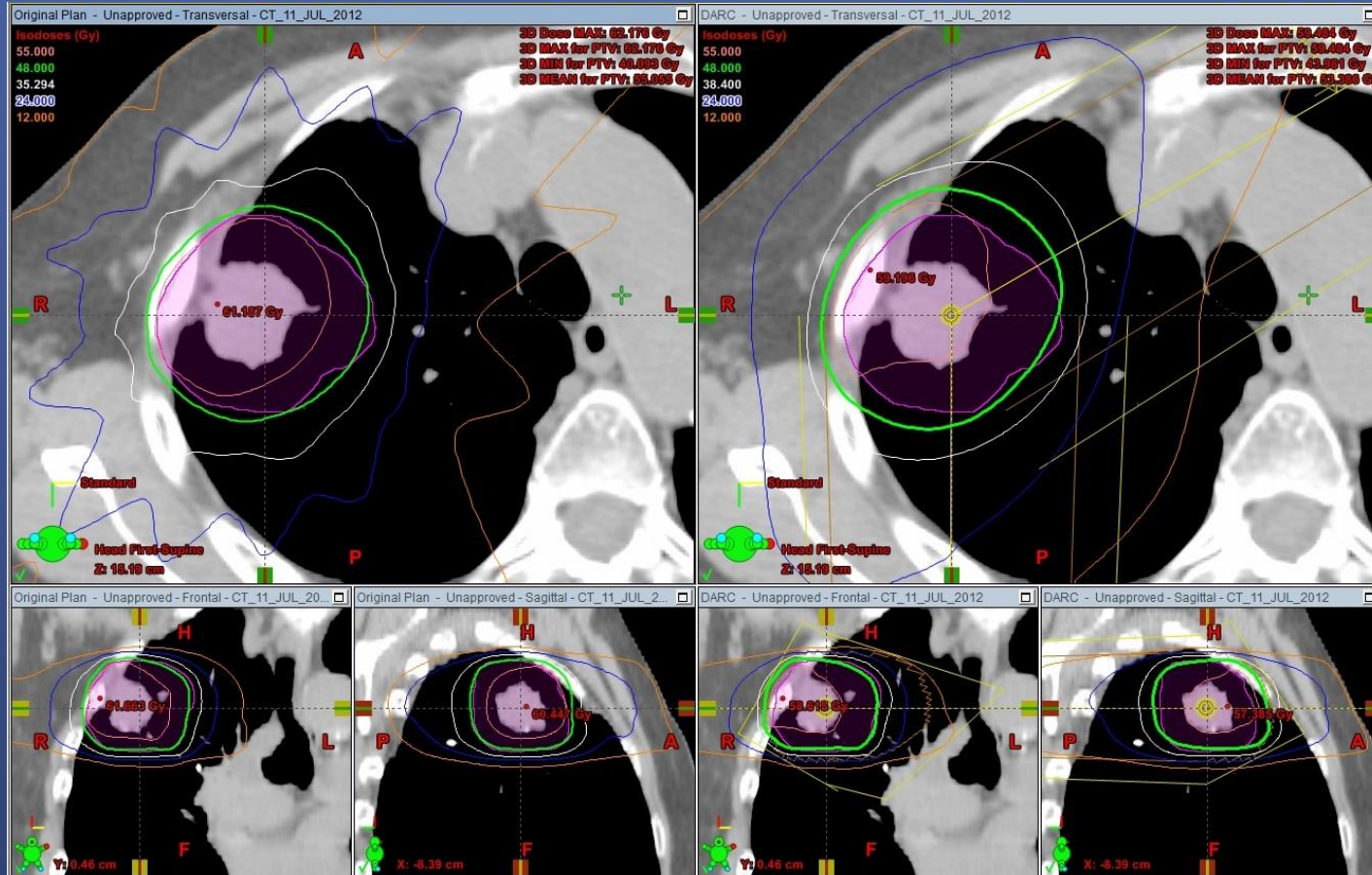
View	DVH Line	Structure	Approval Status	Plan	Course	Volume [cm ³]	Dose Cover [%]	Sampling Cover [%]	Min Dose [Gy]	Max Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	SPINAL CORD	Approved	FP1RT LUNG	C2	27.7	100.0	99.8	0.000	16.777	2.144
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	SPINAL CORD	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	27.7	100.0	99.8	0.000	10.291	1.519
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	RT LUNG	Approved	FP1RT LUNG	C2	1390.0	100.0	100.0	0.188	56.781	8.805
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	RT LUNG	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	1390.0	100.0	100.0	0.157	54.517	8.143
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	PTV	Approved	FP1RT LUNG	C2	84.7	100.0	99.9	40.335	57.831	53.144
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	PTV	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	84.7	100.0	99.9	41.703	55.417	51.461
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	LT LUNG	Approved	FP1RT LUNG	C2	1062.9	100.0	100.0	0.097	17.199	0.813
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	LT LUNG	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	1062.9	100.0	100.0	0.044	8.516	1.978
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	HEART	Approved	FP1RT LUNG	C2	528.8	100.0	100.0	0.179	17.332	6.268
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	HEART	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	528.8	100.0	100.0	0.248	16.080	5.728
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	ESOPHAGUS	Approved	FP1RT LUNG	C2	24.6	100.0	100.0	0.035	1.198	0.431
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	ESOPHAGUS	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	24.6	100.0	100.0	0.023	12.982	2.689
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	CTV	Approved	FP1RT LUNG	C2	36.4	100.0	100.0	48.499	57.668	54.349
<input checked="" type="checkbox"/>	▲	CTV	Approved	2Arcs2 V10HC	TEST	36.4	100.0	100.0	49.658	56.167	52.468

3D-CRT vs. RapidARC



Rapidarc –
3298 MU
3D-CRT –
2666 MU

3D-CRT vs. Dynamic Arc

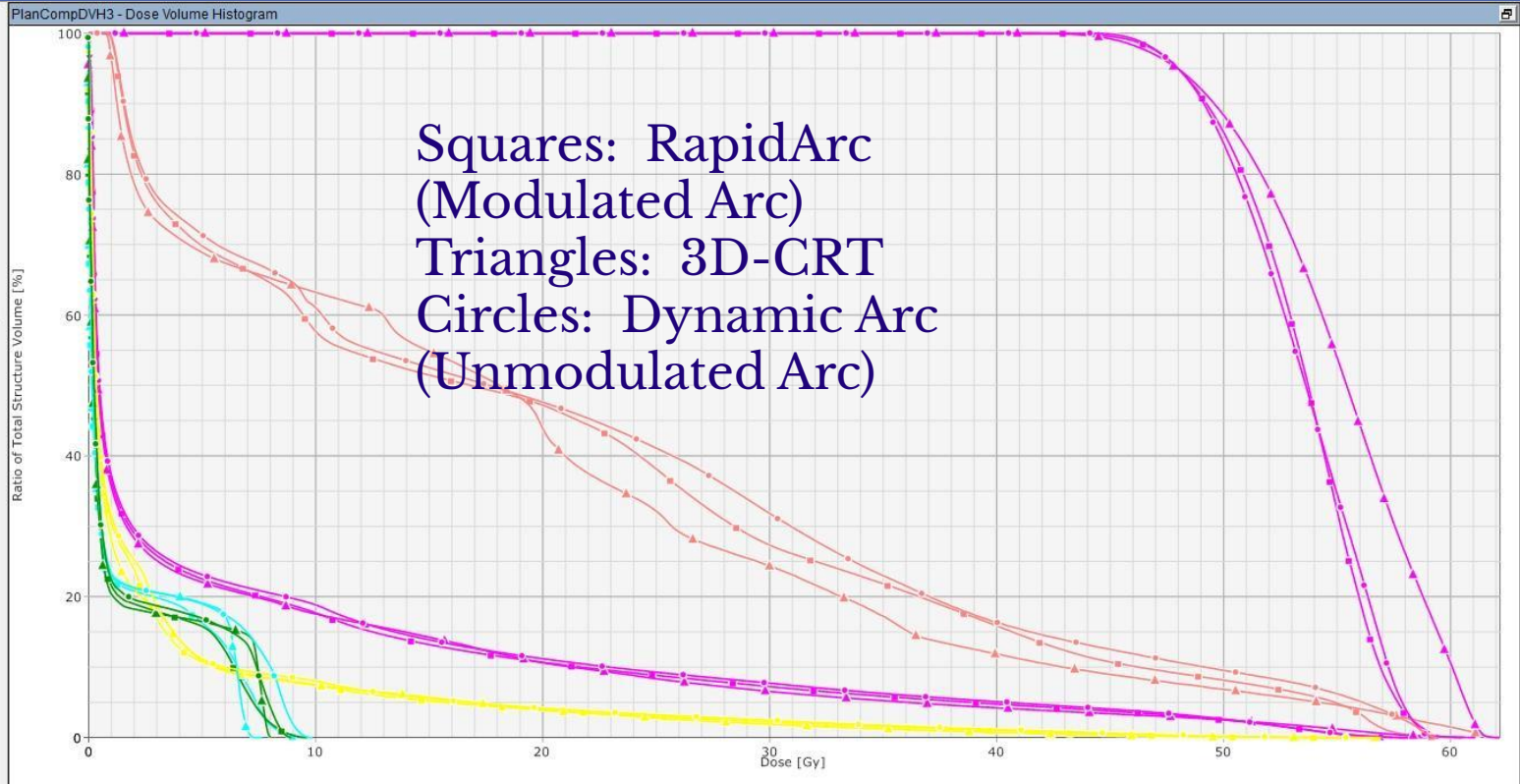


Dynamic arc –
2432MU
3D-CRT – 2666
MU

0251227

- PHYSICS
 - DARC
 - Original Plan
 - RapidArc
 - RapidArc2
 - PlanCompDVH1
 - PlanCompDVH2
 - PlanCompDVH3

PlanCompDVH3



Fields	Dose Prescription	Field Alignments	Plan Objectives	Optimization Objectives	Dose Statistics	Calculation Models	Plan Sum					
View	DVH Line	Structure	Approval Status	Plan	Course	Volume [cm ³]	Dose Cover[%]	Sampling Cover[%]	Min Dose [Gy]	Max Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]	
<input checked="" type="checkbox"/>		SPINAL_CORD	Approved	RapidArc2	PHYSICS	46.0	100.0	99.9	0.000	9.675	1.388	
<input checked="" type="checkbox"/>		SPINAL_CORD	Approved	Original Plan	PHYSICS	46.0	100.0	99.9	0.000	8.055	1.467	
<input checked="" type="checkbox"/>		SPINAL_CORD	Approved	DARC	PHYSICS	46.0	100.0	99.9	0.000	8.937	1.559	
<input checked="" type="checkbox"/>		RIBS	Approved	RapidArc2	PHYSICS	37.7	100.0	100.1	0.762	60.572	20.044	
<input checked="" type="checkbox"/>		RIBS	Approved	Original Plan	PHYSICS	37.7	100.0	100.1	0.725	62.176	19.172	
<input checked="" type="checkbox"/>		RIBS	Approved	DARC	PHYSICS	37.7	100.0	100.1	0.822	59.484	21.030	
<input checked="" type="checkbox"/>		PTV	Approved	RapidArc2	PHYSICS	62.8	100.0	100.0	42.674	60.572	53.377	
<input checked="" type="checkbox"/>		PTV	Approved	Original Plan	PHYSICS	62.8	100.0	100.0	40.093	62.176	55.055	
<input checked="" type="checkbox"/>		PTV	Approved	DARC	PHYSICS	62.8	100.0	100.0	43.981	59.484	53.386	
<input checked="" type="checkbox"/>		LUNG_R	Approved	RapidArc2	PHYSICS	1809.8	100.0	100.0	0.001	59.496	5.926	
<input checked="" type="checkbox"/>		LUNG_R	Approved	Original Plan	PHYSICS	1809.8	100.0	100.0	0.000	61.154	5.829	
<input checked="" type="checkbox"/>		LUNG_R	Approved	DARC	PHYSICS	1809.8	100.0	100.0	0.002	58.141	6.192	
<input checked="" type="checkbox"/>		LUNGS-PTV	Approved	RapidArc2	PHYSICS	3637.2	100.0	100.0	0.000	55.322	2.701	
<input checked="" type="checkbox"/>		LUNGS-PTV	Approved	Original Plan	PHYSICS	3637.2	100.0	100.0	0.000	57.108	2.627	
<input checked="" type="checkbox"/>		LUNGS-PTV	Approved	DARC	PHYSICS	3637.2	100.0	100.0	0.001	56.969	2.886	
<input checked="" type="checkbox"/>		ESOPHAGUS	Approved	RapidArc2	PHYSICS	37.6	100.0	100.0	0.008	9.522	1.457	

Preguntas?

