

Tomoterapia en Oncología Pediátrica.

Raúl Matute



**Hospital Universitario
La Paz**
Hospital Carlos III
Hospital Cantoblanco



5-8 de noviembre de 2017

Transmitir un mensaje

¿Cuál?

*Tomoterapia es una técnica fiable para el tratamiento
radioterápico de la patología maligna pediátrica.
(ya está la “conclusión”)*

Lo de siempre, sí...pero intentaré justificarlo

Fundamentos y retos de la Oncología Radioterápica Pediátrica.

***Ejemplos de dosimetrías de casos
significativos. Ejemplos del trabajo
de un tratamiento radioterápico:
“colorear”, “sin salirse” y “sin hacer
rayajos”.***

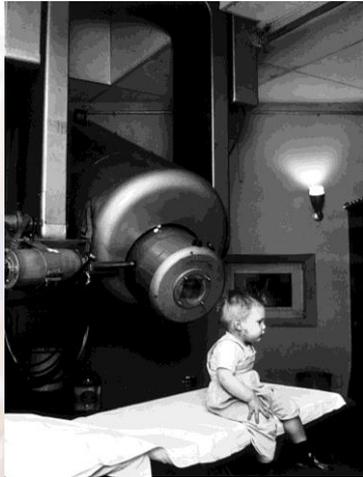


Población pediátrica: altamente sensible.

- ***Emocional: propio paciente (a veces no comprendido), familia y personal sanitario.***
- ***Colaboración para tratamiento (necesidad de sedación en niños más pequeños).***
- ***Criterios médico radioterápicos. Oncología distinta. Tejidos en maduración.***

Objetivo: CURAR. No suficiente con “discretos” aumentos de supervivencia.

Pero al mismo tiempo REDUCIR al máximo los posibles efectos secundarios (más repercusiones que en población adulta).



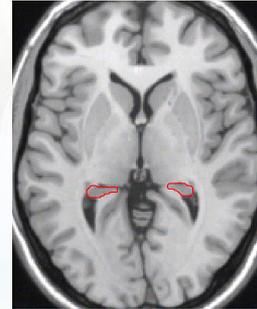
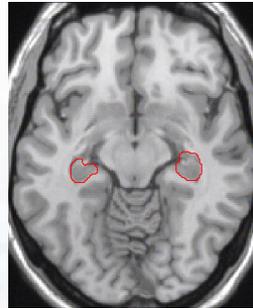
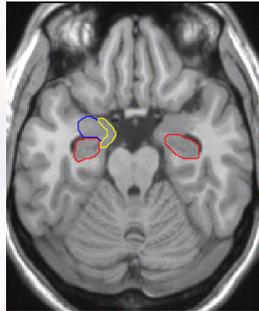
~~Máxima Dosis Tolerable~~



MÍNIMA DOSIS EFICAZ

DETERIORO COGNITIVO

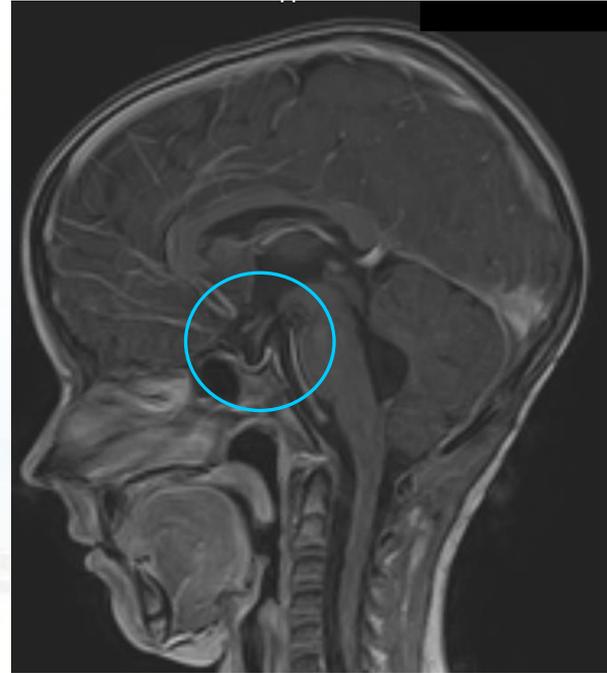
Disminución de dosis en estructuras relacionadas (Hipocampo)



Disminución de dosis altas de irradiación en el conjunto del encéfalo.

DÉFICITS HORMONALES

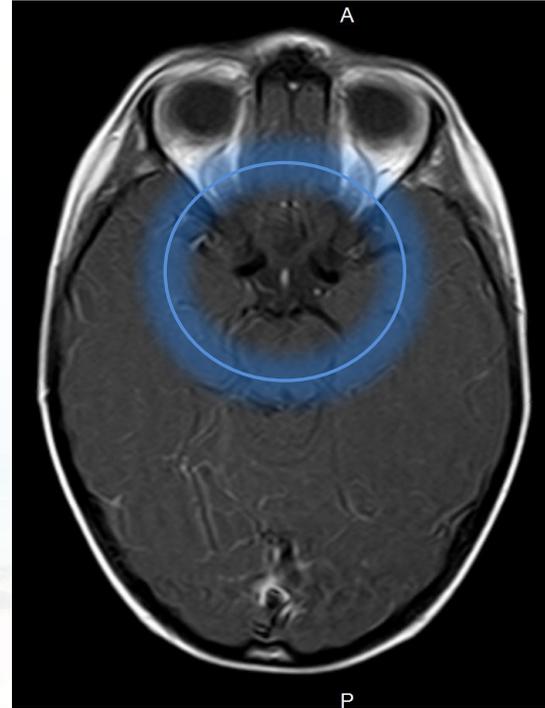
Disminución de dosis en eje hipotálamo-hipofisario



5-8 de noviembre de 2017

DÉFICITS NEUROLÓGICOS CONCRETOS

***Ej: Disminución de dosis en
vía visual.***



Efectos Secundarios

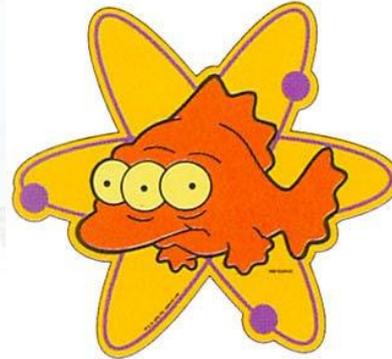
ALOPECIA
potencialmente
evitable:
Repercusiones
estéticas y psico-
sociales.



5-8 de noviembre de 2017

SEGUNDAS NEOPLASIAS RADIOINDUCIDAS

Disminución general de dosis en tejidos adyacentes sanos: disminución de DOSIS INTEGRAL.





Contents lists available at ScienceDirect

Cancer Treatment Reviews

journal homepage: www.elsevierhealth.com/journals/ctrv



Possibilities of new therapeutic strategies in brain tumors

Eric Bouffet*, Uri Tabori, Annie Huang, Ute Bartels

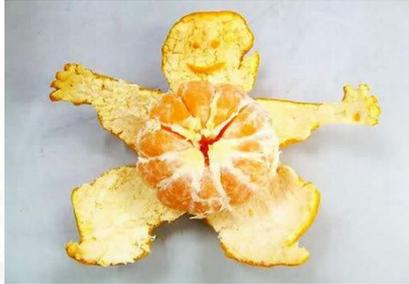
Neuro-oncology Program, Division of Haematology-Oncology, The Hospital for Sick Children, Toronto, Canada

Table 1

Respective role of surgery, radiation and chemotherapy in the most common pediatric brain tumors and % year survival rates (+++: essential; ++ important; + occasional role; – no proven role; AR: average risk; HR: high risk; CSI: craniospinal radiation).

Tumor type	Surgery	Radiation	Chemotherapy	5 Year survival rates (%)
Medulloblastoma in older children (AR)	+++	+++ (CSI)	++	80–85
Medulloblastoma in older children (HR)	++	+++ (CSI)	++	40–70
Medulloblastoma in infants	+++	+	+++	20–50
Low grade glioma (resectable)	+++	–	–	90–100
Low grade glioma (unresectable)	+	+	++	75–90
Ependymoma	+++	+++	–	50–75
Germinoma	–	+++	++	85–95
Non germinomatous germ cell tumors	+	+++	+++	65–75
Craniopharyngioma	++	++	–	80–95
High grade glioma	++	+++	+	20–30
Diffuse brainstem glioma	–	+++	–	0–5
Rhabdoid tumors	+++	+	+++	0–33

Nuestro reto continuo...



$$\frac{4}{3} \pi \cdot r^3$$

Pequeñas variaciones en el “radio” se traducen en grandes modificaciones del volumen de nuestro target de irradiación.

Más importancia incluso en relación a volumen de un paciente pediátrico.

Nuestro reto continuo... también en Radioterapia pediátrica

Alcanzar la exactitud y precisión radioterápica que permite:

- ***Disminución de los volúmenes a irradiar.***
- ***Disminución de dosis en tejidos sanos adyacentes.***
- ***Disminución de la probabilidad de aparición de efectos secundarios adversos.***
- ***Aumentar la fiabilidad terapéutica de la radioterapia.***

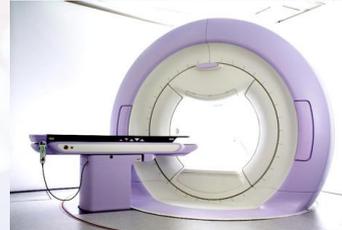


5-8 de noviembre de 2017

www.alatro2017.grupoaran.com

Nuestro reto continuo...

Todo ello mediante la incorporación “juiciosa” de la moderna tecnología radioterápica en los protocolos de tratamiento de los tumores pediátricos.



5-8 de noviembre de 2017

Nuestro reto continuo...*TOMOTERAPIA*



Mesbah et al. *Radiation Oncology* 2011, 6:102
<http://www.ro-journal.com/content/6/1/102>



RESEARCH

Open Access

Helical tomotherapy in the treatment of pediatric malignancies: a preliminary report of feasibility and acute toxicity

Latifa Mesbah¹, Raúl Matute^{1*}, Sergey Usychkin¹, Immacolata Marrone¹, Fernando Puebla¹, Cristina Minguez¹, Rafael García¹, Graciela García¹, César Beltrán¹ and Hugo Marsiglia^{1,2,3}

Tratamientos radioterápicos de “última generación”. Radioterapia de intensidad modulada guiada por imagen (IGRT) volumétrica.

Un LINAC “metido” en una TAC (integración de imagen y tratamiento).

Nuestro reto continuo...TOMOTERAPIA



Cancers 2011, 3, 3972-3990; doi:10.3390/cancers3043972

OPEN ACCESS

cancers

ISSN 2072-6694

www.mdpi.com/journal/cancers

Article

Helical Tomotherapy in Children and Adolescents: Dosimetric Comparisons, Opportunities and Issues

Maurizio Mascarin ^{1,2,*}, Francesca Maria Giugliano ^{1,4}, Elisa Coassin ¹, Annalisa Drigo ^{2,3}, Paola Chiovati ^{2,3}, Andrea Dassic ^{2,3}, Giovanni Franchin ², Emilio Minatel ² and Mauro Gaetano Trovò ²

- (1) complex tumor geometry (irregular target)**
- (2) close proximity of OARs**
- (3) target volume coverage with different dose modulation**
- (4) noticeable tumor shrinkage during RT**
- (5) patients treated for an extensive planning target volume (PTV) (e.g., craniospinal irradiation (CSI), lymphoma), when the “low dose bath” was considered not much more unfavorable when compared to 3D-CRT, specifically when the ID was not completely in favor of 3D-CRT use.**

Procedimiento general de tratamiento

Posicionamiento



Realización de Tomoimagen volumétrica



Doble "Matching" (automático y manual) con imagen CT de planificación. Detección de errores.



Corrección: modificación de posición de la mesa



IRRADIACIÓN

5-8 de noviembre de 2017

www.alatro2017.grupoaran.com

Datos cualitativos - aspectos metodológicos



5-8 de noviembre de 2017

Datos cualitativos - aspectos metodológicos



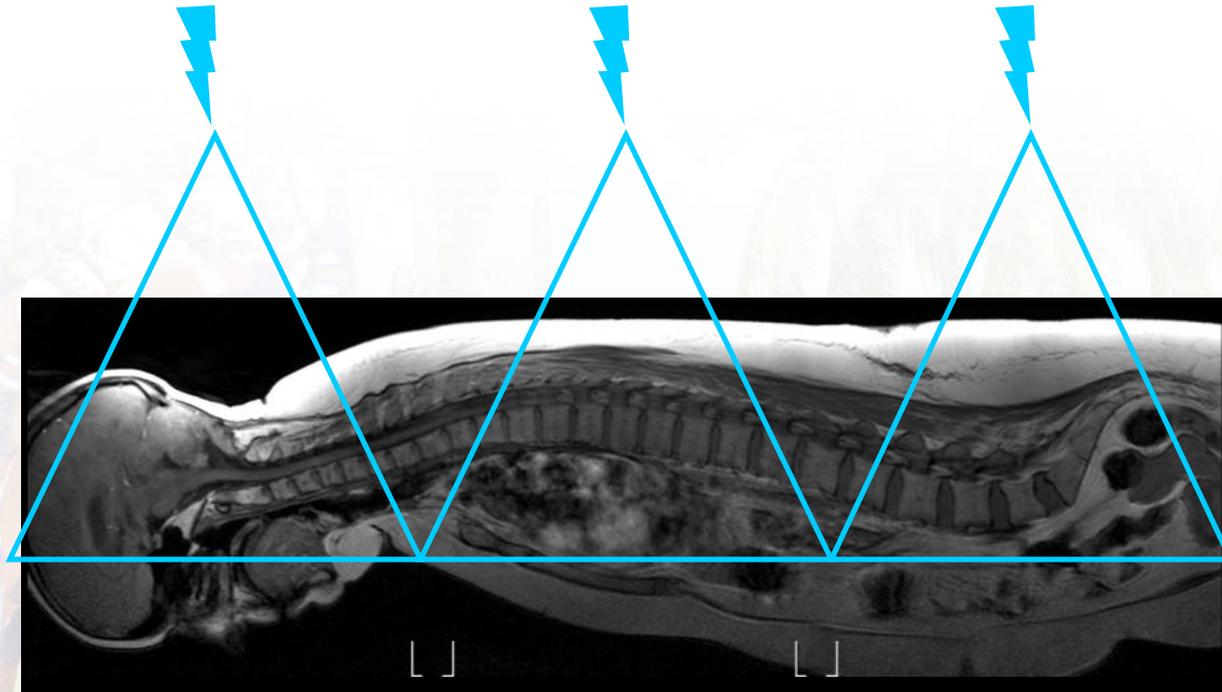
**Evolución: hacia la
“sencillez” que facilita
la rapidez y la
reproducibilidad.**



5-8 de noviembre de 2017



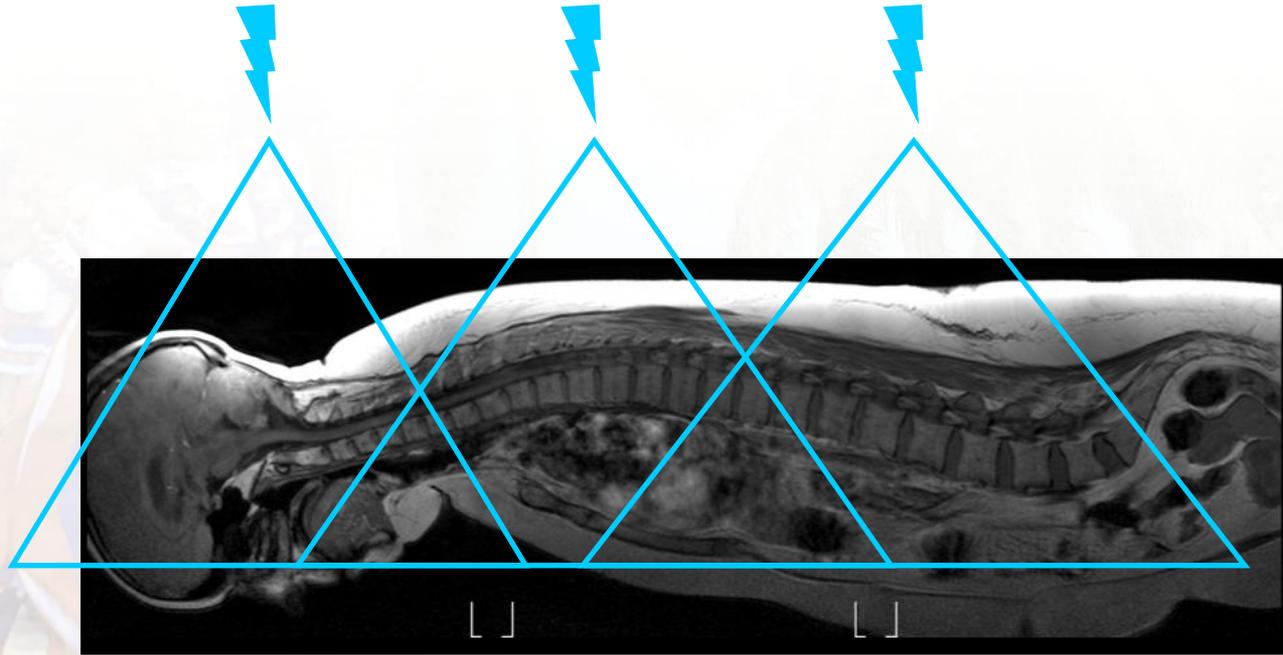
Irradiación Cráneo Espinal



5-8 de noviembre de 2017

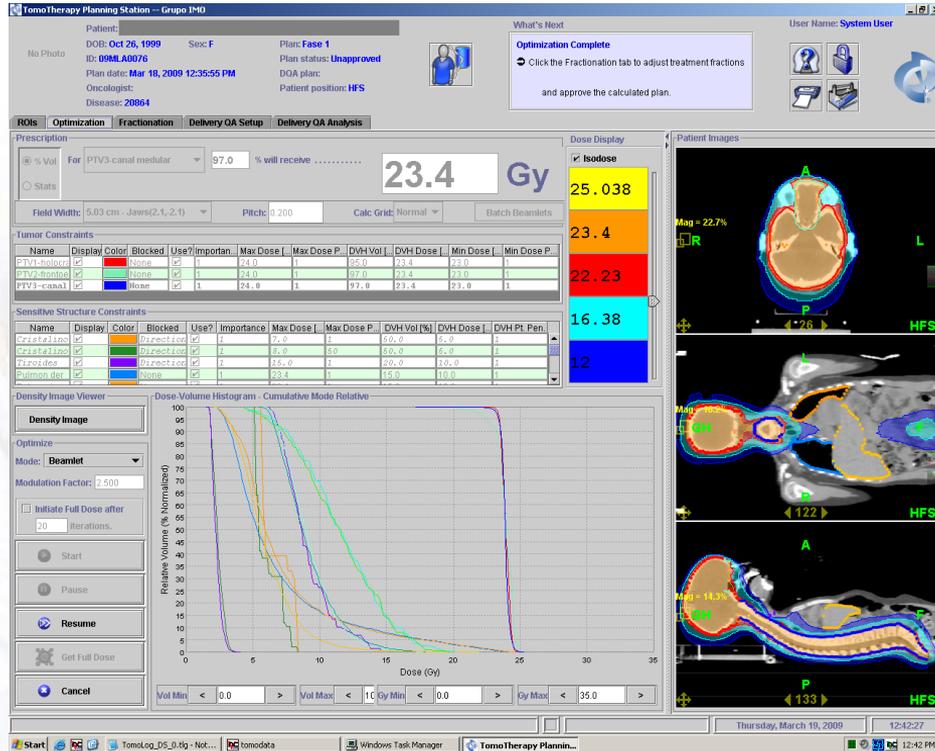
www.alatro2017.grupoaran.com

Irradiación Cráneo Espinal



5-8 de noviembre de 2017

Irradiación Cráneo Espinal-Meduloblastoma



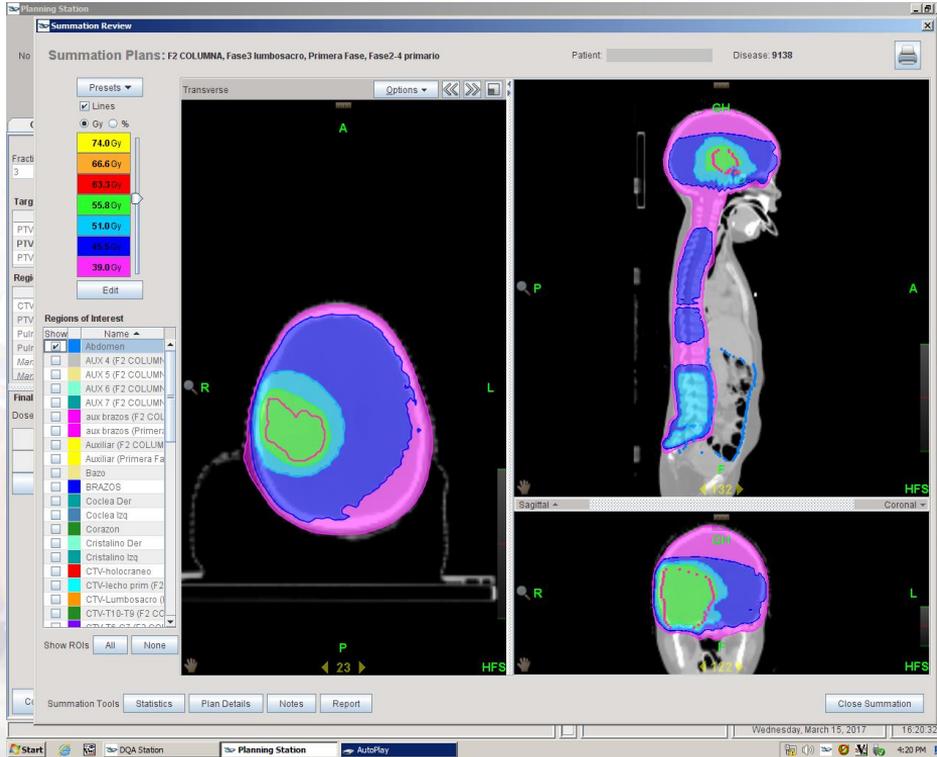
Decúbito supino: sedación y mayor comodidad.

No solapamiento de campos: no incertidumbres dosimétricas.

Adecuada cobertura de regiones frontoetmoidal y supraorbitaria.

Homogeneidad de dosis vertebral.

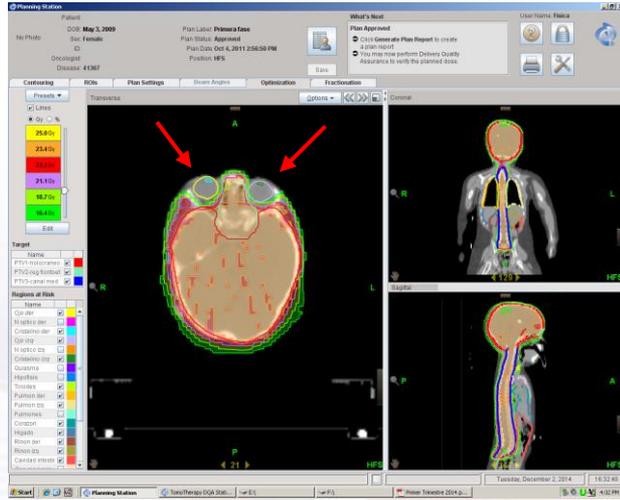
Irradiación Cráneo Espinal-PNET M3 COG



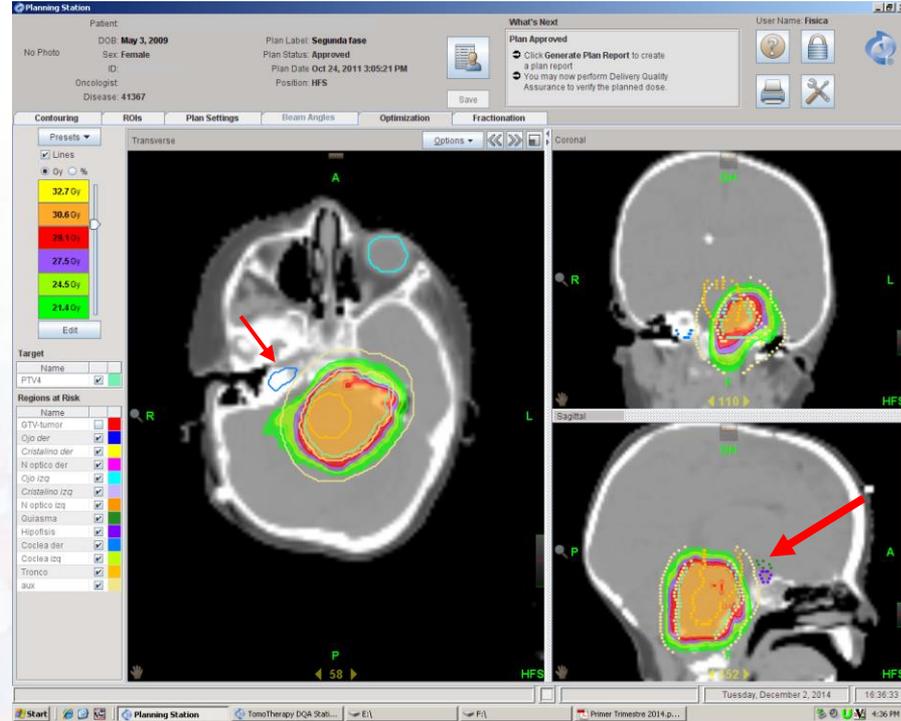
5-8 de noviembre de 2017

Irradiación Cráneo Espinal-Ependimoma

HARD ROCK HOTEL CONVENTION CENTER
PUNTA CANA, REPÚBLICA DOMINICANA

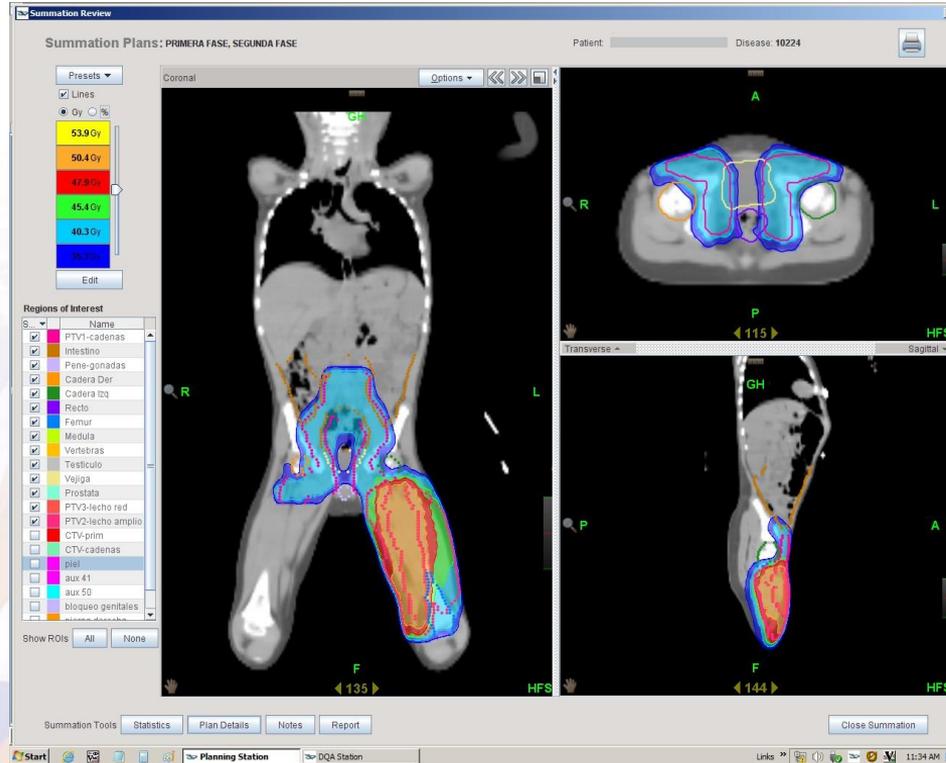


Preservación de estructuras oculares, cóclea, hipófisis y quiasma óptico.



5-8 de noviembre de 2017

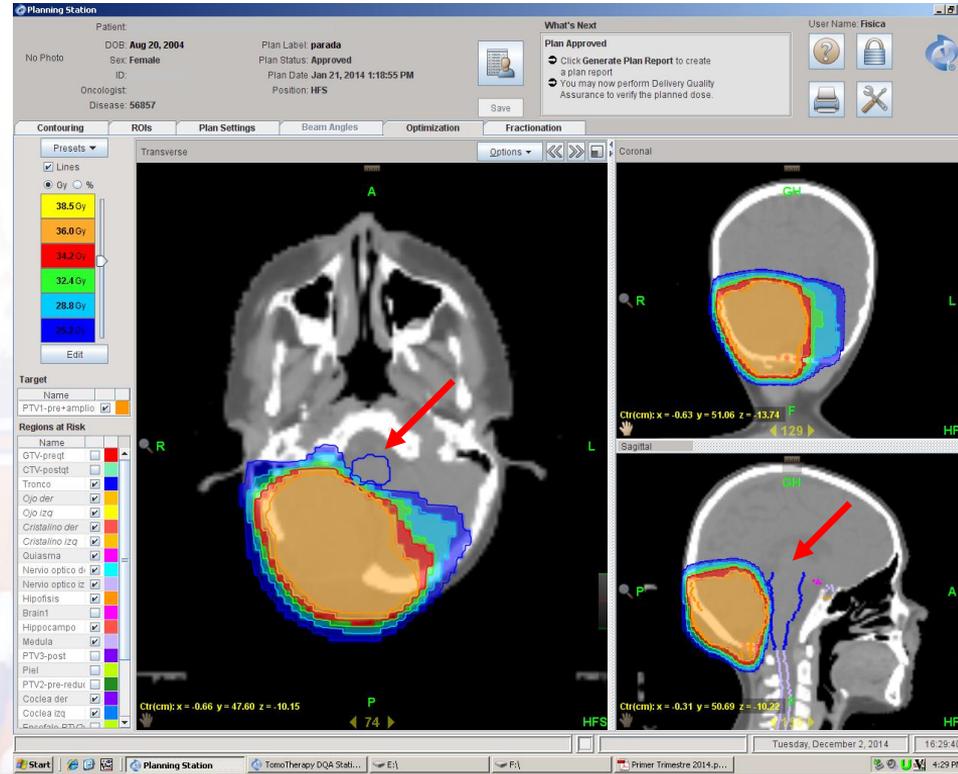
Ewing extremidad



5-8 de noviembre de 2017

Ewing occipital

Preservación de tronco cerebral.



5-8 de noviembre de 2017

Cordoma de clivus

**Preservación de
 tronco cerebral,
 nervios ópticos y
 quiasma óptico.**

Planning Station
 Patient: DOB: Jan 6, 1998 Plan Label: Plan_01
 No Photo Ser: Female Plan Status: Approved
 ID: Plan Date: Jun 8, 2009 3:22:48 PM
 Oncologist: Position: HFS
 Disease: 23212

What's Next
 Plan Approved
 Click Generate Plan Report to create a plan report
 You may now perform Delivery Quality Assurance to verify the planned dose.

Contouring
 Presets: Lines
 Gy %
 74.9 Gy
 70.0 Gy
 66.5 Gy
 49.0 Gy

Target
 Name: PTV1-lecho, PTV2-tumor

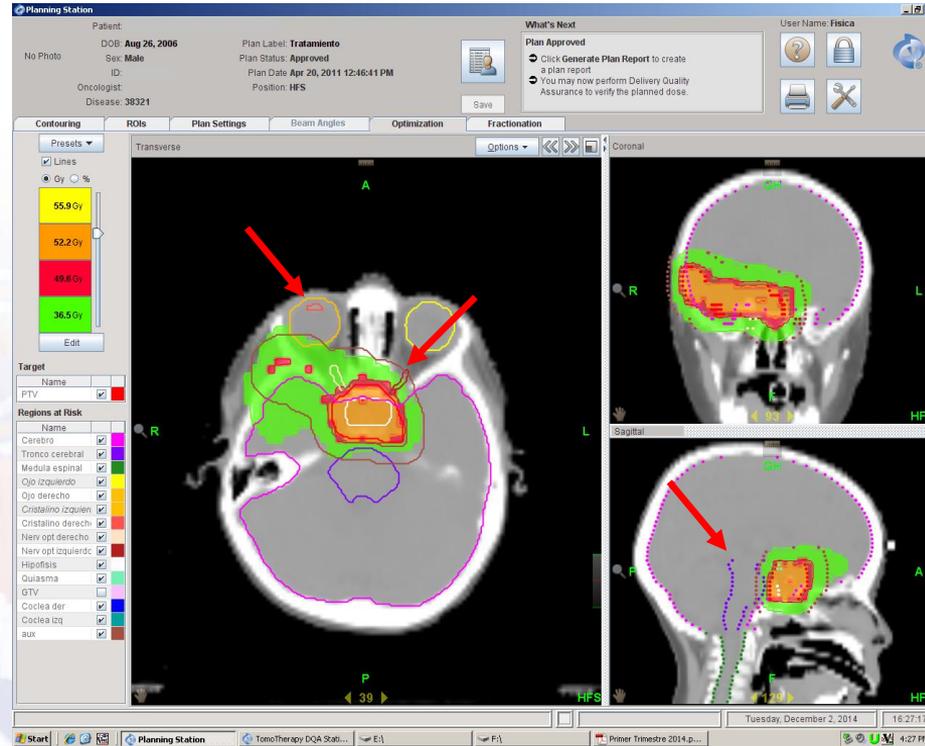
Regions at Risk
 CTV, GTV, Tronco, Ojo der, Ojo izq, N optico der, N optico izq, Quiasma, Cristalino der, Cristalino izq, aux, quiasmaesp, ptmenosdosis

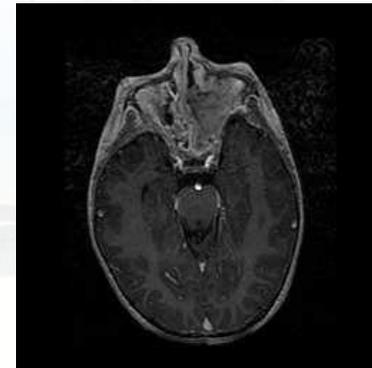
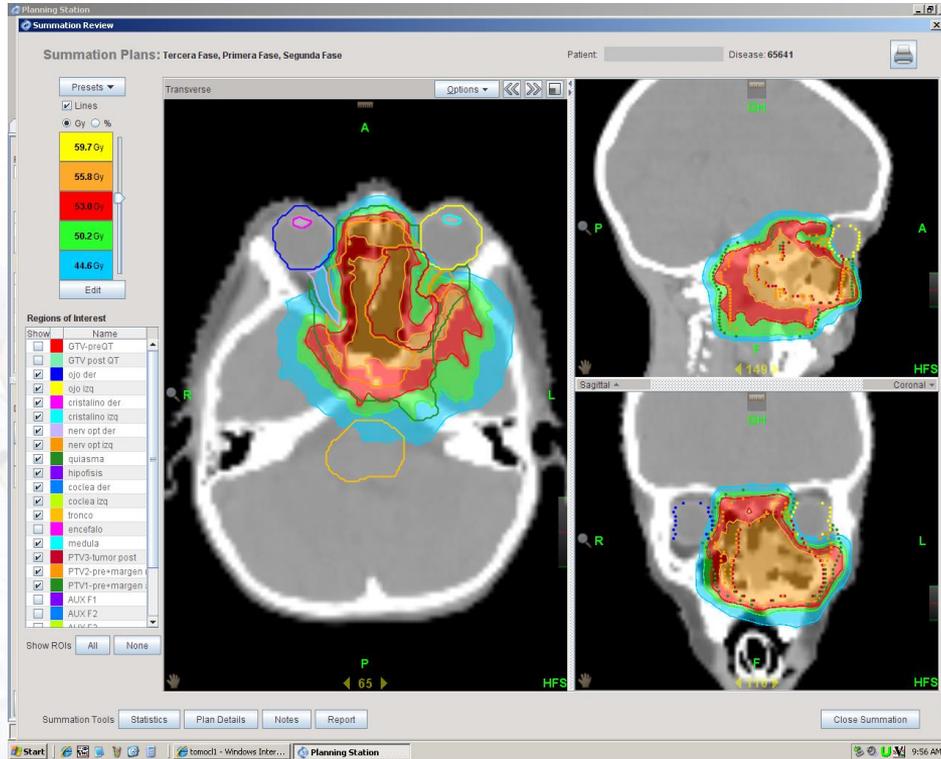
Transverse, Coronal, Sagittal views showing the tumor and surrounding structures. Red arrows indicate the tumor and optic chiasm.

Tuesday, December 2, 2014 16:45:00
 Planning Station, TomoTherapy DQA Stati..., Primer Trimestre 2014.p...

Craneofaringioma

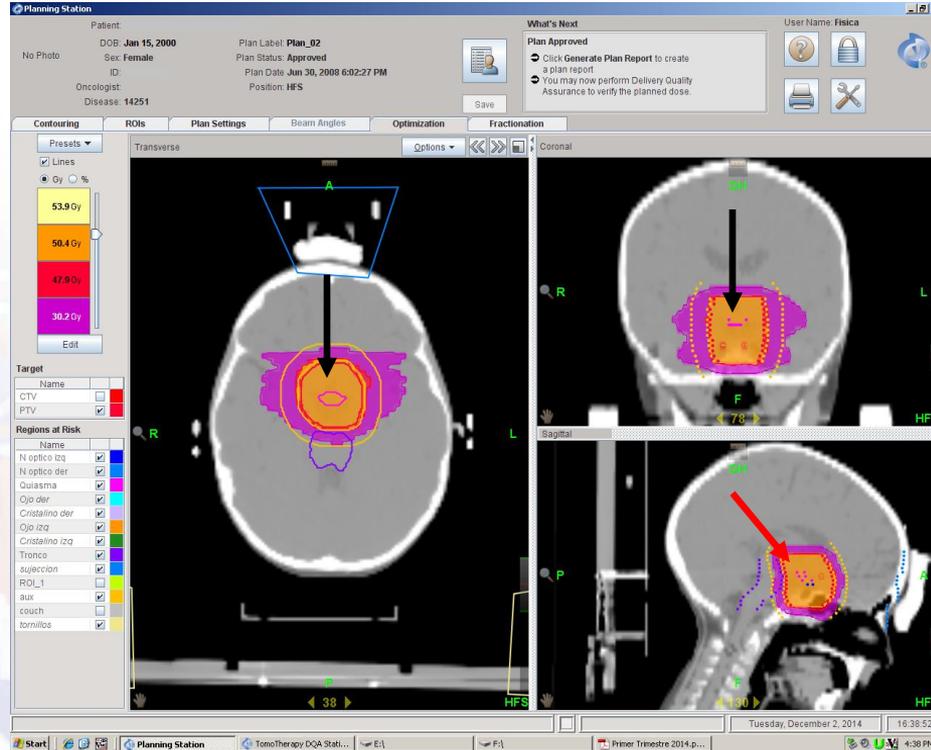
**Preservación de
 tronco cerebral,
 nervios ópticos
 y globos
 oculares.**





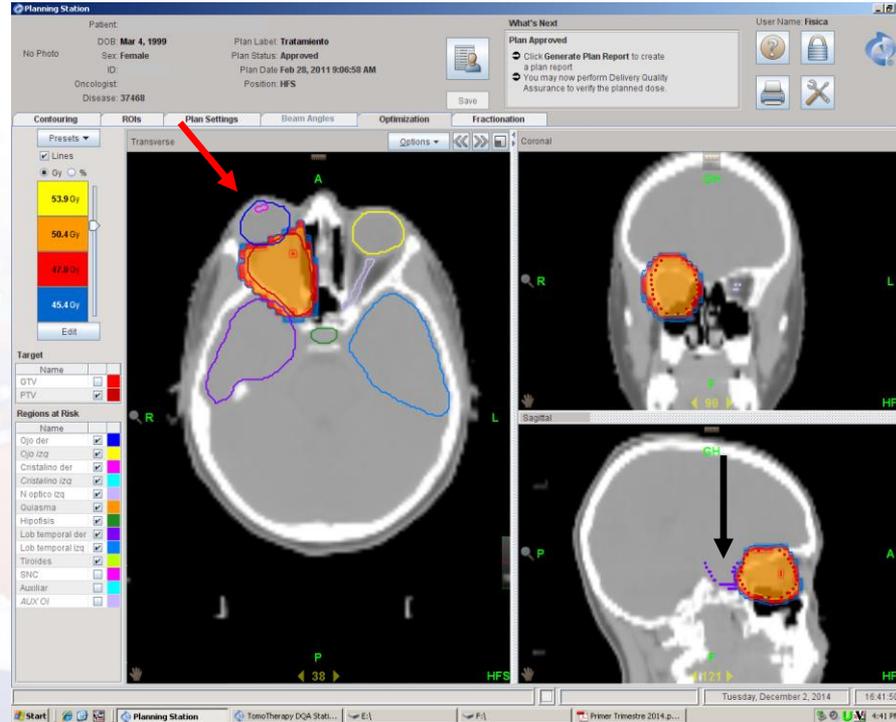
Tumor germinal

Preservación de tronco cerebral.
Homogeneidad de dosis: no “puntos calientes” en quiasma óptico



Glioma de nervio óptico

**Preservación de
globo ocular,
cristalino, lóbulo
temporal e
hipófisis.
Homogeneidad de
dosis: no “puntos
calientes” en
nervio óptico
afecto.**



Retinoblastoma bilateral

Preservación de región interorbitaria. Homogeneidad de dosis: no “puntos calientes”.

Planning Station

Patient: [Name] Plan Label: **Tratamiento** User Name: System User

No Photo DOB: **Nov 16, 2010** Plan Status: **Approved** Define Prescription and Rx Constraints

Sex: **Female** ID: **12MLA0032** Plan Date: **Feb 15, 2012 1:44:16 PM** Define the plan Prescription.

Oncologist: Disease: **43962** Position: **HFS** Get isodose display options.

When you are finished, click **Start** to begin optimization.

Prescription % Vol: **95.00 %** will receive **45.00** Gy. ROI contours have been resampled.

Target Constraints

Name	Display/Color	Blocked	Use/Importance	Max Dose (Gy)	Max Dose Pen	DVH Vol	DVH Dose (Gy)	DVH Pt. Pen
PTV- ojo der	1 (Red)	Unblocker	20	45.50	10	95.00	45.00	48.20 Gy
PTV- ojo izq	2 (Green)	Unblocker	20	45.50	10	95.00	45.00	45.00 Gy

Regions at Risk Constraints

Name	Display/Color	Blocked	Use/Importance	Max Dose (Gy)	Max Dose Pen	DVH Vol	DVH Dose (Gy)	DVH Pt. Pen
Hi orbita	8 (Cyan)	Unblocker	1	45.00	1	70.00	30.00	42.8 Gy
Hi orbita	9 (Blue)	Unblocker	1	45.00	1	70.00	30.00	40.5 Gy
Tronco	10 (Purple)	Unblocker	1	40.00	1	70.00	5.00	36.0 Gy
Lobulo 1	11 (Orange)	Unblocker	1	42.00	1	10.00	40.00	36.0 Gy
Lobulo 1	12 (Yellow)	Unblocker	1	42.00	1	10.00	40.00	36.0 Gy
aux	13 (Light Blue)	Unblocker	1	45.00	1	5.00	42.75	31.5 Gy
aux2	14 (Dark Blue)	Unblocker	1	35.00	1	50.00	30.00	31.5 Gy

Optimize

Dose Calc Grid: **Fine**

Field Width: **1.05 cm - Ja...**

Modulation Factor: **2.500**

Pitch: **0.287**

Mode: **Beamlet**

Initiate Full Dose After: **20** Iterations.

Buttons: Start, Get Full Dose, Cancel

STANDARD Cumulative DVH Relative

Relative Volume (% Normalized) vs Dose (Gy) graph showing DVH curves for various regions.

3D Visualization: Coronal, Axial, and Sagittal views of the head and neck with target and organ-at-risk contours. A red arrow points to the inter-orbital region.

Monday, June 11, 2012 13:11:24

Neuroblastoma bilateral

Homogeneidad de dosis (no “puntos calientes”) en cuerpos vertebrales.

Tomotherapy Planning Station -- Grupo IMO

Patient: [Name]
 DOB: Sep 24, 2008 Sex: M Plan: Definitivo
 ID: 09MLA291 Plan status: Approved DOA plan:
 Plan date: Aug 11, 2009 1:04:19 PM Patient position: HFS
 Oncologist: Disease: 24775

What's Next
 Define Rx Constraints
 Define constraints for tumors.
 Define constraints for sensitive structures.
 Get isodose display options.
 When you are satisfied, click Start to begin optimization.

User Name: System User

ROIs Optimization Fractionation Delivery QA Setup Delivery QA Analysis

Prescription
 % Vol For Cuerpos vertebrales 88.0 % will receive **21.0 Gy**
 Field Width: 2.5 cm - Jaws (1.0, 1.0) Pitch: 0.287 Calc Grid: Normal Batch Beamslets

Tumor Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Imports	Max Dose L	Max Dose R	DVH Vol	DVH Dose	Min Dose L	Min Dose R
C-TV_2g	<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>								
P-TV_2g	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>		50	77.0	5	88.0	21.3	20.0	0
C-TV_2g	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>		50	77.0	5	88.0	21.4	20.0	0

Sensitive Structure Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose L	Max Dose R	DVH Vol [%]	DVH Dose L	DVH Pt Pen.
Medula	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	20.0	1	10.0	15.0	
Hgado	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	21.0	1	55.0	5.9	15
Rimn der	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	21.0	1	1.0	15.0	0.0
Rimn mg	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	21.0	1	15.0	15.0	0.0

Density Image Viewer
 Density Image
 Optimize
 Mode: Beamslet
 Modulation Factor: 3.000
 Initiate Full Dose after 20 iterations.
 Start Pause Resume Get Full Dose Cancel

Dose-Volume Histogram - Cumulative Mode Relative
 Relative volume (% normalized) vs. Dose (Gy) graph showing curves for various structures.

Vol Min < 0.0 > Vol Max < Gy Min < 0.0 > Gy Max < 30.0 >

Tuesday, September 15, 2009 12:24:22 PM

Sarcoma orbitarios

Volúmenes pequeños adyacentes a estructuras sensibles: Importancia del posicionamiento exacto.

The screenshot displays the Tomotherapy Planning Station interface for a patient named Cristina Minguenz. The main window shows the following details:

- Patient:** Cristina Minguenz
- Plan:** Plan_01, Status: Approved
- Prescription:** 50.4 Gy for PTV
- Field Width:** 1.05 cm - Jaws(0.35, 0.35)
- Pitch:** 0.300
- Calc Grid:** Normal

The **Tumor Constraints** table is as follows:

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose L	Max Dose P	DVH Vol L	DVH Dose L	Min Dose L	Min Dose P
PTV	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	100	51.4	100	55.0	50.0	47.5	10

The **Sensitive Structure Constraints** table is as follows:

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose L	Max Dose P	DVH Vol (%)	DVH Dose L	DVH Pt. Pen.
Brain	<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
COI 1	<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
Eye	<input type="checkbox"/>	None	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1	50.4	10	5.0	40.0	1
Blowese	<input type="checkbox"/>	Directio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2	20.0	1	5.0	10.0	1

The **Dose Display** section shows isodose levels: 53.928, 50.4, 47.88, 45, 30.24, 25.2, 20.16, and 15.12 Gy.

The **Dose-Volume Histogram** shows the cumulative mode relative to dose (Gy) for the PTV and sensitive structures. The PTV curve (blue) shows a steep decline, while the sensitive structures (yellow, orange, green) show a more gradual decline, indicating the importance of precise positioning to spare these structures.

The **Optimize** section shows the Modulation Factor set to 2.500 and the Start button highlighted.

Sarcoma torácico

Incluso
reirradiaciones.

Planning Station

Patient:
DOB: **May 29, 1998**
Sex: **Male**
ID: **14MLA1422**
Disease: **61987**

Plan Label: **tratamiento**
Plan Status: **Approved**
Plan Date: **Oct 15, 2014 2:07:43 PM**
Position: **HFS**

What's Next
Plan Approved
Click **Generate Plan Report** to create a plan report
You may now perform **Delivery Quality Assurance** to verify the planned dose.

User Name: **Fisica**

Contouring
Presets
Lines
Gy %
63.6 Gy
59.4 Gy
56.4 Gy
53.5 Gy
47.5 Gy
41.6 Gy
40.0 Gy
Edit

Regions at Risk

Name	
PTV-lecho	<input checked="" type="checkbox"/>
PRV CANAL MED	<input checked="" type="checkbox"/>
OAR CORAZON	<input checked="" type="checkbox"/>
OAR PULMON D	<input checked="" type="checkbox"/>
OAR PULMON IZ	<input checked="" type="checkbox"/>
OAR ESOFAGO	<input checked="" type="checkbox"/>
OAR O TIROIDES	<input checked="" type="checkbox"/>
CTV-lecho	<input type="checkbox"/>
PIEL	<input type="checkbox"/>
OAR HIGADO	<input checked="" type="checkbox"/>
30x	<input type="checkbox"/>

Monday, January 5, 2015 10:01:40

5-8 de noviembre de 2017

**SERIES
HOMOGÉNEAS SUFICIENTEMENTE
REPRESENTATIVAS**

**CONFIRMACIÓN
RESULTADOS
TERAPÉUTICOS**

**TOXICIDADES
TARDÍAS**

5-8 de noviembre de 2017



GRAN ESFUERZO

Coordinación y disponibilidad

Ajustes de horarios

Horas de trabajo de muchos profesionales

Carga emocional



GRAN RECOMPENSA

“la sonrisa de un niño curado”

5-8 de noviembre de 2017

www.alatro2017.grupoaran.com



...because kids can't
fight cancer alone.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

5-8 de noviembre de 2017

www.alatro2017.grupoaran.com